Hamburg
Transport
Insights

Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität

Potenzialuntersuchung mit Hilfe der Planungsanalyse am Beispiel des Hamburger Wirtschaftsverkehrs

Dr.-Ing. Sören Christian TRÜMPER

1 / 2020

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082



Lizenz: Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt.
Das Werk steht unter der Creative-Commons-Lizenz
„Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International“
(CC BY-SA 4.0, https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de).
Ausgenommen von der oben genannten Lizenz sind Teile, Abbildungen und
sonstiges Drittmaterial, wenn anders gekennzeichnet.

Herausgeber TMP Wissensagentur, Brahmsallee 35, 20144 Hamburg

Satz/Layout TMP, Umschlag: Alexey (templatelab.com)

DOI: https://doi.org/10.15480/882.3082

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2620-5103 (Sören Christian Trümper)

Kontakt zu den Autoren ist über die Wissenschaftlerdatenbank ORCID möglich.

Hamburg, 2020

Inhaltsverzeichnis

Abbildungen ..... **VII**

Tabellen ..... **XI**

Abkürzungen ..... **XIII**

Zusammenfassung ..... **XVI**

Anmerkungen ..... **XIX**

1. Einleitung **1**

2. Hintergrund, Aufbau und Methodik **7**

2.1. Einführung in den theoretischen Hintergrund der Arbeit 7
2.2. Aufbau der Arbeit 8
2.3. Methodik 16
2.3.1. Situationsanalyse 16
2.3.2. Zielanalyse 18
2.3.3. Maßnahmenanalyse 19
2.3.4. Maßnahmenwirkungsanalyse 19
2.3.5. Handlungswirkungsanalyse 28
2.3.6. Determinantenanalyse 29
2.3.7. Übergreifende empirische Datenerhebungen 37

3. Systemgrenzen **49**

3.1. Zeitliche Systemgrenzen 49
3.2. Räumliche Systemgrenzen 50
3.3. Inhaltliche Systemgrenzen 50

4. Situationsanalyse **52**

4.1. Raum 53
4.2. Wirtschaft 53
4.3. Sozioökonomie 54
4.4. Verkehr 54
4.5. Sonstige Rahmenbedingungen für die Implementation von Elektrofahrzeugen 63
4.6. Zusammenfassung 70

5. Zielanalyse **72**

5.1. Ergebnisziele Bundesebene 72
5.2. Ergebnisziele Landesebene (Hamburg) 73
5.2.1. Zielsetzungen in der 18. Legislaturperiode (2004-2008, CDU) 73
5.2.2. Zielsetzungen in der 19. Legislaturperiode (2008-2011, CDU/GAL) 74
5.2.3. Zielsetzungen in der 20. Legislaturperiode (2011-2015, SPD) 74
5.2.4. Zielsetzungen in der 21. Legislaturperiode (ab 2015, SPD/Grüne) 75
5.3. Vergleich und Analyse der Ergebnisziele 75
5.4. Handlungsziele Bundesebene 77
5.5. Handlungsziele Landesebene (Hamburg) 79
5.6. Vergleich und Analyse der Handlungsziele 81

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

6. Maßnahmenanalyse 84
6.1. Untersuchung der Maßnahmenformulierung auf Bundesebene 87
6.2. Untersuchung der Maßnahmenformulierung auf Landesebene 90
6.3. Rechtliche Rahmenbedingungen Bundesebene 92
6.4. Rechtliche Rahmenbedingungen Landesebene 93

7. Maßnahmenwirkungsanalyse 95
7.1. Höhe des Treibhausgasausstoßes eines BEV im Vergleich zum ICEV 95
7.2. Effektivität von BEV zur Treibhausgasreduktion im Straßenverkehrssektor 104
7.3. Einbindung der Akteure in die Förderung von Elektromobilität 110
7.3.1. Programme Bundesebene 111
7.3.2. Programme Landesebene (Hamburg) 118
7.4. Zusammenfassung 124

8. Handlungswirkungsanalyse 128
8.1. Akzeptanz und Umsetzung der Maßnahme 128
8.1.1. Qualitative Beurteilung der Umsetzung von Einzelmaßnahmen auf Bundesebene 128
8.1.2. Quantitative Beurteilung der Umsetzung von Einzelmaßnahmen auf Bundesebene 136
8.1.3. Qualitative Beurteilung der Umsetzung von Einzelmaßnahmen auf Landesebene 145
8.1.4. Quantitative Beurteilung der Umsetzung von Einzelmaßnahmen auf Landesebene 159
8.2. Überprüfung der Maßnahmenimplementation 166
8.3. Zusammenfassung 170

9. Determinantenanalyse 178
9.1. Aufbau und Abläufe bei den beteiligten Akteuren 178
9.1.1. Akteure Bundesebene 178
9.1.2. Akteure Landesebene (Hamburg) 182
9.2. Formierung der Akteursarena 185
9.3. Identifizierung von Einflussfaktoren auf die Agendaformierung 189
9.3.1. Schlussfolgerungen aus der Medienanalyse von Ahrend/Schwedes 190
9.3.2. Schlussfolgerungen aus geführten Interviews 190
9.3.3. Schlussfolgerungen aus den Erwägungsgründen politischer Programme 193
9.3.4. Debattenanalyse 194
9.3.5. Zusammenfassung Agendaformierung 195
9.4. Entstehung der Politikformulierung 196
9.5. Akteursbasierte Bewertung der Umsetzungsbedingungen 198
9.6. Nutzerunabhängige Einflussfaktoren im Fahrzeugeinsatz 201
9.6.1. Fahrzeuggröße/Fahrzeugsegment 202
9.6.2. Stromprodukt 205
9.6.3. Einfluss der Außentemperatur auf den Gesamtenergieverbrauch 208
9.6.4. Einfluss der Außentemperatur auf den Energieverbrauch der Nebenverbraucher 211
9.6.5. Einfluss der Batterietemperatur auf den Energieverbrauch der Nebenverbraucher 215
9.7. Nutzerabhängige Einflussfaktoren im Fahrzeugeinsatz 216
9.7.1. Fahrerverhalten 217

9.7.2. Fahrtlänge/-dauer 220
9.7.3. Nutzungsmuster 224
9.8. Zusammenfassung 228

10. Beantwortung der Forschungsfragen 233
10.1. Forschungsfrage MWA (Zielerreichung) 233
10.2. Forschungsfrage HWA (Maßnahmenimplementation) 234
10.3. Forschungsfrage DA (Einflussfaktoren) 236

11. Erfolgsfaktoren, Hemmnisse und Handlungsempfehlungen 239

12. Synthese, Methodenreflexion und weiterer Forschungsbedarf 243

Literaturverzeichnis 246

Anhang 311

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

Abbildungen

Abbildung 1: Schematischer Aufbau der Planungsanalyse. 9
Abbildung 2: Aufbau der Arbeit mit Forschungsfragen und Kapitelzuweisungen. 14
Abbildung 3: Übersicht über die je Analyseschritt genutzten Methoden. 16
Abbildung 4: Schematische Darstellung der Aufbereitung der in den Elektrofahrzeugen erfassten Rohdaten mittels Filterung und Zuordnung 41
Abbildung 5: Genormter Ablauf der Interviews mit flexibler Ausgestaltung des Fragehauptteils. 47
Abbildung 6: Ablaufmodell der durchgeführten Qualitativen Inhaltsanalyse der Interviews. 48
Abbildung 7: Einrichtung von Ladestationen der Stromnetz Hamburg GmbH im städtischen Generalauftrag seit 2015. 55
Abbildung 8: Ladestandorte in Hamburg, Stand Mai 2017 (Stichtag 13.04.2017). 56
Abbildung 9: Pendlerbeziehungen nach Hamburg von 2000-2016. 57
Abbildung 10: Anteil der Segmente an den gewerblichen Neuzulassungen, dargestellt als Abweichung vom segmentübergreifenden Anteil der Neuzulassungen gewerblicher Halter (65 %) im Monat Februar 2018. 58
Abbildung 11: Zeitreihendarstellung der durchschnittlichen kilometerbasierten, nach Zulassungszahlen gewichteten CO_2-Emissionen von Fahrzeugneuzulassungen nach Halterart. 59
Abbildung 12: Anteil der Kraftstoffarten beim Pkw-Bestand in Deutschland von 2009-2017. 60
Abbildung 13: Anteil der Kraftstoffarten beim Pkw-Bestand in Hamburg von 2009-2017. 61
Abbildung 14: Entwicklung der Preise für Diesel und Superbenzin in Deutschland (2007-2016). 64
Abbildung 15: Prozentuale Veränderung des Ausstoßes von Treibhausgasen im Verkehrssektor im Zeitraum von 2007-2016 gemessen am Basisjahr 2007. 65
Abbildung 16: Bewilligte Fördermittel im Klimaschutztitel der Stadt Hamburg von 2008-2015 nach Themenbereichen. 67
Abbildung 17: Öffentlich geförderte Demonstrationsprojekte in Hamburg im Bereich Wasserstoff und Brennstoffzellen im Zeitraum 2002-2017. 68
Abbildung 18: Umweltschutz- und Klimaschutzinvestitionen von Unternehmen in Hamburg (2007-2014). 69
Abbildung 19: Durchschnittliche reale Tageskilometerleistungen (inkl. Streuung) und verbleibende Restreichweiten (basierend auf SOC Tagesende) bei unterdurchschnittlich genutzten BEV in den untersuchten Wirtschaftsverkehrsflotten. 97
Abbildung 20: Vergleich der Treibhausgasemissionen über den kompletten Lebenszyklus von BEV und ICEV bei unterschiedlichen Stromprodukten. 98
Abbildung 21: Vergleich der Treibhausgasemissionen über den kompletten Produktlebenszyklus von BEV und ICEV in Abhängigkeit ihrer Gesamtfahrleistungen. 100
Abbildung 22: Vergleich der Treibhausgasemissionen pro gefahrenem Kilometer inkl. Vorkette von BEV und ICEV in Abhängigkeit ihrer Gesamtfahrleistungen. 101
Abbildung 23: Treibhausgasemissionen der Herstellungs- und Entsorgungsphase von BEV mit unterschiedlicher Fahrzeugauslegung, insbesondere Batteriekapazität. 102
Abbildung 24: Vergleich der Treibhausgasemissionen über den kompletten Produktlebenszyklus von BEV und ICEV in Abhängigkeit ihrer Gesamtfahrleistungen. 103
Abbildung 25: Absolutes Treibhausgasreduktionspotenzial bei Substitution von ICEV mit BEV über den gesamten Fahrzeuglebenszyklus (Säulen) je nach Markthochlauf. Zusätzlich ausgewiesen als prozentualer Anteil am jährlichen Treibhausgasinventar des Pkw-Sektors (Ringdiagramm) 107

Abbildung 26: Jährliche deutsche Treibhausgasemissionen (ohne Landnutzungsänderungen LULUCF) im Berichtsjahr 2016 als Kohlendioxidäquivalente. Eingezeichnet die Anteile des Verkehrssektors und seiner Untereinheiten. 108
Abbildung 27: Prozentualer Anteil der möglichen Treibhausgasreduktion durch BEV am gesamten deutschen Treibhausgasinventar bei unterschiedlichen Markthochlaufszenarien und verschiedenen Stromprodukten. 109
Abbildung 28: Absolute und relative Bestandsentwicklung von Elektrofahrzeugen in Deutschland (2007-2018) 136
Abbildung 29: Bestand an Elektrofahrzeugen je Zulassungsbezirk (Stand 12/2017). 137
Abbildung 30: Kumulierte Anzahl von mittels Kaufprämie beschafften Elektrofahrzeugen (BEV/PHEV) seit Einführung der Kaufprämie im Juli 2016 bis Dezember 2017. 138
Abbildung 31: Prozentuale Anteile nach Automobilherstellern bei den kumulierten Neuzulassungen reinelektrischer Pkw (Top Ten) im Zeitraum von Januar-Mai 2018. 139
Abbildung 32: Anteil privater und gewerblicher Halter von BEV am Bestand von 2013-2017. 139
Abbildung 33: Bestandsentwicklung von Normal- und Schnellladepunkten in Deutschland und deren Anteil am Ausbauziel der Bundesregierung für 2020 laut NSR (2007-2018). 141
Abbildung 34: Räumliche Verteilung von Ladeeinrichtungen in Deutschland auf Kreisebene, Stand 12/2017 142
Abbildung 35: Anzahl öffentlicher und öffentlich zugänglicher Ladeeinrichtungen je zehn zugelasssener Elektro-Pkw pro Zulassungsbezirk (rechts), gegenübergestellt der absoluten Anzahl von elektrischen Pkw je Zulassungsbezirk (links). 143
Abbildung 36: Zeitliche Entwicklung des Verhältnisses von Normal- und Schnellladepunkten zur Anzahl von Elektrofahrzeugen in Deutschland. 144
Abbildung 37: Zielerreichungsgrad von Fahrzeug- und Ladeinfrastrukturhochlauf in Deutschland im Zusammenspiel mit den verschiedenen Programmen im Zeitraum von 2007-2018. 145
Abbildung 38: Bestandsentwicklung von Elektrofahrzeugen (BEV, PHEV, FCEV, M1 und N1 mit zGG <= 2,6 t) in Behördenfuhrparks der Freien und Hansestadt Hamburg von 2014-2017. 160
Abbildung 39: Bestandsentwicklung von Elektrofahrzeugen (BEV, PHEV, FCEV, M1 und N1 mit zGG <= 2,6 t) in Fuhrparks der öffentlichen Unternehmen mit Mehrheitsbeteiligung der Freien und Hansestadt Hamburg von 2014-2017. 161
Abbildung 40: Zielerreichungsgrad für den Einsatz von Elektrofahrzeugen (BEV, PHEV, FCEV, M1 und N1 mit zGG <= 2,6 t) in Behördenfuhrparks und Fuhrparks der öffentlichen Unternehmen mit Mehrheitsbeteiligung der Freien und Hansestadt Hamburg von 2014-2017. 162
Abbildung 41: Absolute und relative Bestandsentwicklung von Elektrofahrzeugen in Hamburg (2009-2018) 163
Abbildung 42: Bestandsentwicklung von Normal- und Schnellladepunkten und anteilige Entwicklung am Ausbauziel der Freien und Hansestadt Hamburg in Hamburg (2007-2018). 164
Abbildung 43: Entwicklung des Verhältnisses von Normal- und Schnellladepunkten zu Elektrofahrzeugen in Hamburg und Deutschland (2007-2018) 165
Abbildung 44: Zielerreichungsgrad von Fahrzeug- und Ladeinfrastrukturhochlauf in Hamburg im Zusammenspiel mit den verschiedenen Programmen im Zeitraum von 2007-2018. 166
Abbildung 45: Darstellung der Beziehungen von Akteuren im Bereich Elektromobilität in Deutschland. 182
Abbildung 46: Darstellung der Beziehungen von Akteuren im Bereich Elektromobilität in Hamburg. 185
Abbildung 47: Häufigkeit verschiedener Themen in den Debatten der Hamburger Bürgerschaft in unterschiedlichen Legislaturperioden. 195

Abbildung 48: Durchschnittlicher Fahrtenergieverbrauch pro beprobten Pkw-Segment. 203
Abbildung 49: Nutzungsfrequenz der öffentlichen und unternehmenseigenen Ladeinfrastruktur. Ergebnisse einer Umfrage (n=190). 206
Abbildung 50: Nutzung unterschiedlicher Stromprodukte für das Laden von Elektrofahrzeugen. Ergebnisse einer Befragung bei Hamburger Unternehmen und Behörden (n=169). 207
Abbildung 51: Kopplung von Stromverträgen für Ladeinfrastruktur an übergeordnete Unternehmensverträge (n=183). 208
Abbildung 52: Energieverbrauch und Rekuperationsanteil nach BEV-Fahrzeugsegment. 209
Abbildung 53: Absoluter Energieverbrauch unterteilt in Motoranteil und Nebenverbraucheranteil in Abhängigkeit zur Außentemperatur im Jahresgang beim Fahrzeugmodell Renault Zoe. 212
Abbildung 54: Absoluter Energieverbrauch unterteilt in Motoranteil und Nebenverbraucheranteil in Abhängigkeit zur Außentemperatur im Jahresgang beim Fahrzeugmodell Renault Kangoo. 213
Abbildung 55: Relativer Energieverbrauch in Abhängigkeit zur Außentemperatur im Jahresgang beim Fahrzeugmodell Renault Zoe. 213
Abbildung 56: Relativer Energieverbrauch in Abhängigkeit zur Außentemperatur im Jahresgang beim Fahrzeugmodell Renault Kangoo. 214
Abbildung 57: Anteil der Nebenverbraucher am Gesamtenergieverbrauch mit Streuung pro Einzelfahrt in Abhängigkeit zur Batterietemperatur beim Fahrzeugmodell Renault Zoe. 215
Abbildung 58: Anteil der Nebenverbraucher am Gesamtenergieverbrauch mit Streuung pro Einzelfahrt in Abhängigkeit zur Batterietemperatur beim Fahrzeugmodell Renault Kangoo. 216
Abbildung 59: Anteil der Nebenverbraucher mit Streuung pro Einzelfahrt in Abhängigkeit zur Fahrtlänge beim Fahrzeugmodell Renault Zoe. 220
Abbildung 60: Anteil der Nebenverbraucher mit Streuung pro Einzelfahrt in Abhängigkeit zur Fahrtlänge beim Fahrzeugmodell Renault Kangoo. 221
Abbildung 61: Anteil der Nebenverbraucher pro Einzelfahrt in Abhängigkeit zur Fahrtlänge bis 5 km beim Fahrzeugmodell Renault Zoe. 222
Abbildung 62: Anteil der Nebenverbraucher mit Streuung pro Einzelfahrt in Abhängigkeit zur Fahrtdauer beim Fahrzeugmodell Renault Zoe. 222
Abbildung 63: Anteil der Nebenverbraucher mit Streuung pro Einzelfahrt in Abhängigkeit zur Fahrtdauer beim Fahrzeugmodell Renault Kangoo. 223
Abbildung 64: Kilometerbasierte Energieverbräuche pro Nutzungsmuster in der 8-Cluster-Lösung. 225
Abbildung 65: Kilometerbasierte Energieverbräuche pro Nutzungsmuster in der 14-Cluster-Lösung. 227
Abbildung 66: Anteilsmäßige Umsetzung der EU-Klimaziele nach mittels Emissionszertifikaten reguliertem und nicht-reguliertem Bereich in Deutschland. 315
Abbildung 67: Gegenüberstellung der Entwicklungen der EU-weiten Kohlendioxidemissionen (ohne LULUCF) und des Transportsektors im Zeitraum der Jahre 1990-2014. 319
Abbildung 68: Interview-Ablauf nach Phasen gegliedert. 332
Abbildung 69: Einbettung des Ablaufmodells der Inhaltlichen Strukturierung in das übergeordnete Ablaufmodell der Qualitativen Inhaltsanalyse. 347
Abbildung 70: Übersicht über die im Rahmen des Konjukturpakets II selektierten acht Modellregionen Elektromobilität. 364
Abbildung 71: Übersicht über die Modellregionen Elektromobilität und die ab dem Jahr 2012 neu hinzugekommenen Schaufenster Elektromobilität. 366
Abbildung 72: Siedlungsstrukturelle Kreistypen (2009) nach BBSR in der Metropolregion Hamburg. 374

Abbildung 73: Innerstädtische Raumtypen nach Systematik der Innerstädtischen Raumbeobachtung (IRB) in Hamburg. 376
Abbildung 74: Unternehmen und Betriebe in Hamburg nach Wirtschaftszweigen (Klassifikation WZ 2008). Stichtag 30.09.2017. 377
Abbildung 75: Unternehmen und Betriebe in Hamburg nach Wirtschaftszweigen (Klassifikation WZ 2008). Stichtag 30.09.2017. 378
Abbildung 76: Anteil der unterschiedlichen Wirtschaftszweige an der Bruttowertschöpfung in Hamburg im Jahr 2016. 379
Abbildung 77: Anteil der unterschiedlichen Wirtschaftszweige an der Bruttowertschöpfung in Deutschland im Jahr 2016. 379
Abbildung 78: Entwicklung der Arbeitslosenquote in Hamburg und Deutschland im Zeitraum der Jahre 2007-2017. 380
Abbildung 79: Überschreitungen der Stickstoffdioxid-Grenzwerte (Stundengrenzwert) in Hamburg im Zeitraum der Jahre 2007-2015, eingezeichnet die Anzahl erlaubter Überschreitungsereignisse (schwarze Linie). 383
Abbildung 80: Überschreitungen der Feinstaub-Grenzwerte (Tagesmittel, PM10) in Hamburg im Zeitraum der Jahre 2007-2015, eingezeichnet die Anzahl erlaubter Überschreitungsereignisse (schwarze Linie). 384
Abbildung 81: Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxid-Messwerte in Hamburg im Zeitraum der Jahre 2007-2015, eingezeichnet der Grenzwerte (schwarze Linie). 385
Abbildung 82: Jahresmittelwerte der Feinstaub-Messwerte (PM10) in Hamburg im Zeitraum der Jahre 2007-2014, eingezeichnet der Grenzwerte (schwarze Linie). 385

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

Tabellen

Tabelle 1: Übersicht über die Stichprobe für die technologieabhängigen Treibhausgasemissionen im Rahmen der Klimabilanz. 20
Tabelle 2: Ausgewählte Übersicht der für klimabilanzielle Betrachtung der Herstellungs-/ Entsorgungsphase relevanten Eckdaten der untersuchten BEV. 22
Tabelle 3: Zusammenfassung der Berechnungsgrundlagen und Grundannahmen für die streckenbezogenen Treibhausgasemissionen von BEV und ICEV. 24
Tabelle 4: Zusammenfassung der Berechnungsgrundlagen und Grundannahmen für die Treibhausgaseinsparpotenziale der untersuchten Markthochlaufszenarien von BEV. 25
Tabelle 5: Übersicht über die Grundannahmen der berechneten Szenarien zur Marktdurchdringung mit Elektrofahrzeugen. 26
Tabelle 6: Bezugsgrößen für die in den Berechnungen genutzten Treibhausgaspotenziale für Graustrom und Grünstrom. 27
Tabelle 7: Zuordnung der genutzten Energieverbrauchsparameter auf die zwei Betrachtungsebenen der Analyse. 36
Tabelle 8: Anzahl und Modelle reinelektrischer Pkw und Nutzfahrzeuge in der Fahrzeugbeprobung im Projekt *Wirtschaft am Strom*. 37
Tabelle 9: Übersicht über die je Datensatz erfassten Fahr- und Nutzungsdaten. 38
Tabelle 10: Erhebungszeiträume der unterschiedlichen Datensätze im Projekt Wirtschaft am Strom. 39
Tabelle 11: Abdeckung von Wirtschaftszweigklassen durch Datenerfassungsgeräte im Projekt Wirtschaft am Strom. 39
Tabelle 12: Übersicht über die 14 Interview-Partner (pseudonymisiert), abgetragen auf der y-Achse: Phase im Planungsprozess; x-Achse: Akteursgruppe (unterteilt nach Bundes- oder Kommunalebene). 44
Tabelle 13: Übersicht der je Subsystem verwendeten Parameter und ihr jeweiliger Datenstand. 52
Tabelle 14: Durchschnittliche Fahrzeugfahrleistungen und zurückgelegte Tagesstrecken in Hamburg und in Deutschland. 62
Tabelle 15: Durchschnittliche Fahrtweiten und Wegstrecken in Hamburg und in Deutschland. 63
Tabelle 16: Übersicht über die Hamburger Senate seit 2004. 73
Tabelle 17: Beurteilung der politischen Ergebniszielsetzung(en) hinsichtlich der Treibhausgasreduktion nach SMART-Kriterien. Grau hinterlegte Zielkategorien erfüllen alle Kriterien. 76
Tabelle 18: Beurteilung von Handlungszielen auf Bundes- und Landesebene nach SMART-Kriterien. Grau hinterlegte Zielkategorien erfüllen alle Kriterien. 83
Tabelle 19: Übersicht über die Implementationsinhalte der Programme für Elektromobilität auf Bundesebene. 85
Tabelle 20: Übersicht über die Implementationsinhalte der Programme für Elektromobilität auf Landesebene. 86
Tabelle 21: Adressierung von Handlungszielen durch konkrete Implementationsschritte in den unterschiedlichen Programmen auf Bundesebene. 89
Tabelle 22: Adressierung von Handlungszielen durch konkrete Implementationsschritte in den unterschiedlichen Programmen auf Landesebene. 91

Tabelle 23: Übersicht über die genutzten Markthochlaufszenarien für Elektrofahrzeuge bei der Beurteilung der Effektivität der Maßnahme. 104
Tabelle 24: Umrechnung der prognostizierten Anteile von Elektrofahrzeugen in absolute Fahrzeugzahlen von BEV unter Berücksichtigung eines Zuschlags zur Kompensation von PHEV-Anteilen. 105
Tabelle 25: Reduktionspotenziale für Treibhausgase bei unterschiedlichen Markthochläufen von BEV und unter Verwendung unterschiedlicher Stromprodukte. 106
Tabelle 26: Jährlich zu realisierendes Reduktionspotenzial an Treibhausgasen durch BEV am gesamten deutschen Treibhausgasinventar bei unterschiedlichen Markthochläufen. 109
Tabelle 27: Übersicht über Kernparameter der Programme und der in ihr eingebundenen Akteure. 117
Tabelle 28: Übersicht über Kernparameter der Programme und der in ihr eingebundenen Akteure in Hamburg. 123
Tabelle 29: Klassifizierung von Akteuren im Bereich Elektromobilität in Deutschland. 181
Tabelle 30: Klassifizierung von Akteuren im Bereich Elektromobilität in Hamburg. 184
Tabelle 31: Übersicht über die Untersuchung nutzerunabhängiger Faktoren im Fahrzeugeinsatz und ihrer Wirkung auf die Implementation der Maßnahme. 202
Tabelle 32: Übersicht über die beprobten Fahrzeugmodelle. 203
Tabelle 33: Anteil der Nebenverbraucher am Gesamtenergieverbrauch der Fahrzeugmodelle Renault Zoe und Renault Kangoo. 212
Tabelle 34: Übersicht über die Untersuchung nutzerabhängiger Faktoren im Fahrzeugeinsatz und ihrer Wirkung auf die Implementation der Maßnahme. 217
Tabelle 35: Korrelationsanalyse von Eingangsvariablen auf Zielvariable, mit N: Anzahl Datenzeilen, Korrelationskoeffizienten über 0,3 in grau hinterlegt. 218
Tabelle 36: Schlagwortekatalog zur Parlamentsdatenbankabfrage mit Begriffsderivaten. 327
Tabelle 37: Übersicht über die Anzahl von Interview-Codings pro Oberkategorie. 350
Tabelle 38: Anteil der einzelnen befragten Akteursgruppen an den Codings einer Oberkategorie. 350
Tabelle 39: Durchschnittliche Fahrtenhäufigkeiten und Wegehäufigkeiten in Hamburg und in Deutschland. 381
Tabelle 40: Durchschnittliche Gütertransportleistung je Fahrzeug und Tag in Hamburg und in Deutschland. 382
Tabelle 41: Lärmexposition und Betroffenenzahlen in Hamburg, Erhebung im Jahr 2012; Schienenverkehr ohne Strecken des Bundes. 386
Tabelle 42: Auswertungsergebnisse der 8-Cluster-Lösung. 390
Tabelle 43: Homogenität der einzelnen Cluster in der genutzten 8-Cluster-Lösung. 390
Tabelle 44: Ausreißer sowie Repräsentanten der 8-Cluster-Lösung. 391
Tabelle 45: Charakterisierung der 8 identifizierten Nutzungsmuster anhand einiger Kennzahlen und Einordnung in übergeordnete Anwendungsfälle. 392
Tabelle 46: Ergebnisse der 14-Cluster-Lösung für die tagesbasierten Auswertung. 393
Tabelle 47: Homogenität in den Clustern der 14-Cluster-Lösung. 394
Tabelle 48: Ausreißer sowie Repräsentanten der 14-Cluster-Lösung. 394
Tabelle 49: Charakterisierung der 14 identifizierten Nutzungsmuster anhand einiger Kennzahlen und Einordnung in übergeordnete Anwendungsfälle. 395

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

Abkürzungen

AFID	Alternative Fuels Infrastructure Directive (engl.), Richtlinie zum Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe
Bafa	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BBSR	Bundesamt für Bau-, Stadt- und Regionalforschung
BEV	Battery Electric Vehicle (engl.), reinelektrisches Batteriefahrzeug
BEV-MDS	in BEV erhobenes MDS
BEV-TUDS	in BEV erhobenes TUDS
BHO	Bundeshaushaltsordnung
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (bis 2013)
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (ab 2018)
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (bis 2018)
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (ab 2013)
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (bis 2013)
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (ab 2013)
BNetzA	Bundesnetzagentur
CARB	California Air Resources Board (engl.), kalifornische Luftschutzbehörde
CBD	Convention on Biological Diversity (engl.), Biodiversitätsabkommen
CO_2	Kohlendioxid
CO_{2e}	Kohlendioxidäquivalent
COP	Convention of the Parties (engl.), Vertragsstaatenkonferenz
EEA	European Environmental Agency (engl.), Europäische Umwelt Agentur
EKF	Energie- und Klimafonds
ESD	Effort Sharing Decision (engl.), Lastenteilungsverordnung (EU)
EU	Europäische Union
EU-EHS	Emissionshandelssystem der EU
EVU	Elektrizitätsversorgungsunternehmen
FHH	Freie und Hansestadt Hamburg
GGEMO	Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität
GPS	Global Positioning System (engl.), satellitengestütztes Ortsbestimmungssystem
GRPE	Working Party on Pollution and Energy (engl.), Arbeitsgruppe für Verschmutzung und Energie (EU-Organisation)
GTR	Global Technical Regulation (engl.), Globalregelung (Zulassungsharmonisierung)
GWP	Greenhouse Warming Potential (engl.), Treibhauspotenzial
HCU	Hafencity-Universität Hamburg

Hz	Hertz (Frequenz)
ICAO	International Civil Aviation Organisation (engl.), Internationale Luftfahrtorganisation
ICEV	Internal Combustion Engine Vehicle (engl.), verbrennungsmotorisches Fahrzeug
ICEV-MDS	in ICEV erhobenes MDS
IEKP	Integriertes Energie- und Klimapaket der Bundesregierung
IMO	International Maritime Organisation (engl.), Internationale Meeresorganisation
IPCC	International Panel on Climate Change (engl.), Weltklimarat
IRB	Innerstädtische Raumbeobachtung
ISO	International Organization for Standardization (engl.), Internationale Normungsorganisation
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt
kg	Kilogramm
KID	Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland (Studie)
km	Kilometer
km/h	Kilometer pro Stunde
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunden
LBV	Landesbetrieb Verkehr (Hamburg)
Lkw	Lastkraftwagen
LP	Ladepunkt
LSBG	Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer (Hamburg)
LULUCF	Land Use, Land-Use Change and Forestry (engl.), Umweltauswirkungen der Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft
MDS	Minimaldatensatz
MID	Mobilität in Deutschland (Studie)
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MKS	Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung
NEE	Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität
NEFZ	Neuer Europäischer Fahrzyklus
NEP	Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität
NIP	Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
NOW	Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
NPE	Nationale Plattform Elektromobilität
NSR	Nationaler Strategierahmen (AFID)
OEM	Original Equipment Manufacturer (engl.), Erstausrüster, hier synonym mit Fahrzeughersteller
PHEV	Plug-in Hybrid-Electric Vehicle (engl.), extern elektrisch aufladbares Hybridfahrzeug
PHEV-MDS	in PHEV erhobenes MDS
Pkw	Personenkraftwagen
PPP	Public-Private-Partnership (engl.), öffentlich-private Partnerschaft

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

RD&D	Research, Development & Demonstration (engl.), Forschung, Entwicklung und Demonstration
RPL	Regionale Projektleitstelle
SOC	State of Charge (engl.), Ladezustand der Fahrzeugbatterie
SSKT	Siedlungsstrukturelle Kreistypen
StVG	Straßenverkehrsgesetz
StVO	Straßenverkehrsordnung
TUDS	Datensatz der Technischen Universität Hamburg
TUHH	Technische Universität Hamburg
UNCED	United Nations Conference on Environment and Development (engl.), Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe (engl.), Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa
UNEP	United Nations Environmental Programme (engl.), Umweltprogramm der Vereinten Nationen
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change (engl.), Klimarahmenkonvention
WAS	Wirtschaft am Strom (Förderprojekt)
WLTP	Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure (engl.), weltweit einheitlicher Fahrzyklus für leichte Nutzfahrzeuge
WZ	Wirtschaftszweig
ZEV	Zero Emission Vehicle (engl.), Nullemissionsfahrzeug
ZFZR	Zentrales Fahrzeugregister

Zusammenfassung

Trotz aller Erfolge im Klimaschutz seit Inkrafttreten des Kyoto-Protokolls bleibt der Verkehrssektor in Deutschland wie auch in der EU der einzige Sektor, dessen Treibhausgasemissionen gegenüber dem Referenzjahr 1990 nicht gesunken sind. Schon seit dem Jahr 2007 wird daher der verstärkte Einsatz von elektrischen Antrieben in allen bundesdeutschen Klimaschutzprogrammen als eine zentrale Maßnahme zur Verminderung von Treibhausgasen im Handlungsfeld Verkehr aufgeführt. Ab dem Jahr 2009 wird dieses Politikziel zudem mit höheren Fördersummen hinterlegt. Als Teil des sogenannten Konjunkturpakets II stellt die Bundesregierung rund 500 Mio. Euro Fördermittel für die Forschung, Entwicklung und Demonstration von Elektromobilität bereit. Neben einer weltweiten Technologieführerschaft ist es dabei auch das Ziel der Bundesregierung, dass Deutschland sich binnen zehn Jahren selbst zu einem Leitmarkt für Elektromobilität entwickelt. Trotz dieses klaren politischen Bekenntnisses und der breit angelegten Förderung liegt jedoch der Marktanteil elektrischer Pkw zehn Jahre später, zu Beginn des Jahres 2019, nur bei 0,3 % im Bestand und damit weit unterhalb der von der Bundesregierung aufgestellten Zielsetzung. Mit Blick auf das übergeordnete Problem des anthropogenen Klimawandels bleibt die Politik zudem den Nachweis schuldig, in welchem Maße die Elektrifizierung von Fahrzeugen im Straßenverkehr überhaupt kurz- und mittelfristig zu der erhofften Dekarbonisierung des Verkehrssektors beitragen kann.

Die vorliegende Arbeit untersucht die bisherigen Anstrengungen zur Einführung von Elektromobilität in Deutschland im Betrachtungszeitraum 2009-2019 und benennt Hemmnisse und Versäumnisse bei der Umsetzung. Die Arbeit bewertet darüber hinaus die generelle Eignung von Elektromobilität als politische Maßnahme zur Verminderung von Treibhausgasemissionen im Straßenverkehr und zeigt den Weg auf, wie und in welchem Maße politisch wie technologisch ein Zielerreichungspfad zukünftig gestaltet werden kann.

Dazu untersucht die Arbeit, ob mittels Elektrofahrzeugen die erhoffte Reduktion von Treibhausgasemissionen im Straßenverkehr überhaupt erzielt werden kann, also ob und unter welchen Voraussetzungen elektrische Antriebe einen Klimavorteil zu verbrennungsmotorisch angetriebenen Fahrzeugen aufweisen. Für diese im Rahmen einer Lebenszyklusanalyse („life cycle analysis“) durchgeführte Bewertung kann die Arbeit auf reale Fahrdaten von bis zu 160 rein elektrischen Pkw (BEV, Fahrzeuggröße M1/N1) zurückgreifen, die in einem Feldversuch im Wirtschaftsverkehr in der Metropolregion Hamburg zwischen 2014-2017 in 156 Unternehmen eingesetzt wurden. Die Unternehmen bildeten hierbei 18 der 20 in Deutschland statistisch erfassten Wirtschaftszweige ab. Energie- und Ladedaten aus der bis zu 30monatigen Nutzungsphase (über 26 000 Ladevorgänge sowie mehr als 250 000 Fahrten) wie auch reale Vergleichsdaten aus ebenfalls untersuchten Verbrennerfahrzeugen (ICEV) ermöglichen statistisch in hohem Maße abgesicherte Analysen der Betriebsphase. Diese Analysen zeigen, dass sich mit (rein)elektrischen Fahrzeugen durchaus Verbesserungen bei der Treibhausgasbilanz gegenüber herkömmlichen Antrieben erzielen lassen, jedoch nur in der Betriebsphase der Fahrzeuge und zudem nur bei der Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energien („Grünstrom“). Da die Emissionen der Herstellungs- und Entsorgungsphase bei Elektrofahrzeugen (maßgeblich durch die Batteriesysteme) fast doppelt so hoch wie die von Verbrennern sind, also eine Verlagerung von Treibhausgasen aus der Betriebs- in die Herstellungs- und Entsorgungsphase stattfindet, kommt der Fahrleistung über den Lebenszyklus der Fahrzeuge eine besondere Bedeutung zu.

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

Diese muss bei der Nutzung von Grünstrom, so die Berechnungen, rund 25 000 km, und bei der Nutzung des deutschen Strommix („Graustrom“), rund 70 000 km, betragen (jeweils über den Lebenszyklus). Diese Berechnungen beruhen dabei auf einer zum Zeitpunkt der Erhebung durchschnittlichen Batteriekapazität in den Fahrzeugen von rund 24 kWh. Die Analysen zeigen auch, dass bereits bei Batteriegrößen von mehr als 35 kWh und der Nutzung von Graustrom der Klimavorteil des Elektrofahrzeugs gegenüber Verbrennerfahrzeugen kompensiert wird.

Einige der zentralen Handlungsempfehlungen, die sich daraus für zukünftige Förderregime, aber auch für die Fahrzeugnutzung generell ergeben, sind die obligatorische Nutzung von Grünstrom und die Förderung von Fahrzeugeinsätzen mit zu erwartenden hohen Fahrleistungen, bspw. im Wirtschaftsverkehr oder im Mehrbenutzerbetrieb wie Carsharing. Herstellerseitig ist der Verbau von Antriebsbatterien mit geringen Kapazitäten in den Fahrzeugen anzustreben. Der sich daraus für Nutzer ergebenden Notwendigkeit eines vermehrten Nachladens kann ordnungspolitisch mit einer hohen Ladeinfrastrukturabdeckung (nicht nur im öffentlichen Raum) oder innovativen Ladekonzepten begegnet werden.

Aufbauend auf dieser Betrachtung der Ebene des einzelnen Fahrzeugs kann theoretisch eine Beurteilung der Klimawirksamkeit bisheriger Fördermaßnahmen erfolgen. Aufgrund der geringen Marktdurchdringung mit elektrischen Antrieben ist der Beitrag von Elektromobilität für den Klimaschutz im Verkehrssektor zum Betrachtungszeitpunkt der Arbeit jedoch noch irrelevant. Daher skizziert die Arbeit Szenarien für die Jahre 2030 und 2050, in denen sie Flottengrößen elektrischer Fahrzeuge und hierdurch realisierbare Treibhausgasreduktionsmengen unter Berücksichtigung der prognostizierten Emissionsfaktoren bei der Elektrizitätserzeugung fortschreibt.

Im Jahr 2030, so zeigen die Berechnungen, kann bei 6 Mio. zugelassenen Elektrofahrzeugen eine Minderung von bis zu 8 % der Treibhausgasemissionen im bundesdeutschen Pkw-Sektor erzielt werden. 2050 erhöht sich dieses Potential mit 28 Mio. Elektrofahrzeugen auf bis zu 51 %. In beiden Fällen jedoch nur bei den bereits erwähnten Rahmenbedingungen (Einsatz von Grünstrom, geringe Batteriekapazitäten, hohe Fahrleistungen).

Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Pkw-Sektor für nur rund 60 % der Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor verantwortlich ist. Die sich daraus zusätzlich ergebenen Handlungsempfehlungen lauten daher, nicht nur möglichst zügig die Markanteile von Elektrofahrzeugen zu erhöhen. Vielmehr sind dauerhafte Erfolge bei der Umsetzung einer wesentlich weiter greifenden Energie- und Verkehrswende nötig, um das Ziel einer Treibhausgasreduktion im gesamten Verkehrssektor zu erreichen.

Dass selbst bei hohem politischen Willen solche tiefgreifenden Paradigmenwechsel nur bedingt steuerbar sind, zeigt die trotz zehnjähriger intensiver Förderung noch stets niedrige Marktakzeptanz von Elektrofahrzeugen zum Zeitpunkt der Arbeit. Grund hierfür, so eine zentrale Erkenntnis der durchgeführten Analysen, sind nicht alleine technische, und damit meist offensichtliche Hemmnisse, sondern ebenso eine Vielzahl von weniger offensichtlichen, nichttechnischen Einflussfaktoren, die jede politische Umsetzung mit sich bringt. Die Arbeit benennt und bewertet diese Determinanten, indem sie die bisherigen Schritte und Maßnahmen der Etablierung von Elektromobilität in Deutschland qualitativ, quantitativ und akteursbasiert nachzeichnet und hinsichtlich ihrer Effektivität und Effizienz beurteilt. Dem Ansatz der Planungsanalyse folgend, wird hierfür in einer Kombination statistisch-analytischer und sozialwissenschaftlich-empirischer Erhebungsmethoden die Förderung von Elektromobilität auf Bundes- wie auf Kommunalebene (hier exemplarisch in der Großstadt Hamburg) betrachtet,

um daraus Chancen und Hemmnisse in der weiteren Entwicklung von Elektromobilität abzuleiten.

Dabei kann die Arbeit aufzeigen, dass die von der Bundesregierung ab 2009 geförderten Forschung- und Entwicklungsaktivitäten oftmals ineffizient und unkoordiniert durchgeführt werden, ohne hinreichende Lernprozesse zu etablieren und Synergien zwischen den Akteuren zu nutzen. So fehlen regelmäßige Erfolgskontrollen und der politische Prozess wird von übermächtigen Veto-Akteuren (v.a. OEM) dominiert, während andere für den Markthochlauf zentrale Akteursgruppen (v.a. Fahrzeugnutzer) mehrheitlich unberücksichtigt bleiben.

Eine analytisch zusammengestellte Akteursarena, so eine Handlungsempfehlung, ist somit bei zukünftigen Technologieeinführungen eine Grundvoraussetzung für eine bedarfsorientierte Marktentwicklung und eine langfristige Marktakzeptanz. Das hierzu genutzte Förderregime muss dabei nicht nur vollumfänglich implementiert und Abweichungen sanktioniert werden, sondern es bedarf inhaltlich auch einer fortlaufenden Evaluation und gegebenenfalls einer Nachsteuerung.

Hierbei ist von entscheidender Bedeutung, dass jederzeit die Handlungen (hier: Förderinstrumente und Rahmenbedingungen) auch am Politikziel (hier: der Reduktion der Treibhausgasemissionen) gemessen und nötigenfalls neu ausgerichtet werden (bpsw. bei schädlichen Rebound-Effekten). Dieser Abgleich ist bisher im politischen Prozess gänzlich ausgeblieben. Stattdessen führt die auf Bundes- wie auch auf Landesebene vorherrschende Konzeptlosigkeit, innerhalb eines ohnehin energie- und industriepolitisch geführten Diskurses, oft zu einer thematischen Reduktion der Technologieeinführung auf die politische Profilierung über Fahrzeugzahlen.

Daher, so kann die Arbeit exemplarisch dokumentieren, kommt der ab 2017 erfolgte Schwenk in der bundesdeutschen Förderpolitik, vornehmlich Investitionen und Beschaffungen ohne Begleitforschung zu fördern, um den Eintritt in den Massenmarkt zu signalisieren, nicht nur zu früh. Er scheint durch die bloße Finanzierung eines Austausches von konventionellen mit elektrischen Antriebssträngen politisch auch zu kurz gedacht, besonders mit Blick auf die für das übergeordnete Politikziel nötige Energie- und Verkehrswende. Allenfalls birgt dieser Ansatz die Gefahr von Investitionsruinen, wenn ohne langfristiges Geschäftsmodell Produkte und Dienstleistungen durch kurzfristige Marktanreize in die Entwicklung gebracht werden.

Handlungsempfehlung für die Politik kann demnach nur sein, eng am Politikziel ausgerichtete Rahmenbedingungen vorzugeben (wie bspw. mittels der existierenden Flottengrenzwerte oder eines wirksamen Einbezugs des Verkehrssektors in das ETS) und ansonsten der Innovationskraft des Marktes zu vertrauen, unterstützt durch die Förderung von (öffentlicher) Grundlagenforschung. Das Schließen von Kostenlücken auf der Anbieter- oder Anwenderseite kann dabei kurzfristig in Fällen eines vorliegenden Marktversagens die Technologieeinführung beschleunigen. So führt beispielsweise in Hamburg ein zeitweise städtisch finanzierter Ladeinfrastrukturaufbau zur Überwindung eines für privatwirtschaftliche Betreiber noch unattraktiven Geschäftsmodells beim Betrieb von Ladepunkten in der Markthochlaufphase, mit dem Ergebnis einer im Bundesvergleich bereits hohen Infrastrukturabdeckung im Stadtgebiet. Dennoch müssen solche Hemmnisse mittelfristig über rechtliche Rahmenbedingungen gelöst werden, notfalls auch über den Weg des Technology Forcings.

Anmerkungen

Die vorliegende Arbeit ist eine aktualisierte Fassung der im August 2020 veröffentlichten Version (urn:nbn:de:gbv:830-882.0102965). Beide basieren in Teilen auf Datenerhebungen im Rahmen des Forschungsprojekts *Innovation für eine nachhaltige Mobilität, Elektromobilität: Wirtschaft am Strom* (Förderkennzeichen FKZ 03EM0201B). Das Forschungsprojekt wurde als Verbundvorhaben vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur von 2012-2017 gefördert. Weitere Projektergebnisse aus diesem Forschungsprojekt wurden vom Autor unter anderem in Flämig et al. (2018d), Flämig et al. (2018c) und Flämig et al. (2018a) veröffentlicht.

1. Einleitung

Erkenntnise über negative Folgen des anthropogenen Klimawandels für Mensch und Umwelt (vgl. Stern 2007; IPCC 2014) prägen seit den 1990er Jahren in zunehmendem Maße die internationale, wie auch die deutsche Umweltpolitik. Spätestens mit der Ratifikation des Kyoto-Protokolls im Jahr 2002 (United Nations Publications 2005, Inkrafttreten am 16.02.2005) stellt die Reduktion der Treibhausgasemissionen auch für die deutsche Politik ein rechtlich bindendes, quantifizierbares Politikziel dar.

Während sich für Deutschland aus dem Kyoto-Protokoll anfangs ein Reduktionsziel für Treibhausgasmissionen von 8 % bis 2012 ergibt (gegenüber dem Referenzjahr 1990), erhöht sich dieses Ziel durch das von der Europäischen Union (EU) 2007 beschlossene *Klima- und Energiepaket* (Europaische Union 2009a, 25.06.2009 in Kraft getreten): dieses sieht eine Reduktion von Treibhausgasen in der EU um 20 % bis 2020 vor. Diese Reduktion soll unter anderem auch durch eine verstärkte Verminderung der Emissionen im Verkehrssektor erfolgen. In diesem Sektor ist der Treibhausgasausstoß nämlich seit dem (Referenz)Jahr 1990 kontinuierlich gestiegen[1]: so wuchs der Anteil des Verkehrssektors an den CO_2-Emissionen innerhalb der EU von vormals 17 % (1990) auf 29 % (2007) (Europäische Umweltagentur 2017).[2] Der Verkehrssektor ist damit der einzige Sektor im europäischen Treibhausgasgesamtinventar, dessen Beitrag 2007 noch höher liegt als 1990. In allen übrigen Sektoren sind die Emissionen in diesem Zeitraum, vor allem mit Einsetzen der Finanzkrise ab Ende 2006, zurückgegangen (International Energy Agency 2016, Le Quéré et al. 2009).

Zur nationalen Umsetzung des EU-weiten Reduktionsziels von 20 %, und um ein weiteres politisches Signal beim Kampf gegen den Klimawandel zu setzen, beschließt die Bundesregierung mit der *Klimaagenda 2020* (Deutscher Bundestag 2007, S. 9479 B; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2007b) im gleichen Jahr ein ambitioniertes Regierungsprogramm, in dem sie über die EU-weiten Reduktionsziele hinausgeht und sich bis 2020 zu einer deutschlandweiten Verminderung der Treibhausgasemissionen um 40 % bekennt. Zur Zielerreichung formuliert die Bundesregierung kurz darauf *Eckpunkte für ein Integriertes Energie- und Klimaprogramm* (IEKP) (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2007), welches konkrete Handlungsfelder für die sektoralen Reduktionsanstrengungen benennt, mehrere davon im Verkehrssektor. Auch im *Energiekonzept 2050* (Deutscher Bundestag 2010b), welches drei Jahre später die kurzfristigen Minderungsziele bis 2020 um ein langfristiges Minderungsziel von 80-95 % bis 2050 ergänzt, wird der Verkehrssektor als wichtiger Baustein zur Reduktion von Treibhausgasemissionen benannt, um das Ausmaß der Klimaveränderung und die daraus resultierenden negativen Folgen für Mensch und Umwelt soweit wie möglich zu begrenzen.[3]

Um ihre Klimaschutzziele im Verkehrssektor zu erreichen, setzt die Bundesregierung ordnungspolitisch vor allem auf entsprechende gesetzliche Vereinbarungen auf europäischer Ebene. So setzt die EU zur Erreichung der unionsweiten Klimaziele im Verkehrssektor[4] auf eine quellenbezogene Maßnahme, nämlich die Begrenzung der Emissionen von Kohlendioxid (CO_2), dem anteilig wichtigsten

---

1 Ohne Berücksichtigung des internationalen Seeverkehrs und des internationalen Luftverkehrs. Diese Sektoren sind auch nicht Teil der internationalen Klimaabkommen.

2 Annahmen wie zuvor. Gesamtemissionen ohne Landveränderungen (LULUCF) und indirekte Emissionen.

3 Eine ausführlichere Darstellung dazu sowie ein Überblick über die zeitliche Entwicklung der deutschen, europäischen und internationalen Umwelt- und Klimapolitik findet sich im Anhang 1.

4 Der Straßenverkehr macht 95 % der Emissionen im Verkehrssektor aus, so dass vor allem der Straßenverkehr Ziel eines Großteils der Regulierungen ist.

Treibhausgas, bei Neufahrzeugen. Nachdem jedoch die seit dem Ende der 1990er Jahre von der europäischen und internationalen Automobilindustrie verkündeten Selbstverpflichtungen mehrfach ohne Erfolg blieben[5], beschließt die EU 2009 erstmals verbindliche Obergrenzen für den CO_2-Ausstoß von Neufahrzeugen innerhalb der Union (Rat der Europäischen Union und Europäisches Parlament 2009). Die schrittweise Absenkung dieser Obergrenzen ermöglicht den Herstellern berechenbare Entwicklungspfade und setzt nötige Entwicklungsimpulse (Rat der Europäischen Union und Europäisches Parlament 2009).[6] Kritiker bemängeln an der Gesetzgebung zwar die zahlreichen Ausnahme- und Übergangsregelungen sowie das angewandte Messverfahren für die fahrzeugspezifischen Emissionen (NEFZ) (Breitinger 2012)[7]. Dennoch bietet die zugrunde liegende politische Strategie einer quellenbasierten Emissionsbegrenzung durchaus das Potenzial, über einen längeren Zeitraum den CO_2-Ausstoß aus dem Fahrzeugsektor zu vermindern, indem über die Neuzulassungen der Bestand emissionsseitig „verjüngt“ wird.[8]

Allerdings kann der Erfolg einer solchen fahrzeugspezifischen Emissionsreduktion leicht durch steigende Zulassungszahlen in seiner substantiellen Wirkung kompensiert werden (Nadert und Reichert 2012). Ein Immissionsschutzmodell, wie es bei globalen Klimabetrachtungen verwendet wird (z. B. bei der Berechnung der atmosphärischen Kohlendioxidkonzentration von 450 ppm, vgl. IPCC 2014), würde dies Problem entschärfen, weil sich aus ihm eine quantitative Eintragsobergrenze von Treibhausgasen (ausgedrückt in Kohlendioxid-Äquivalenten) in die Luft ableiten ließe. Allerdings ist solch ein Modell für den Verkehrssektor nicht vorgesehen. Dennoch lässt die EU-Kommission im Jahr 2010 solch einen Ansatz unter Verwendung des Treibhausgasreduktionsziels der EU von 80 % bis 2050 exemplarisch berechnen: die Studie kommt zu dem Schluss, dass beim derzeitigen Anteil des Straßenverkehrs am gesamten CO_2-Emissionsinventar sich die geplante 80%ige Treibhausgasreduktion in der Union nur erreichen ließe, wenn der Straßenverkehr langfristig um 95 % dekarbonisiert würde (Reis 2010, S. 33). Da sich eine solche Reduktion, so die Autoren, mit Verbrennungsmotoren alleine nicht erreichen ließe, seien „ultra-kohlenstoffarme elektrische Antriebssysteme und Wasserstoff-Brennstoffzellen“ (Reis 2010, S. 11) zwingend notwendig, um die gesteckten Klimaziele zu erreichen.

Schon im *Integrierten Energie- und Klimaprogramm* (IEKP) der Bundesregierung wird 2007 für den Verkehrssektor erstmalig der Einsatz von elektrischen Antrieben empfohlen. Auch wenn das IEKP, analog zur europäischen Technologiestrategie, prinzipiell technologieoffen formuliert ist, fokussiert sich – spätestens mit den ab 2009 im Rahmen des Konjunkturpakets II einsetzenden Förderaktivitäten – die öffentliche wie politische Debatte rund um das Thema *Elektromobilität*[9] auf batterieelektrische Antriebe, genauer auf batterieelektrische Pkw. Zweiräder, Schienenfahrzeuge oder weitere Kraftfahrzeugklassen finden in den mit öffentlichen Mitteln geförderten Forschungs- und Demonstrationsprojekten nur marginal Berücksichtigung. Während Ahrend und Schwedes (2011) diese Reduktion-

5 Eine kurze Erläuterung der genannten Selbstverpflichtungen findet sich in Anhang 2.

6 Ein Überblick über weitere Klimaschutzmaßnahmen im Verkehrssektor in Deutschland und der EU findet sich in Anhang 3.

7 Eine vollständigere Darstellung des Regulierungsregimes und der zugehörigen Gesetzgebung findet sich in Anhang 4.

8 Die Berechnung erfolgt über Flottengrenzwerte, d. h. dass selbst beim verstärkten Absatz von größeren Fahrzeugen (SUV bspw.) die Hersteller an anderer Stelle dafür kleinere Fahrzeuge verkaufen müssen, um Strafzahlungen zu vermeiden.

9 Während Elektroautos im Elektromobilitätsgesetz (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2015c) sowie der EU-Richtlinie 2014/94/EU (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2014a) technisch klar definiert sind, wird der Begriff *Elektromobilität* im politischen wie auch öffentlichen Diskurs oftmals nicht hinreichend abgegrenzt. Während Mobilität die Möglichkeit bzw. Bereitschaft zur Bewegung umschreibt, wird Verkehr allgemein als realisierte Ortsveränderung von Personen, Gütern und Nachrichten definiert (Nuhn und Hesse 2006, S. 19ff.). Es wird demnach also oftmals von Mobilität gesprochen, während aus verkehrswissenschaftlicher Sicht jedoch *Verkehr* gemeint ist.

on eines an sich breiten Technologiefeldes auf eine einzelne technische Auslegungsart als „hegemonialen Diskurs“ (Ahrend und Schwedes 2011, S. 11ff.) kritisieren, bemängeln Canzler und Knie (2012, S.18ff.) überdies, dass die Politik in den Medien zwar gerne den Bogen schlägt zur weiten Verbreitung batteriebetriebener Fahrzeuge in Deutschland um die Jahrhundertwende, jedoch eine kritische Reflexion der gescheiterten Einführung elektrischer Antriebe Anfang der 1990er Jahre und der daraus zu ziehenden Lehren schuldig bleibt.[10]

Dessen ungeachtet, beschließt die Bundesregierung im März 2009 im Rahmen des sogenannten Konjunkturpakets II (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009c), 500 Millionen Euro Fördermittel für Forschung und Entwicklung, Demonstrationen und Pilotprojekte sowie Marktvorbereitungs- und Marktanreizprogramme im Bereich batteriebetriebener Elektromobilität bereitzustellen. Die genaue Ausgestaltung des Programms findet sich im *Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität*, der im August des gleichen Jahres verabschiedet wird (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009d). Er fordert unter anderem die Bildung einer Plattform für den branchenübergreifenden Dialog der für das Thema relevanten Industriezweige, die sich ab diesem Zeitpunkt unter dem Namen *Nationale Plattform Elektromobilität (NPE)* unter Beteiligung einiger zivilgesellschaftlicher Interessengruppen und Wissenschaftsinstituten formiert und fortan als politikberatendes Gremium die Bundesregierung bei der Analyse des Ist-Zustandes sowie der Formulierung von technologischen Zwischenzielen und den dafür notwendigen Entwicklungsschritten unterstützt.

2010 skizziert die Plattform in einem Synthesebericht ihrer verschiedenen Arbeitsgruppen die technologische Ausgangssituation in Deutschland (Nationale Plattform Elektromobilität 2010b) und leitet erste nächste Schritte ab, die zum großen Teil auch Eingang in das *Regierungsprogramm Elektromobilität* von 2011 finden (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b). Synergien weist das Thema Elektromobilität dabei mit dem Ende 2010 beschlossenen *Energiekonzept* der Bundesregierung auf (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2010), welches unter dem Begriff „Energiewende“ die stärkere Integration des wachsenden Anteils Erneuerbarer Energien in den Strommarkt fordert, was einerseits durch die geplante Digitalisierung der Netzinfrastruktur und andererseits durch die effiziente Verknüpfung von Stromverbrauchern, beispielsweise Elektroautos, und Elektrizitätserzeugungskapazitäten ermöglicht werden soll.

Synergien ergeben sich in den Folgejahren auch zwischen den bundespolitischen Aktivitäten bei der Förderung von Elektromobilität und den auf europäischer Ebene geschaffenen rechtlichen Rahmenbedingungen: so macht auf europäischer Ebene die EU-Richtlinie über den *Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe* (AFID) (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2014a) seit 2014 konkrete Vorgaben hinsichtlich der Schaffung von Ladeinfrastruktur für Elektroautos, sowohl was die Dichte der Abdeckung in städtischen wie vorstädtischen Ballungsräumen betrifft als auch deren kommunikative (telematische) Einbindung in das Elektrizitätsnetz. Die Umsetzung dieser EU-Richtlinie in nationales Recht erfolgt über einen sogenannten *Nationalen Strategierahmen* (NSR), die strategische Weiterentwicklung im Rahmen der fortlaufenden Weiterentwicklung der deutschen *Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie* (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2013).

Trotz des politischen Bekenntnisses zur Elektromobilität[11], der seit 2009 breit angelegten Förderung ihrer Einführung und Etablierung und der sich ergebenen Synergien mit parallelen Programmen lag

[10] Ein historischer Abriss der Einführung elektrischer Antriebe seit den 1980er Jahren findet sich in Anhang 5.

[11] Vgl. auch Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009d), Regierungsprogramm Elektromobilität der Bundesregierung (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b), Koalitionsvertrag nach der Bundestagswahl 2013 (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2013a, S.44), Koalitionsvertrag nach der Bundestagswahl 2017 (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2018, S. 77).

die Marktdurchdringung von rein elektrischen Batteriefahrzeugen in Deutschland zu Beginn des Jahres 2017 bei nur 0,07 % aller Pkw bzw. 0,36 %, wenn Hybrid-Pkw (Plug-In-Hybride) hinzugenommen werden (Kraftfahrt-Bundesamt 2017c).

Während die Automobilindustrie die Technik in den Fahrzeugen als durchaus ausgereift einschätzt und vor allem Defizite außerhalb des Fahrzeugs als Grund für die niedrige Akzeptanz am deutschen Markt identifiziert (Verband Deutscher Automobilindustrie 2016), z. B. den Mangel an „einfacher Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum“ sowie das fehlende „attraktive Kaufumfeld“ für deutsche Kunden, sieht die Nationale Plattform Elektromobilität (NPE) noch großen Forschungsbedarf vor allem bei den Batterien, die über eine zu geringe Reichweite (in einem Umfeld niedriger Infrastrukturabdeckung) verfügen (Nationale Plattform Elektromobilität 2014). Seitens der Wissenschaft werden hingegen als Markthemmnis die mangelnde Berücksichtigung der Bedürfnisse und Prioritäten der unterschiedlichen Nutzergruppen bei der Ausgestaltung der gesetzlichen Rahmenbedingungen herausgestellt (Dütschke et al. 2015).

Insgesamt scheint es also, als sei die prominenteste Herausforderung des Systems Elektromobilität, dass zu seiner Umsetzung komplexe Veränderungen in gleich mehreren und teils vollkommen unterschiedlichen Bereichen notwendig sind: gesetzgeberisch, infrastrukturell, technologisch und letztlich auch bei den Nutzern der Fahrzeuge. So stellt Jänicke (2008) u. a. am Beispiel der Wahl von alternativen Verkehrsträgern, schon im Jahr 2008 fest, dass, trotz vieler erfolgreicher Maßnahmen in der Umweltpolitik insgesamt, besonders dort, „wo der für Deutschland typische Erfolgspfad innovationsorientierter Umweltpolitik [...] nicht anwendbar ist – wo also nicht technische Lösungen [...], sondern strukturelle Änderungen [...] gefragt sind“ (Jänicke 2008, S. 3), die Politik in den vergangenen Jahrzehnten am häufigsten versagt hat. Diese Einschätzung kennzeichnet besonders die Etablierung von Elektromobilität, wo nicht alleine der Anschluß einer Batterie an den Antriebsstrang zu einem Technologiewandel im Verkehrssektor führt, sondern neben der Entwicklung hinreichend alltagstauglicher Antriebssysteme auch Rohstoffvorkommen gesichert und neue Wertschöpfungsketten erschlossen werden müssen. Hinzu kommt die flächendeckende Bereitstellung einer neuen Infrastruktur, die zudem mit bisherigen Energiesystemen kompatibel gestaltet werden muss, wie auch die Heranführung der Fahrzeugnutzer an die Handhabung der neuen Technologie und ihrer Akzeptanz der Unterschiede zu den bisherigen Fahrzeugsystemen sowie die sich daraus ergebenen neuen Mobilitätsmuster.

Mit Blick auf das eigentliche Problem des anthropogenen Klimawandels und der Notwendigkeit, die Treibhausgasemissionen auch und insbesondere im Verkehrssektor drastisch zu reduzieren, stellt sich bei der Etablierung von Elektromobilität als einer zentralen politischen Maßnahme zur verkehrlichen Treibhausgasreduktion nicht nur die Frage ihrer schwierigen planerischen Umsetzung, sondern vor allem auch, in welchem Maße die Elektrifizierung von Fahrzeugen im Straßenverkehr überhaupt kurz- und mittelfristig zu der erhofften Dekarbonisierung des Verkehrssektors beitragen kann (vgl. Schallaböck und Carpantier 2012; Richter und Lindenberger 2010, analog auch Sachverständigenrat für Umweltfragen 2005, S.192ff.). Neben dem qualitativen Nachweis, also dem Carbon Footprint von Elektrofahrzeugen im Vergleich zu der bisherigen Fahrzeugtechnik, erfordert dies auch eine quantitative Einschätzung unter Berücksichtigung der verkehrlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen. So konnte beispielsweise in Deutschland seit 1990 die Energieeffizienz des Straßenverkehrs, also der Ausstoß von CO_2 pro Einheit Verkehrsleistung, zwar verbessert werden (Puls 2013, S. 7 f.). Allerdings wurde dieser Effekt durch die insgesamt gestiegene Verkehrsleistung überkompensiert, so dass die absoluten Emissionen gegenüber dem Basisjahr 1990 seitdem weiter steigen (Puls 2013, S. 7 f.). Hinzu kommt, dass in einem freien Markt, also ohne das generelle Zulassungsverbot von verbrennungsmotorischen Fahrzeugen und der Wahlfreiheit zwischen den unterschiedlichen Antriebssystemen, die neue Technologie auch von den Nutzern akzeptiert und eingesetzt werden muss. Ohne

einen entsprechenden Hochlauf der Marktanteile von Elektrofahrzeugen sind jegliche Treibhausgasreduktionsszenarien ohnedies hinfällig. Somit stellen auch die Fahrzeugnutzer einen wichtigen Baustein in der vorliegenden Analyse dar.

Während einzelne Aspekte der Etablierung von Elektromobilität in der Literatur in Teilen bereits betrachtet wurden, z. B. die qualititative Betrachtung des Treibhausgasausstoßes von Elektrofahrzeugen im Vergleich zu herkömmlichen Antrieben (vgl. Helms et al. 2011, Richter und Lindenberger 2010, Hall und Lutsey 2018, Held et al. 2016 u. a.) oder die quantitative Modellierung des Fahrzeughochlaufs (vgl. Kasten et al. 2017, Schmied et al. 2015, Hacker et al. 2011, Nemry und Brons 2011 u. a.), so fehlt bisher die zusammenfassende Betrachtung all dieser Aspekte und die Analyse der sie bestimmenden Faktoren. Um das Potenzial, welches Elektromobilität zur Reduktion der Treibhausgasemissionen im Straßenverkehrssektor besitzt, abschätzen und für die Politik Handlungsempfehlungen für eine erfolgreiche Technologieeinführung ableiten zu können, bedarf es neben der Beurteilung technischer Elemente, also bspw. des *Carbon Footprints* unterschiedlicher Fahrzeugkonfigurationen, vor allem auch des Einbezugs der planerischen Ebene. Sie bestimmt letztlich, in welchem Umfeld sich eine Technologie entwickeln kann, ob hierzu förderliche Rahmenbedingungen vorliegen, die Bedürfnisse der Stakeholder berücksichtigt werden und somit die neue Technologie überhaupt die Voraussetzungen mit sich bringt, am Markt akzeptiert zu werden.

Die vorliegende Arbeit hat zum Ziel, die Etablierung von Elektromobilität zur Verminderung von Treibhausgasemissionen im motorisierten Straßenverkehr als politische Maßnahme zu beschreiben, ihre bisherige Umsetzung zu bewerten und ihr zukünftiges Potenzial zu bestimmen.

Sie erörtert dazu unter Zuhilfenahme der Methodik der Planungsanalyse nach Flämig (2004), ob und unter welchen Voraussetzungen batteriebetriebene Elektromobilität überhaupt einen Beitrag zum Klimaschutz leisten kann. Die Arbeit wird hierbei geleitet von der Forschungsfrage: „**Kann mit der Maßnahme das Ziel erreicht werden?“**

Die Arbeit verbindet diese Analyse mit einer ex-post durchgeführten Betrachtung der bisherigen Umsetzung der diesbezüglichen Technologieförderung in Deutschland. Die dabei leitende Forschungsfrage lautet: „**Wie wurde die Maßnahme implementiert?“**

Dabei beschreibt die Arbeit nicht nur die Maßnahmenimplementation deskriptiv, sondern identifiziert auch die Faktoren (Determinanten), welche die Implementation beeinflussten, und beschreibt deren Wirkung auf den Planungsprozess, so dass diese Erkenntnisse bei zukünftigen Technologieeinführungen berücksichtigt werden können. Die für diesen Untersuchungsschritt leitende Forschungsfrage lautet: „**Wodurch wurde die Implementation beeinflusst?“**

Mittels der Verbindung dieser drei Ebenen kann die Arbeit das zukünftige Potenzial von Elektromobilität zur Reduktion von Treibhausgasen skizzieren und, basierend auf den Erfahrungen aus dem bisherigen politischen Planungsprozess (inklusive ihrer Determinanten), Handlungsempfehlungen formulieren, mit denen dieses Potenzial gehoben werden kann.

Die Arbeit unterschiedet sich dabei zudem von der bisher verfügbaren Literatur durch die Verknüpfung der Planungsanalyse mit fahrzeugbezogenen Realdaten aus dem in der Vorbemerkung erwähnten Demonstrationsprojekt *Wirtschaft am Strom*, des zum Zeitpunkt der Analyse größten deutschen Flottenversuchs mit reinelektrischen Pkw. Die Daten sind aufgrund des Stichprobenumfangs und der Erhebungstiefe in hohem Maße statistisch abgesichert und unterscheiden sich teils signifikant von den in den oben zitierten Arbeiten anderer Autoren oftmals verwendeten Literaturdaten oder Herstellerangaben.

Als Untersuchungsmethode für eine solche qualitative wie quantitative Betrachtung eignet sich besonders gut die Planungsanalyse (vgl. Flämig 2004). Sie bietet mittels eines systemtheoretischen Zu-

gangs ein Instrumentarium an, mit dem auch komplexe Planungsprozesse ex-post im Detail untersucht und beurteilt werden können, ohne dabei die Interdependenzen und Multikausalitäten, welche diese Planungsprozesse oftmals kennzeichnen, in der Abstrahierung der Beurteilung zu verlieren.

Als Untersuchungsraum wird neben der Bundesebene auch die kommunale Ebene, in diesem Fall die deutsche Großstadt Hamburg, betrachtet. Besonders in Ballungsräumen haben technologische Lenkungsmaßnahmen ein hohes Erfolgspotenzial, da durch die räumliche Verdichtung eine effiziente Umsetzung möglich ist (Dodman 2009, S. 197ff.; United Nations 1992, S. 291ff.). Zudem verspricht der urbane Raum hinsichtlich des Klimaschutzes im Verkehr eine hohe Effektivität, da in ihm 40 % der EU-weiten verkehrsbezogenen CO_2-Emissionen (Europäische Kommission 2016b) entstehen. Aufgrund der in Deutschland noch vergleichsweise wichtigen Stellung des ländlichen Raums (Crosta und Maguire 2007, S. 29ff.) beträgt dieser Wert in Deutschland nur 25 % (Verron 2010, S. 4), hinzuzurechnen sind aber die Verkehrsbewegungen in das und aus dem Umland, was insbesondere für Hamburg als Metropolregion von Bedeutung ist.

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

2. Hintergrund, Aufbau und Methodik

Das nachfolgende Kapitel stellt einleitend den theoretischen Hintergrund der Arbeit kurz dar und skizziert deren Aufbau. Hierbei werden auch zentrale Begriffe eingeführt. Anschließend widmet sich das Kapitel dann ausführlich der angewandten Methodik, im Rahmen dessen auch die Systemgrenzen der Arbeit definiert werden.

2.1. Einführung in den theoretischen Hintergrund der Arbeit

Wie im Einleitungskapitel der Arbeit aufgezeigt, stellt die Etablierung von Elektromobilität zur Reduktion der verkehrlichen Treibhausgasemissionen einen sehr komplexen Planungsprozess dar, da zwischen dem erwünschten (Politik)Ziel (Treibhausgasreduktion) und der daraufhin verabschiedeten zentralen Maßnahme (Etablierung von Elektromobilität) per se kein direktes Wirkverhältnis besteht. Vielmehr wäre eine solche Systemintervention nur dann deterministisch, wenn Untersuchungsgegenstand und Maßnahme vollständig verstanden wären und deren Interaktionen außerhalb der Einflussfaktoren anderer Systeme stattfänden, also unabhängig von technischen Entwicklungen, rechtlicher Rahmenbedingungen sowie Nutzerakzeptanz. Für komplexe Systeme trifft dies für gewöhnlich nicht zu (vgl. Flämig 2004, S. 21ff.). Stattdessen führen unzureichendes Wissen über die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Systemelementen und dem Systemumfeld oder eine zu große Komplexität des Planungsgegenstandes insgesamt oftmals zu Mängeln in der Zielerreichung (vgl. auch Schönwandt et al. 2011 und seine Aspekte der Planungstheorie der *Dritten Generation*).

Flämig 2004 (S. 6) identifiziert dabei drei Ebenen, auf denen Planungsdefizite entstehen können:

- Auf der **Maßnahmenebene** fehlt das nötige Maßnahmenwissen, also die Information, ob und welche Implementationsschritte nötig sind, um systemweite Veränderungen zu bewirken. Dabei reicht es nicht aus, möglichst viele Informationen über den Planungsgegenstand zu akkumulieren, sondern entscheidend ist, ob diese Informationen auch zu Wissen (Maßnahmenwissen) geformt werden können.
    - *Beispiel: Erlaubt das deutsche Energierecht überhaupt das Laden von Elektrofahrzeugen im öffentlichen Raum oder müssen hier gesetzliche Änderungen vor der Einführung von Elektrofahrzeugen verabschiedet werden?*
- Auf der **Wirkungsebene** entfaltet die Maßnahme nicht die erwünschte Wirkung. So gab es vielleicht noch Nebeneffekte oder indirekte Wirkungszusammenhänge, die vorher nicht bekannt waren.
    - *Beispiel: Wird die Klimaschutzwirkung von Elektrofahrzeugen durch die Herstellung der Batterien konterkariert?*
- Auf der **Handlungsebene** liegen Vollzugsdefizite vor. Dabei kann entweder die geplante Maßnahme nicht korrekt umgesetzt worden sein, oder die Akteure wussten nicht, wie sie richtig umzusetzen ist. Hierbei ist dann zu unterscheiden, ob es sich um rein technische Implementationsdefizite handelte, beispielsweise fehlende Materialien, oder aber Hindernisse grundlegender Art vorliegen, z. B. Zielkonflikte oder für die Akteure nachteilige Handlungen.
    - *Beispiel: Ist die deutsche Automobilindustrie bereit, kostengünstige Elektrofahrzeuge anzubieten, wenn bei konventionellen Fahrzeugen höhere Margen zu erzielen sind und zugleich Überkapazitäten bestehen?*

Um die offensichtlichen und weniger offensichtlichen Abhängigkeiten in komplexen Systemen zu verstehen, Planungsprozesse ex-post auf Hemmnisse und Erfolgsfaktoren hin untersuchen zu können, und daraus ex-ante Optimierungspotenziale für zukünftige Planungen ableiten zu können, bietet

die Planungsanalyse einen mehrschichtigen Analyserahmen. Er besteht aus sechs Einzelschritten, mittels derer ein existierender Planungsprozess in seiner Entstehung, Umsetzung und seinem Zielerreichungsgrad strukturiert beschrieben und beurteilt werden kann (Flämig 2004, S. 51ff.). Der nachfolgende Aufbau der Arbeit zeigt auf, wie dieser Analyserahmen in der vorliegenden Arbeit eingesetzt wurde. Weitergehende theoretische Erläuterungen zu den einzelnen Bausteienen der Planungsanalyse finden sich jeweils in den entsprechenden Abschnitten der Methodik.

2.2. Aufbau der Arbeit

Die Arbeit führt mittels einer vorangestellten Einleitung zunächst in die Thematik ein, erläutert den dabei identifizierten Forschungsbedarf und leitet zu den in der Arbeit aufgestellten Forschungsfragen hin (Kap. 1). Hierbei erfolgt auch eine, zunächst noch grobe Darstellung der Vorgehensweise der Arbeit. Diese wird im darauffolgenden Kapitel im Detail erläutert (Kap. 2). Dabei erfolgt auch eine Einführung in den theoretischen Hintergrund der Arbeit und die verwendete Methodik. Um den Rahmen der vorliegenden Untersuchung dabei sächlich, räumlich und zeitlich zu definieren, erfolgt anschließend eine Darstellung und Begründung der verwendeten Systemgrenzen (Kap. 3).

Als ersten Analyseschritt beschreibt die Arbeit dann in einer zu Beginn durchgeführten Situationsanalyse das Umfeld, welches mit seinen spezifischen „Problemlagen“ zu der Zieldefinition im Planungsprozess führte und in dessen Rahmen der Planungsprozess stattfindet. Die Zielanalyse untersucht daraufhin die gesetzten Ziele des Planungsprozesses und unterteilt diese in Ergebnis- bzw. Qualitätsziele und Handlungs- bzw. Vorgehensziele. In der Maßnahmenanalyse erfolgt eine Identifikation und Bewertung der aus den Zielen abgeleiteten Maßnahmen.

Die Wirkungsanalyse bilanziert die Maßnahmenumsetzung hinsichtlich der Maßnahmenwirkung (Maßnahmenwirkungsanalyse) wie auch der dabei durchgeführten Handlungen (Handlungswirkungsanalyse). Hierbei können in beiden Fällen Effektivität und Effizienz als Maßstab genutzt werden (siehe gesonderte Begriffserklärung im folgenden Abschnitt). Anschließend fokussiert die Determinantenanalyse auf die Faktoren, welche die Maßnahmenimplementation auf der Handlungs- und der Organisationsebene beeinflussten. An dieser Stelle werden auch elektrofahrzeugspezifische Faktoren untersucht. Abschließend erfolgt die zusammenfassende Beantwortung der Forschungsfragen, die Benennung von Erfolgsfaktoren und Hemmnissen, auf Grundlage derer dann Handlungsempfehlungen formuliert werden (siehe auch Abbildung 1).

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

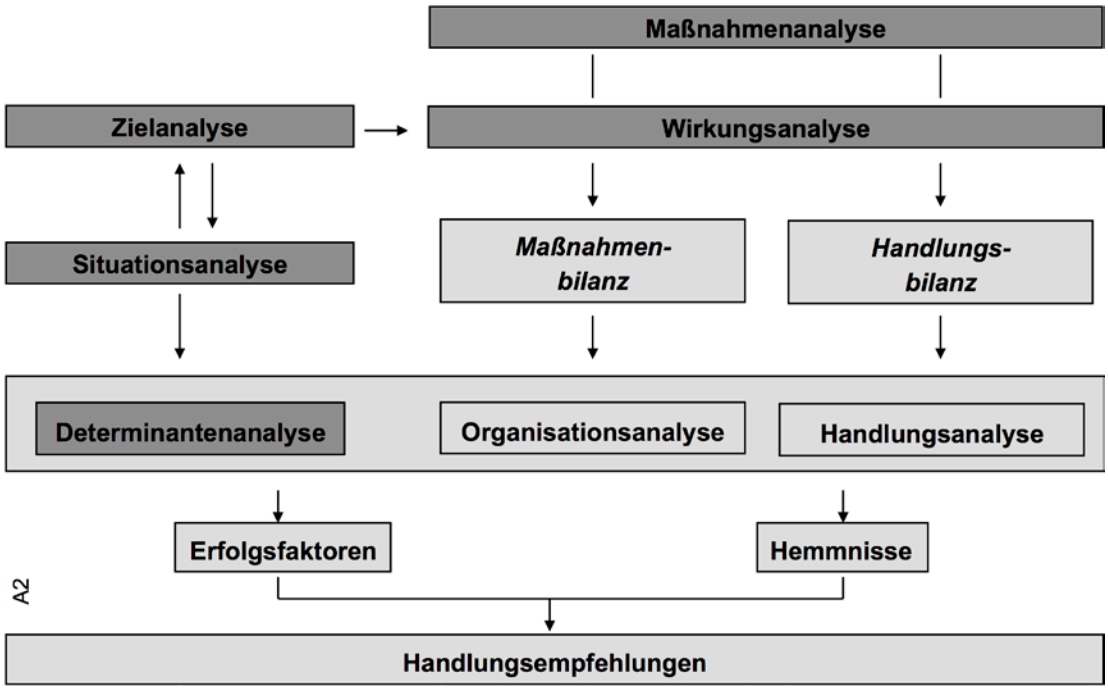


Abbildung 1: Schematischer Aufbau der Planungsanalyse.

Eigene Darstellung nach Flämig (2004, S. 52).

Die Arbeit endet schließlich mit der Synthese der erlangten Erkenntnisse, einer kritischen Reflexion der genutzten Methoden und der Identifikation von weiterem Forschungsbedarf. Eine grafische Übersicht über den kompletten Aufbau der Arbeit gibt am Ende dieses Kapitels Abbildung 2.

Nachfolgend werden die einzelnen Analyseschritte nochmals eingehender dargestellt und den jeweiligen Kapiteln im Text zugeordnet. Es erfolgt dabei eine inhaltliche Zuordnung der in der Einleitung genannten Forschungsfragen zu einzelnen Bausteinen der Planungsanalyse sowie eine Formulierung von Untersuchungsfragen. Untersuchungsfragen helfen, die zur Beantwortung der übergeordneten Forschungsfrage durchzuführenden Einzeluntersuchungen in sich abgeschlossen und nachvollziehbar zu präsentieren.

Situationsanalyse (Kap. 4): Die Situationsanalyse beschreibt den Planungsgegenstand, indem sie die vorliegenden Ausgangs- und Rahmenbedingungen sowohl sachlich wie auch räumlich erfasst (vgl. auch Flämig 2004, S. 53ff.). Da die vorliegende Arbeit als beispielhafte Implementationsebene den Hamburger Wirtschaftsverkehr nutzt, analysiert die Situationsanalyse die relevanten Strukturdaten von Hamburg, z. B. Daten zum städtischen Verkehrsaufkommen oder bestehende ordnungspolitische Regularien. Der Fokus liegt dabei auf den für das Zielsystem und für die Maßnahme relevanten Parameter, also beispielsweise Luftemissionsmengen (Zielsystem) oder verkehrliche Voraussetzungen (Maßnahmenebene), wie Verkehrsmittelwahl (engl. *modal split*) oder Ladesäulenangebot. Zusätzlich müssen hierbei auch die übergeordneten Systemebenen beachtet werden, die den handlungsleitenden Rahmen für die Betrachtungsebene darstellen. Für Hamburg ist dies die nationale Gesetzgebung, weshalb die in der Situationsanalyse untersuchten Strukturdaten auch jeweils mit den deutschlandweiten Daten, soweit zutreffend, in Beziehung gesetzt werden.

Die leitende Untersuchungsfrage der Situationsanalyse lautet dabei: „Welche Rahmenbedingungen lagen dem Planungsprozess zugrunde?“ (*Untersuchungsfrage SA*).

Zielanalyse (Kap. 5): Die Zielanalyse umgrenzt das ideelle System, welches durch die Intervention in das aktuelle System erreicht werden soll (vgl. auch Flämig 2004, S. 54). Hierbei werden die Inhalte,

die das Zielsystem umfassen soll, wie auch dessen Ausmaß beschrieben. Konkret sind das die nationalen Klimaschutzziele, wie sie in internationalen Abkommen oder freiwilligen, nationalen Selbstverpflichtungen vereinbart wurden. Ergänzt werden diese durch die kommunalen Zielsetzungen in diesem Bereich, welche sich beispielsweise aus Wahlprogrammen, Regierungserklärungen oder gesetzlichen Vorgaben ergeben. Hinzu kommen zeitliche Vorgaben, bis wann der gewünschte Systemzustand erreicht sein soll (z. B. welche Reduktion von Treibhausgasen bis zu welchem Jahr), und gegebenenfalls eine Zielhierarchie, falls mehrere Ziele mit unterschiedlicher Priorität erreicht werden sollen. In Verbindung mit der vorangegangenen Situationsanalyse ist es zudem möglich, im Rahmen der Zielanalyse auch die Validität des Zielsystems zu überprüfen, also ob die Ziele inhaltlich wie auch ressourcenseitig überhaupt erreichbar sind. Die Analyse unterscheidet hierbei zwischen den mit der verabschiedeten Maßnahme (Etablierung Elektromobilität) verbundenen Ergebnis- bzw. Qualitätszielen und Handlungs- bzw. Vorgehenszielen. Letztere stellen Umsetzungsziele dar. Beide Zielkategorien werden strukturiert und wertfrei abgebildet sowie auf ihre innere Kohärenz oder die äußere Kompatibilität hin überprüft, also ob sie beispielsweise in sich schlüssig oder vielleicht gegensätzlich sind, oder welche Kompatibilität die als Teil der Maßnahme geplanten Systeminterventionen mit den übergeordneten Politikzielen haben.

Die leitende Untersuchungsfrage der Zielanalyse lautet: „Welche politischen Ziele lagen dem Planungsprozess zugrunde?“ (*Untersuchungsfrage ZA*).

Maßnahmenanalyse (Kap. 6): Im Rahmen der Analyse werden die verabschiedeten Einzelmaßnahmen zur Zielerreichung abgebildet und aufgezeigt, wie diese formuliert wurden (vgl. auch Flämig 2004, S. 54f.).

Die leitende Untersuchungsfrage der Maßnahmenanalyse lautet hierbei: „Welche Maßnahmen wurden wie im Planungsprozess formuliert?“ (*Untersuchungsfrage MA*).

Wirkungsanalyse: Die Wirkungsanalyse stellt eine Art Erfolgskontrolle auf der Maßnahmen- und Handlungsebene dar, da ein Scheitern in diesen beiden Bereichen zu einer erfolglosen Systemintervention führt. Die Analyse prüft, wie weit die geplante Maßnahme überhaupt umgesetzt wurde und ob die gesteckten Ziele damit erreicht werden konnten (dies betrifft die Umsetzungsschritte wie auch die Maßnahme als Ganzes) (vgl. auch Flämig 2004, S. 55ff.). Die Analyse teilt sich hierfür in zwei Schritte auf, in der die zwei Ebenen *Maßnahme* und *Handlung* separat betrachtet werden.

> **Maßnahmenwirkungsanalyse** (Kap. 7): Die Maßnahmenwirkung beschreibt die substantielle Wirkung einer Systemintervention, also die indikatorenbasierte Beurteilung eines Veränderungsprozesses durch eine Maßnahme. Ihr liegt die Frage nach der Zielerreichung der Maßnahme auf der Wirkungsebene zugrunde. Wie eingangs beschrieben, geht es in der vorliegenden Arbeit bei der Klimawirkung von Elektromobilität vor allem um eine exemplarische, qualitative Untersuchung der Tauglichkeit der Maßnahme (bzw. des Maßnahmenbündels) für die Zielerreichung (*proof of concept*), statt um die absolut erzielte Reduktionsmenge von Treibhausgasen in der in der Arbeit untersuchten Markteinführungsphase. Grund hierfür sind zum einen die bei der Markteinführung elektrischer Fahrzeuge erwartbar geringen Mengen eingesparter Treibhausgase, zum anderen aber auch die Schwierigkeiten in der eindeutigen Zuordnung von Wirkungen zu Maßnahmen – einer generellen Problematik der Maßnahmenwirkungsanalyse bei abstrakten Handlungsgegenständen wie den Treibhausgasemissionen von Fahrzeugen im Straßenverkehr. So können beispielsweise durch andere Klimaschutzmaßnahmen, Variabilitäten in der Hintergrundbelastung o.ä. die Immissionswerte sinken, ohne dass dieser Effekt ursächlich der analysierten Systemintervention zugeschrieben werden kann. Demnach steht nicht die im Beobachtungszeitraum erzielte Wirkung der Maßnahme im Fokus des Kapitels, sondern vielmehr lautet die für die Maßnahmenwirkungs-

analyse abgeleitete Forschungsfrage: „Kann mit der Maßnahme das Ziel erreicht werden?“ (*Forschungsfrage MWA*).

Im Hinblick auf die Maßnahmeneffektivität auf der Wirkungsebene bedient sich die Analyse mehrerer empirischer Auswertungen. Sie ermöglichen innerhalb einer definierten Stichprobe die Gegenüberstellung des kilometerbasierten Treibhausgasausstoßes von Batteriefahrzeugen und herkömmlichen Fahrzeugen jeweils unter Berücksichtigung der Vorkette (Fahrzeug und Strom). Die berechneten Ergebnisse lassen dann eine Abschätzung für den gesamtdeutschen Fahrzeugbestand zu. Wie bereits erwähnt, ist für eine mögliche Zielerreichung aber nicht nur ein Klimavorteil der neuen Technologie über ihren gesamten Lebenszyklus wichtig, sondern auch eine hinreichende Marktakzeptanz von Elektrofahrzeugen und förderliche Rahmenbedingungen für deren Einsatz.

Im Rahmen einer Effizienzbetrachtung beschäftigt sich die Maßnahmenwirkungsanalyse daher im zweiten Schritt mit dem Weg zum Erreichen der erhofften substantiellen Wirkung der Maßnahme. Konkret prüft sie dabei zum einen, ob und welche Anspruchsgruppen (engl. *stakeholder*) in den Planungsprozess eingebunden wurden, um Elektrofahrzeuge zum Einsatz zu bringen und deren Akzeptanz zu fördern (planerische Ebene ebenso wie die konkreten Nutzer). Zum anderen zeigt die Analyse auf, ob und welche gesetzlichen Veränderungen für die erfolgreiche und langfristige Etablierung von Elektromobilität vollzogen wurden. Hiermit kann auch beurteilt werden, wie dauerhaft die Systemintervention angelegt wurde, also ob deren Umsetzung einen langfristigen Wandlungsprozess initiiert hat (vgl. Prittwitz 1994, S. 63).

Die *Forschungsfrage MWA* ist hierfür in drei Untersuchungsfragen unterteilt. *Untersuchungsfrage MWA-1* untersucht quantitativ, wie hoch der Treibhausgasausstoß eines rein batterieelektrischen Fahrzeugs (BEV) im Vergleich zu verbrennungsmotorischen Modellen (ICEV) ist. Sie lautet: „Wie hoch ist der Treibhausgasausstoß eines BEV im Vergleich zu ICEV?“ (*Untersuchungsfrage MWA-1*).

Anschließend beurteilt *Untersuchungsfrage MWA-2* quantitativ auf Grundlage dieser Ergebnisse mittels Hochrechnung, wie effektiv BEV generell zur Treibhausgasreduktion im untersuchten Emissionssektor sind. Sie lautet: „Wie effektiv sind BEV zur Treibhausgasreduktion im Straßenverkehrssektor?“ (*Untersuchungsfrage MWA-2*).[12]

Untersuchungsfrage MWA-3 fokussiert hinsichtlich der substantiellen Wirkung der Maßnahme auf deren Wegbereitung mittels Akzeptanz, Verbreitung und Rahmenbedingungen und lautet: „Welche Akteure wurden wie in die Förderung von Elektromobilität eingebunden und welche gesetzlichen Rahmenbedingungen wurden verändert?“ (*Untersuchungsfrage MWA-3*).

Handlungswirkungsanalyse (Kap. 8): Die Handlungswirkung beschreibt, in welchem Umfang die Maßnahme (bzw. das Maßnahmenbündel) realisiert wurde hinsichtlich der Umsetzung gewünschter Handlungen. Die die Handlungswirkungsanalyse bestimmende Forschungsfrage lautet daher: „Wie wurde die Maßnahme implementiert?“ (*Forschungsfrage HWA*).

Auch auf der Handlungsebene ist eine Betrachtung der Effektivität, also ein Abgleich des Zielerreichungsgrades, möglich. Dies ist beispielsweise über die Betrachtung des Mittelabflusses in Förderprogrammen möglich, also ob die seitens der Politik bereitgestellten Unterstützungsangebote von den entsprechenden Stakeholdern auch angenommen und wunschgemäß umgesetzt wurden. Dieser Aspekt wird qualitativ wie auch quantitativ innerhalb der

[12] Genaugenommen ist die Untersuchungsfrage MWA-1 nur eine notwendige Vorarbeit zur Beantwortung der Untersuchungsfrage MWA-2. Zum besseren Verständnis des logischen Ablaufs der Analyse wird sie hier jedoch als gleichwertige und vorgeschaltete Untersuchungsfrage behandelt.

Untersuchungsfrage HWA-1 spezifisch betrachtet. Sie lautet: „Wie wurde die Maßnahme angenommen und umgesetzt?“ (*Untersuchungsfrage HWA-1).*
Wie der Weg zur Zielerreichung der gewünschten Handlungen hingegen seitens der Politik überprüft und reguliert wurde, analysiert die Handlungswirkungsanalyse über das Merkmal der Effizienz. Die Arbeit kann den Planungsprozess diesbezüglich akteursbasiert nachzeichnen. Die Analyse fokussiert inhaltlich auf die *Untersuchungsfrage HWA-2*, die lautet: „Wie erfolgte die Überprüfung der Maßnahmenimplementation?“ (*Untersuchungsfrage HWA-2*).

Determinantenanalyse (Kap. 9): Für das ex-post Verständnis einer Systemintervention ist es nicht ausreichend, sie lediglich deskriptiv auf der Wirkungsebene zu skizzieren und die ursächlichen Gründe für das Maß ihrer Wirkung offen zu lassen, sondern es müssen in einem weiteren Schritt die Einflussfaktoren (*Determinanten*) identifiziert werden, welche die Maßnahmenwirkung insgesamt beeinflusst haben (vgl. Flämig 2004, S.61, S.202). Nur so ist es möglich, Erfolgsfaktoren und Hemmnisse für zukünftige Systeminterventionen abzuleiten und diese für die Politik als Handlungsempfehlungen zu formulieren. Die die Analyse leitende Forschungsfrage lautet hierbei: „Wodurch wurde die Implementation beeinflusst?“ (*Forschungsfrage DA*).

Bei dieser Analyse unterscheidet Flämig (2004, S. 58ff.) im Rahmen der Planungsanalyse wiederum zwischen zwei Betrachtungsebenen: der Organisationsebene und der Handlungsebene, welche entsprechend in zwei separaten Untersuchungssträngen analysiert werden:

- **Organisationsanalyse:** In diesem Untersuchungsschritt wird der organisatorische Aufbau der beteiligten Akteure untersucht. So können die formalen Zuständigkeiten innerhalb des untersuchten Planungssystems aufgezeigt werden. Hierbei wird auch auf die kommunikativen Abläufe innerhalb der betrachteten Organisationen eingegangen. Der Analyseschritt wird geleitet durch die Untersuchungsfrage: „Wie sehen Aufbau und Abläufe bei den beteiligten Akteuren aus?“ (*Untersuchungsfrage DA-1*).
- **Handlungsanalyse**: Bei dieser Analyse geht es um das Nachzeichnen des Planungsprozesses unter prozessualen Gesichtspunkten, mit Fokus auf hemmende oder förderliche Einflüsse in den unterschiedlichen Handlungsphasen des Planungsprozesses, also dem Handeln der Akteure. Die Untersuchung setzt zeitlich hierzu bereits vor der eigentlichen Maßnahmenumsetzung an, beginnend mit der Zusammenstellung der beteiligten Handelnden. Diese Phase wird von der Untersuchungsfrage DA-2 geleitet, die lautet: „Wie erfolgte die Formierung der Akteursarena?“ (*Untersuchungsfrage DA-2*).
  Die Frage des ursprünglichen Impulses für den Planungsprozess, also welche Ereignisse oder Veränderungen den Willen nach Veränderung politisch ausgelöst haben, wird im Rahmen der Untersuchungsfrage DA-3 erörtert, die lautet: „Was bestimmte die Agendaformierung?“ (*Untersuchungsfrage DA-3*).
  Die anschließende Umsetzung des Impulses in eine Art Arbeitsprogramm, im Fall der untersuchten Etablierung von Elektromobilität also die Schaffung unterschiedlicher Förderregime, wird durch Untersuchungsfrage DA-4 adressiert, die lautet: „Wie erfolgte die Politikformulierung?“ (*Untersuchungsfrage DA-4*).
  Ausführlich wird im Rahmen der Handlungsanalyse auch die Umsetzung der Maßnahme insgesamt bzw. der Einzelmaßnahmen beleuchtet. Dabei werden zum einen die Implementation der Förderprogramme und ihre Umsetzungsbedingungen aus Akteurssicht dargestellt. Untersuchungsfrage DA-5 konkretisiert diesen Arbeitsteil durch die Frage: „Wie bewerten Akteure die Umsetzungsbedingungen?“ (*Untersuchungsfrage DA-5*).
  Die Arbeit beschränkt sich jedoch nicht nur auf die Implementation der Förderprogamme, also die planerische Ebene, sondern integriert in der Betrachtung auch die technische Ebene, also die Nutzung von Elektrofahrzeugen durch die Nutzer. So bewertet *Untersuchungsfrage*

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

DA-6 den Einfluss von nutzerunabhängigen Faktoren, also jenen Faktoren, die alleine durch die Fahrzeugauslegung bestimmt werden. Sie lautet: „Welchen Einfluss haben nutzerunabhängige Faktoren im Fahrzeugeinsatz auf die Implementation?“ (*Untersuchungsfrage DA-6*).
Zusätzlich betrachtet die Analyse auch die Faktoren, die von Nutzern beeinflusst werden können. Hiermit weist die vorliegende Arbeit noch einmal deutlich auf die Rolle der Fahrzeugnutzer als maßgebliches Element im Planungsprozess hin. *Untersuchungsfrage DA-7* bewertet dazu den Einfluss von nutzerabhängigen Faktoren. Sie lautet: „Welchen Einfluss haben nutzerabhängige Faktoren im Fahrzeugeinsatz auf die Implementation?“ (*Untersuchungsfrage DA-7*).
Beide Untersuchungsfragen gliedern sich wiederum in die Einzelbetrachtung von jeweils drei fahrzeugspezifischen Parametern, die innerhalb der Untersuchungsfragen behandelt werden.

Beantwortung der Forschungsfragen (Kap. 10): Basierend auf den in den vorangegangenen Kapiteln bearbeiteten Untersuchungsfragen werden an dieser Stelle die eingangs aufgestellten Forschungsfragen zentral beantwortet.

Erfolgsfaktoren, Hemmnisse und Handlungsempfehlungen (Kap. 11): Dieses Kapitel fasst die wesentlichen Erkenntnisse der durchgeführten Analysen zusammen. Sie unterteilt diese in für die Maßnahmenumsetzung wirksame Erfolgsbedingungen und Hemmnisse. Ebenso formuliert sie auf dieser Grundlage Handlungsempfehlungen, welche die Politik heute bei der fortgeführten Ausgestaltung der übergeordneten Maßnahme Elektromobilität unterstützen können, aber auch bei zukünftigen Technologieeinführungen eine möglichst erfolgreiche Umsetzung politischer Maßnahmen ermöglichen sollen.

Synthese, Methodenreflexion und weiterer Forschungsbedarf (Kap. 12): In diesem die Arbeit abschließenden Kapitel werden noch einmal die zentralen Erkenntnisse der Arbeit zusammengetragen. Dabei werden die genutzten Methoden kritisch hinterfragt und möglicher weiterer Forschungsbedarf identifiziert, der sich aus der Arbeit ergibt.

Abbildung 2 fasst noch einmal die einzelnen Analyseschritte der durchgeführten Planungsanalyse visuell zusammen und gibt einen zusammenfassenden Überblick über den Aufbau der Arbeit sowie die aufgestellten Forschungs- und Untersuchungsfragen.

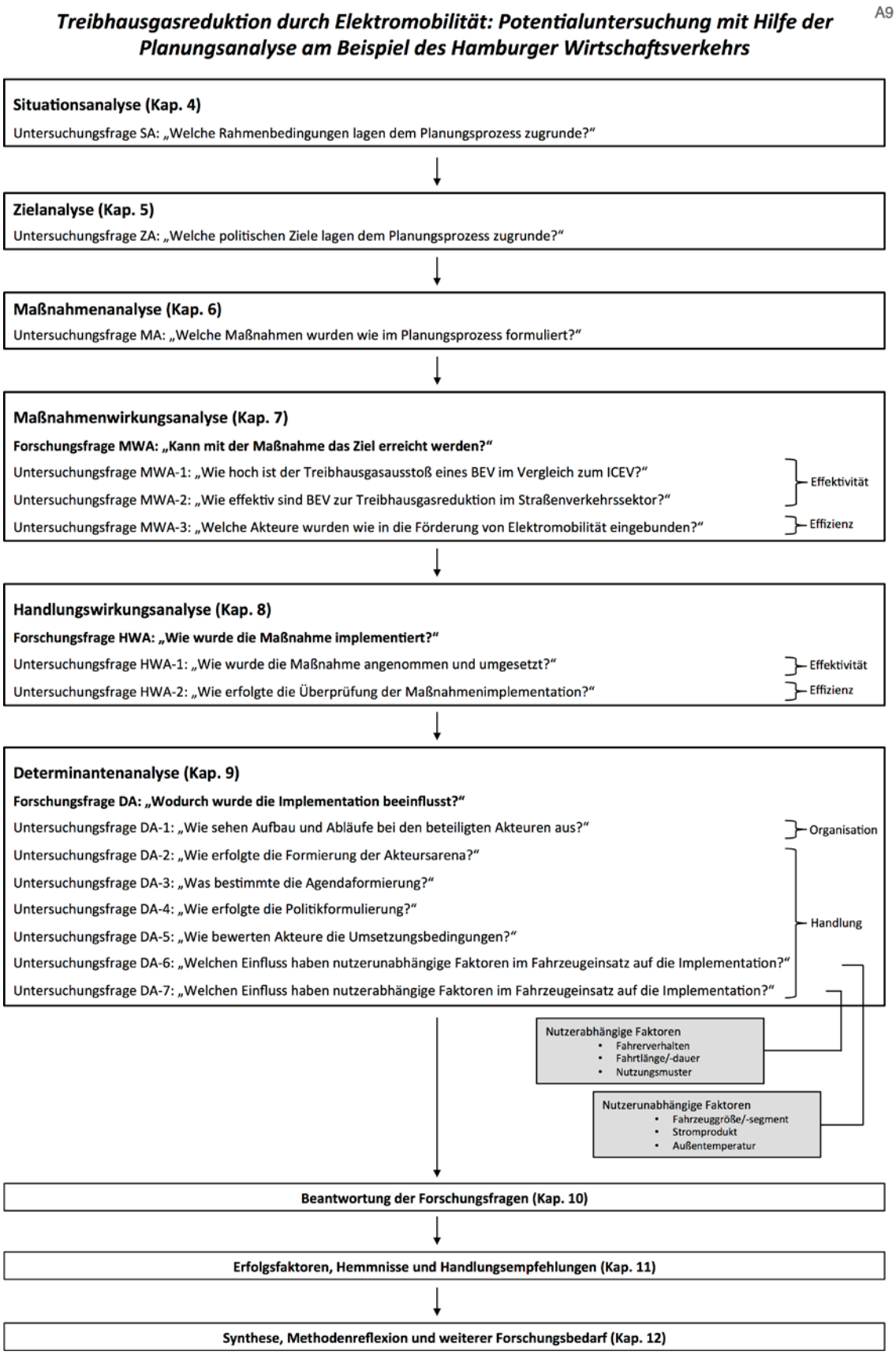


Abbildung 2: Aufbau der Arbeit mit Forschungsfragen und Kapitelzuweisungen.

Quelle: eigene Darstellung.

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

Die beschriebene Vorgehensweise im Analyserahmen der Planungsanalyse deckt sich weitestgehend mit den einschlägigen *Standards für Evaluation* der *Deutschen Gesellschaft für Evaluation* (Böttcher et al. 2017), die in ihren Empfehlungen an jeden Untersuchungsprozess vier grundlegende Anforderungen stellen: Nützlichkeit, Durchführbarkeit, Fairness und Genauigkeit (Böttcher et al. 2017, S. 18ff.). Lediglich der Bereich Fairness ist für die vorliegende Arbeit in der Beurteilung nur eingeschränkt zutreffend, da sich dieser Punkt weitesgehend auf Standards bei Auftragsarbeiten bezieht (bspw. formale Vereinbarungen zwischen den an einer Evaluation beteiligten Parteien, siehe Böttcher et al. 2017, S. 41ff.).

In der Wirkungsanalyse werden die Begriffe Effektivität und Effizienz eingeführt, die hier noch einmal dezidiert erläutert werden sollen. Als **Effektivität** wird die substantielle Wirkung einzelner Handlungsschritte in Bezug auf die Maßnahmenziele bezeichnet. Sie ist ein Maß für die Zielerreichung und stellt das Gewollte dem Erreichten gegenüber. Dies wird sowohl hinsichtlich der substantiellen Wirkung, also in der Maßnahmenwirkungsanalyse, als auch hinsichtlich der Umsetzung gewünschter Handlungen, also in der Handlungswirkungsanalyse, untersucht. Sie bewertet im vorliegenden Fall der exemplarischen Berechnung der Klimabilanz einzelner Fahrzeugsysteme für die Potenzialberechnung im Straßenverkehrssektor also die generelle Eignung einer Maßnahme hinsichtlich ihrer Möglichkeit, das vorgegebene Maßnahmenziel überhaupt zu erfüllen (vgl. auch Thommen 2019). Dabei beschränkt sich die Effektivitätsbetrachtung innerhalb der vorliegenden Arbeit nicht nur auf den *Carbon Footprint*, sondern berücksichtigt auch die Effektivität der Maßnahmen bei der „sachlichen Veränderung in dem jeweiligen Problemfeld (policy outcome)“, ob die „jeweiligen Adressaten öffentlichen Handels erreicht werden (policy impact)“ und ob die „Durchsetzungsinstanzen des jeweiligen Handlungsprogramms [...] aktiv werden (policy output)“ (Prittwitz 1994, S. 63). Hierzu wird die Umsetzung und Akzeptanz der relevanten Förderprogramme untersucht.

Als **Effizienz** wird hingegen die Wirksamkeit einzelner Handlungsschritte in Bezug auf das Maßnahmenziel bezeichnet. Sie beschäftigt sich also mit dem Weg zum Erreichen einer substantiellen Wirkung oder Handlung (Ziele). Hinsichtlich des oftmals auf Kosten reduzierten Begriffs der Effizienz weist Prittwitz (1994, S. 65) darauf hin, dass solch eine rein wirtschaftliche Bewertung problematisch ist, „wenn Nutzen- und Kostenkriterien nicht vergleichbar sind“. Gerade bei der Effizienz politischen Handelns, wie in der vorliegenden Arbeit, kann eine Effizienzbeurteilung daher auch über die organisatorische Effizienz betrachtet werden, beispielsweise durch Untersuchung der Einbindung von Akteuren oder der Kontrolle der Maßnahmenumsetzung durch die sie initiierenden Akteure.

Die zur Effektivitätsbewertung unter anderem herangezogene Methode der **Ökobilanzierung** (englisch *Life Cycle Assessment* bzw. LCA) basiert auf der DIN ISO 14040:2006 (DIN-Normenausschuss 2009) und der ISO 14044 (DIN-Normenausschuss 2018). Sie ist das aktuell (weltweit) einzige Bewertungsinstrument dieser Art, welches ISO-normiert ist, und berücksichtigt die Umweltwirkungen des untersuchten Produktes entlang des kompletten Lebensweges. Dazu zählen neben dem Rohstoffabbau und der -aufbereitung die Herstellung der Vorprodukte und Produkte (im Rahmen dieser Arbeit die betrachteten Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor und Elektromotor), deren Nutzung (entspricht den zugeführten Kraftstoffen bzw. elektrischer Energie) und ihrer Entsorgung. Der Begriff Ökobilanz wird dabei oftmals synonym mit den Begriffen Klimabilanz und Umweltbilanz genutzt, selbst vom Umweltbundesamt (vgl. Helms et al. 2016), da die ISO-Norm eine variable Zielsetzung innerhalb der Ökobilanz zulässt und somit Raum für unterschiedliche Untersuchungsschwerpunkte erlaubt. Da die vorliegende Arbeit Ökobilanzierungsparameter wie Versauerung oder Eutrophierung nicht berücksichtigt, sondern die Emissionen von Treibhausgasen untersucht (siehe Systemgrenzen, Kap. 3), wird in der vorliegenden Arbeit der Begriff Klimabilanz genutzt, um den Forschungsschwerpunkt besser herauszustellen.

2.3. Methodik

Die in der vorliegenden Arbeit durchgeführte Planungsanalyse nach Flämig (2004) stellt eine sehr heterogene Untersuchungsmethode dar, die einen weiten Bogen über alle Stationen des politischen Planungs- und Umsetzungsprozesses spannt. Entsprechend gibt es auch kein singuläres, standardisiertes Erfassungsverfahren, mit dem die einzelnen Prozessschritte und Betrachtungsebenen untersucht werden können. Vielmehr ist eine „Erhebungstrategie zu entwickeln, die bestimmt, mit welchen Erhebungstechniken die in der Systemabgrenzung festgelegten Objekte erfasst werden sollen und wann welche Technik zum Einsatz gelangen soll“ (Flämig 2004, S. 63). Die hierbei üblicherweise eingesetzte „systematische Inhaltsanalyse von Dokumenten, die Interviewmethode sowie die Technik des Beobachtens“ (Flämig 2004, S. 63) wird unter Berücksichtigung der in der vorliegenden Arbeit stark technisch ausgeprägten Wirkungsanalyse methodisch erweitert durch die empirische Auswertung von Fahrdaten aus gewerblich genutzten Elektrofahrzeugen und verbrennungsmotorischen Vergleichsfahrzeugen im Hamburger Wirtschaftsverkehr. Grund dafür ist, dass die genutzte Planungsanalyse nach Flämig (2004) für die Maßnahmenwirkungsanalyse lediglich Methoden vorschlägt, um Effizienz und Effektivität der Maßnahmenumsetzung grundsätzlich zu beurteilen. Allerdings kann dies nur erfolgen, wenn die substantielle Wirkung einer Maßnahme bereits bekannt ist, da es sich um ein generisches Instrumentarium handelt. Hier bedarf es spezifischer Wirkungsanalysen für den Anwendungsfall, wie sie in der vorliegenden Arbeit innerhalb der Handlungswirkungsanalyse sowie der Maßnahmenwirkungsanalyse durchgeführt werden.

Zur Übersicht zeigt Abbildung 3 die in den einzelnen Erhebungsteilen verwendeten Methoden. Diese sind im nachfolgenden Text dann detailliert aufgeführt.

Situationsanalyse	Untersuchungsfrage SA	Dokumentenanalyse
Zielanalyse	Untersuchungsfrage ZA	Dokumentenanalyse
Maßnahmenanalyse	Untersuchungsfrage MA	Dokumentenanalyse
Maßnahmenwirkungsanalyse	Untersuchungsfrage MWA-1	Berechnung (Fahrdaten)
	Untersuchungsfrage MWA-2	Berechnung (Fahrdaten, szenarienbasiert)
	Untersuchungsfrage MWA-3	Dokumentenanalyse
Handlungswirkungsanalyse	Untersuchungsfrage HWA-1	Dokumentenanalyse
	Untersuchungsfrage HWA-2	Interviews
Determinantenanalyse	Untersuchungsfrage DA-1	Dokumentenanalyse, Stakeholdermapping
	Untersuchungsfrage DA-2	Stakeholderanalyse
	Untersuchungsfrage DA-3	Medienanalyse, Interviews, Dokumenten-/Debattenanalyse
	Untersuchungsfrage DA-4	Interviews
	Untersuchungsfrage DA-5	Interviews
	Untersuchungsfrage DA-6	Berechnung (Fahrdaten)
	Untersuchungsfrage DA-7	Berechnung (Fahrdaten) A131

Abbildung 3: Übersicht über die je Analyseschritt genutzten Methoden.

Quelle: eigene Darstellung.

2.3.1. Situationsanalyse

Die Situationsanalyse (vgl. auch Flämig 2004, S. 53f.) gibt darüber Auskunft, in welchem Umfeld die politischen Ziele formuliert und umgesetzt wurden und ermöglicht erst so eine inhaltliche Einordung der Zielsetzungen, der daraus abgeleiteten Maßnahmen sowie eine Bewertung der Maßnahmen-

implementation. Die Analyse beantwortet die *Untersuchungsfrage SA*: „Welche Rahmenbedingungen lagen dem Planungsprozess zugrunde?“.

Die aktuelle Situation, also der *Ist-Zustand* des Systems, wird dazu durch räumliche und strukturelle, wirtschaftliche und wirtschaftsverkehrliche Aspekte sowie durch weitere Faktoren, die auf das Wirtschaftsverkehrssystem einwirken, beschrieben. Hinzu kommen das soziale Umfeld und gesellschaftliche Trends, welche die Entwicklung des Systems beeinflussen, also im konkreten Fall den Grad der Verbreitung von Elektrofahrzeugen.

Die Situationsanalyse beschreibt diese *Subsysteme* genannten Aspekte anhand indikatorbasierter Merkmale und dient als Grundlage, um die am Beispiel des Wirtschaftsverkehrs in Hamburg gewonnenen Erkenntnisse hinsichtlich ihrer Übertragbarkeit auf übergeordnete Systeme, im Falle dieser Arbeit das Bundesgebiet, zu prüfen und in Relation setzen zu können.

Zur Beschreibung des Ist-Zustands vom Planungssystem bedient sich die Situationsanalyse einer Aggregation und Bewertung öffentlich verfügbarer Strukturdaten. Diese müssen zwei Aspekten genügen: zum einen sollen sie das Verständnis und die Einordnung der Problemstellung unterstützen, also in der vorliegenden Arbeit die Treibhausgasemissionen allgemein sowie besonders im Verkehrssektor. Zum anderen soll die Analyse die Umgebungsvariablen der verabschiedeten Maßnahme abbilden. Im Fall der Maßnahme Elektromobilität gehören hierzu die räumlichen und strukturellen sowie die wirtschaftlichen und wirtschaftsverkehrlichen Aspekte, die auf das Wirtschaftsverkehrssystem in Deutschland und in Hamburg einwirken. Der räumliche Fokus der Arbeit liegt bei der Maßnahmenimplementation auf Hamburg und den dortigen Wirtschaftsverkehr. Wo möglich, findet dabei immer ein Vergleich mit der Bundesebene statt.

Die genannten Strukturdaten kommen hierfür größtenteils aus Datensätzen der Statistischen Ämter oder der bundes- oder landesgeografischen Dienste, die mit Messdaten zu Verkehrsdichten u.ä. angereichert werden. Um auch das soziale Umfeld zu erfassen, welches den Grad der Verbreitung von Elektrofahrzeugen beeinflusst, werden ebenfalls aus statistischen Quellen und Datenbanken oder spezifischen Veröffentlichungen Informationen z. B. zu Einkommensverhältnissen gewonnen.

Die erfassten Daten werden dabei in folgende Subsysteme gruppiert, um eine inhaltlich homogenere Abbildung zu erreichen:

- Raum (z. B. räumliche Einbettung Hamburgs in die sie umgebene Metropolregion, Siedlungsflächen)
- Wirtschaft (z. B. konjunkturelle Entwicklung oder Branchenverteilung)
- Sozio-Ökonomie (z. B. Bevölkerungswachstum, Beschäftigungsstruktur oder Einkommen)
- Verkehrssystem (z. B. vorhandenes Straßennetz, Ladestandorte für Elektrofahrzeuge, Fahrzeugbestand oder Fahrzeugnutzungsindikatoren)
- Sonstige Rahmenbedingungen für den Einsatz von BEV (z. B. bestehende Emissionsbelastungen, umweltpolitisches Umfeld oder vorhandene Erfahrungen im Bereich innovativer Antriebe)

Die in den Subsystemen abgebildeten Parameter werden nach Möglichkeit indikatorbasiert dargestellt, um zwischen den beiden Ebenen Bundesebene und Landesebene vergleichbar zu sein. Dies ist beispielsweise bei der Arbeitslosenquote gut möglich, während gesellschaftliche Trends damit weniger gut abgebildet werden können. Der Umfang und Detailgrad der verschiedenen Subsysteme wird dabei von der Relevanz der betrachteten Parameter für die Problemstellung und die verabschiedete Maßnahme bestimmt.

Im ersten Abschnitt der Situationsanalyse wird der Untersuchungsraum Hamburg und seine räumliche Einbettung in die ihn umgebene Metropolregion kurz dargestellt. Die wirtschaftliche Ausgangssituation greift anschließend die konjunkturelle Entwicklung sowie die Verteilung und wirtschaftliche Bedeutung der in Hamburg und Umgebung operierenden Branchen auf. Diese allgemeinen, zum grundsätzlichen Verständnis hilfreichen Informationen werden ergänzt durch eine Reihe sozioökonomischer Strukturdaten, wie Bevölkerungswachstum, Beschäftigungsstruktur und Einkommen.

Die für die Fragestellung der Arbeit besonders relevante verkehrliche Ausgangssituation wird anschließend umfassender dargestellt. Dabei wird nicht nur auf die wirtschaftsverkehrliche Bedeutung von Hamburg und der Metropolregion eingegangen, sondern auch auf das vorhandene Straßennetz, Ladestandorte für Elektrofahrzeuge, den Fahrzeugbestand sowie die Fahrzeugnutzung.

Abschließend werden noch eine Reihe weiterer Rahmenbedingungen erörtert, die eine Verbreitung von Elektrofahrzeugen begünstigen können. Neben Emissionsbelastungen oder der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung in Deutschland sind dies auch „weiche“ Faktoren, wie das umweltpolitische Umfeld oder vorhandene Erfahrungen im Bereich innovativer Antriebe.

Als zeitliche Systemgrenze der Analyse wird der Zeitraum von 2007 (politisch entspricht das dem letzten Jahr der 17. Legislaturperiode der Hamburger Bürgerschaft) bis 2017 festgesetzt, soweit aktuelle Daten für den jeweiligen Untersuchungsparameter vorliegen.

2.3.2. Zielanalyse

Die Zielanalyse stellt das übergeordnete Politikziel dar und ordnet dieses qualitativ wie quantitativ ein (vgl. auch Flämig 2004, S. 54). Sie beantwortet damit die *Untersuchungsfrage ZA*, nämlich welche politischen Ziele dem Planungsprozess zugrunde lagen.

Dabei wird zwischen Ergebnis- bzw. Qualitätszielen und Handlungs- bzw. Vorgehenszielen unterschieden. Handlungsziele können als eine Art Nebenziele gelten, sie stellen Umsetzungsziele dar, die oftmals im Rahmen von Maßnahmenbündeln genutzt werden, um das Ergebnisziel, quasi das Oberziel, zu erreichen. Sie werden sowohl auf Bundes- als auch auf Landesebene untersucht.

Für die Analyse bedient sich die vorliegende Untersuchung der Technik der Dokumentenanalyse als einer zentralen sozialwissenschaftlichen Methode bei der Politikfeldanalyse (vgl. Atteslander und Kopp 1999; Reh 1995, S. 201ff.; Mayring 2010b, S. 34ff.; Nawratil und Schönhagen, S. 334ff.). Ergänzt wird die Dokumentenanalyse durch eine Quellen- und Datenbankrecherche. So werden in einem ersten Schritt alle für den Themenbereich maßgeblichen politischen Quellen sowohl auf der Bundesebene als auch der Landesebene (Hamburg) identifiziert und kriterienbasiert untersucht. Auf beiden Ebenen werden hierzu die einschlägigen Klimaschutzprogramme herangezogen, die entweder dezidiert und singulär oder beispielsweise inkludiert im Rahmen von übergeordneten Programmen vorliegen, z. B. als Teil von Koalitionsverträgen. Auf Bundesebene werden zusätzlich noch die Zielsetzungen internationaler Klimaschutzvereinbarungen berücksichtigt, die sich beispielsweise aus der nationalen Umsetzung europäischer Gesetzgebung ergeben. Sie werden auf die grundsätzliche Anwendbarkeit für die Analyse (z. B. sachliche Einschlägigkeit, Geltungszeitraum etc.) geprüft. Innerhalb der so identifizierten politischen Programme findet eine Extraktion der darin genannten Implementationsziele und Umsetzungsschritte statt, beispielsweise durch Abgleich von Parametern wie Zielgruppe, rechtliche Anwendbarkeit, adressierte Akteursgruppen, zeitliche und sachliche Anknüpfbarkeit zu übergeordneten oder parallelen Programmen etc. Dadurch kann beurteilt werden, ob die Ziele beispielsweise in sich schlüssig oder vielleicht gegensätzlich sind. Die Qualität der einzelnen Zielformulierungen lässt sich anhand der SMART-Kriterien (spezifisch, messbar, akzeptiert, realistisch, terminiert) einordnen (vgl. Doran 1981) bewerteten. Hierbei zeigt sich auch, ob die Zielsetzung das

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

Problem angemessen adressiert (vgl. Schönwandt et al. 2011). Gerade im Hinblick auf den Untersuchungsraum Hamburg wird dabei auch die Kompatibilität der kommunalen, landespolitischen Programme mit denen übergeordneter Ebenen, also der Bundesebene, beurteilt.

2.3.3. Maßnahmenanalyse

Die *Maßnahmenanalyse* beschreibt die verabschiedeten Einzelmaßnahmen (vgl. Flämig 2004, S. 54f.). Sie beantwortet damit die *Untersuchungsfrage MA*, nämlich welche Maßnahmen wie im Planungsprozess formuliert wurden?

Dabei ist zu berücksichtigen, dass auch im Fall, dass ein Ergebnisziel (hier Treibhausgasreduktion im Verkehrssektor) mit einer zentralen Maßnahme (hier Etablierung Elektromobilität) adressiert wird, für deren Erreichen oftmals mehrere Einzelmaßnahmen oder Umsetzungschritte notwendig sind. Solch ein Maßnahmenbündel richtet sich dabei inhaltlich an den Handlungszielen aus, die ja ebenfalls als Vorgehensziele das Erreichen des Ergebnisziels unterstützen sollen. Exempel für solch eine Unterstützung einer zentralen Maßnahme durch untergeordnete Einzelmaßnahmen ist die Schaffung förderlicher gesetzlicher Rahmenbedingungen, bei der Gesetze und Verordnungen erlassen werden (alles jeweils Einzelmaßnahmen an sich), um die übergeordnete Maßnahme der Etablierung von Elektromobilität in Deutschland zu unterstützen.

Die Maßnahmenanalyse beschreibt all diese Einzelmaßnahmen und untersucht die in ihnen genannten Umsetzungsschritte detailliert. Dabei ist nicht nur die deskriptive Beschreibung einer Einzelmaßnahme (Förderumfang, Laufzeit etc.) relevant, sondern auch die inhaltliche Beurteilung, ob die geplanten Umsetzungsschritte auch die Handlungsziele inhaltlich addressieren, ob es Synergien mit anderen Maßnahmen gibt oder beispielsweise, ob ihre Implementation dauerhaft verankert oder reversibel angelegt ist, also jederzeit wieder zurückgenommen werden kann. Als Untersuchungsmethode kommen die Dokumentenanalyse (siehe oben) und Datenbankrecherche (für die Gesetze und Verordnungen) zum Einsatz. Bei den Programmen erfolgt obendrein eine Beurteilung der Qualität der formulierten Maßnahmen anhand der SMART-Kriterien (siehe oben).

2.3.4. Maßnahmenwirkungsanalyse

Die Maßnahmenwirkungsanalyse bilanziert als ein Teil der Wirkungsanalyse den Erfolg der übergeordneten Maßnahme auf der Maßnahmensebene (vgl. Flämig 2004, S. 57). Sie beantwortet dabei die *Forschungsfrage MWA*: „Kann mit der Maßnahme das Ziel erreicht werden?“.

Wie bereits in der Einleitung (Kap. 1) erläutert, kann sich aufgrund der noch frühen Marktphase von Elektromobilität die Bewertung der Maßnahme insgesamt (also des Maßnahmenbündels) nicht auf deren absolute Treibhausgasreduktion beschränken, sondern vielmehr soll im Rahmen der Maßnahmenwirkungsanalyse die Tauglichkeit der Maßnahme (Etablierung Elektromobilität) für die Zielerreichung (Treibhausgasreduktion im Straßenverkehrssektor) qualitativ beurteilt werden (*proof of concept*). Die Untersuchung beurteilt dabei sowohl die Effektivität, als auch die Effizienz der Maßnahmenwirkung. Hinsichtlich der Effektivität erfolgt die Analyse in zwei Schritten. In einem ersten Schritt wird zuerst ein Systemvergleich auf Einzelfahrzeugbasis durchgeführt wird. Die Untersuchungsfrage lautet hierbei, wie hoch der Treibhausgasausstoß eines BEV im Vergleich zu ICEV ist (*Untersuchungsfrage MWA-1*).

Anschließend werden anhand der ermittelten Referenzwerte neben dem heutigen Status-Quo drei Entwicklungsszenarien zum Markthochlauf errechnet werden, um das zukünftige Potenzial der Treibhausgasreduktion im Straßenverkehr zu beurteilen. Die Analyse beantwortet damit die Untersu-

chungsfrage, wie effektiv BEV zur Treibhausgasreduktion im Straßenverkehrssektor sein können (*Untersuchungsfrage MWA-2*).

Um die Effizienz der Maßnahmenwirkung zu beurteilen, adressiert die Untersuchung in einem zweiten Teil die Frage, welche Akteure wie in die Förderung von Elektromobilität eingebunden wurden, was letztlich die Grundlage für einen dauerhaften Wandlungsprozess ist (*Untersuchungsfrage MWA-3).*

2.3.4.1. Untersuchungsfrage MWA-1

Untersuchungsfrage MWA-1 hat zum Ziel, die Treibhausgasemissionen rein elektrisch angetriebener Fahrzeuge (BEV) denen vergleichbarer konventioneller Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor (ICEV) gegenüberzustellen und dabei die in den jeweiligen Fahrzeugtechnologien unterschiedlichen Einflussfaktoren für die Entstehung von Treibhausgasen aufzuzeigen. Diese Beurteilung erfolgt exemplarisch und auf Grundlage eines Lebenszyklusansatzes[13]: somit werden neben den Emissionen aus der Betriebsphase (also der gesamten Produktlebensdauer) auch die Aufwände für die Herstellung und Entsorgung berücksichtigt.

Stichprobe

Der exemplarische Vergleich der Treibhausgasemissionen erfolgt anhand von Fahrzeugen aus den Segmenten Kleinwagen/Kompaktklasse. Dazu stehen aus dem Feldversuch im Projekt *Wirtschaft am Strom* Fahrdaten aus 96 BEV zur Verfügung (Details zum Beprobungszeitraum und der Erhebungsmethodik siehe Kap. 2.3.7.1). Als Vergleichsstichprobe dienen elf ICEV, die im Service- und Wartungsdienst im Wirtschaftszweig D (Energieversorgung) sowie im Wirtschaftszweig O (öffentliche Verwaltung) eingesetzt werden. Sieben der betrachteten Fahrzeuge nutzen als Kraftstoff Diesel, vier fahren mit Benzin. Der Beprobungszeitraum erstreckt sich bei den ICEV über 13 Monate, von 04/2016 – 05/2017, in dem von den Fahrzeugen insgesamt rund 110 000 Fahrtkilometer (Diesel 82 569 km, Benzin 29 847 km) zurückgelegt und die jeweiligen Verbrauchsdaten erfasst wurden. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Stichprobengröße.

Tabelle 1: Übersicht über die Stichprobe für die technologieabhängigen Treibhausgasemissionen im Rahmen der Klimabilanz.

Technologie	Segment	Anzahl	Modelle
BEV	Kleinwagen	69	Renault Zoe
BEV	Kompaktklasse	27	VW E-Golf
ICEV Benzin	Kleinwagen	4	VW Polo
ICEV Diesel	Kleinwagen	2	VW Polo
ICEV Diesel	Kompaktklasse	5	VW Golf

Quelle: eigene Darstellung.

[13] Die Betrachtung des Lebenszyklus eines Produktes folgt dem Ansatz der Ökobilanzierung, siehe ISO 14044 (DIN-Normenausschuss 2018) und ISO 14040 (DIN-Normenausschuss 2009), welche die betrachteten Umwelteffekte entlang des kompletten Lebensweges des untersuchten Produktes einbezieht. Dazu zählen neben dem Rohstoffabbau und der -aufbereitung die Herstellung der Vorprodukte und Produkte (im Rahmen dieser Arbeit die betrachteten Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor und Elektromotor), deren Nutzung (entspricht den zugeführten Kraftstoffen bzw. elektrischer Energie) und ihrer Entsorgung.

Die Betrachtung der Segmente Kleinwagen/Kompaktklasse bei den BEV hat den Vorteil, auch die vorhandenen Daten der Dieselfahrzeuge in den Vergleich miteinbeziehen zu können. Fahrzeuge mit Dieselmotor dominieren in Deutschland generell in den mittleren bis gehobeneren Segmenten (Kompaktklasse, Mittelklasse, gehobene Mittelklasse), während reinelektrische Fahrzeuge vor allem in den kleinen und mittleren Fahrzeugsegmenten (Mini, Kleinwagen, Kompaktklasse) zu finden sind (Stand September 2018, vgl. Neuzulassungsstatistiken des Kraftfahrt-Bundesamtes), so dass die ausgewählte Stichprobe einen sinnvollen Kompromiss mit hinreichender Stichprobengröße darstellt. Die Berücksichtigung der Dieseltechnologie ist unter dem Aspekt der Technologiedurchsetzung deshalb besonders relevant, da der Dieselmotor, aufgrund seines im Verhältnis zum Benziner niedrigeren spezifischen Kohlendioxidausstoßes, die mit Elektrofahrzeugen am stärksten konkurrierende Technologie darstellt.[14]

Berechnung Herstellungs-/Entsorgungsaufwände

Wie eingangs beschrieben, sollen beim klimabilanziellen Vergleich der unterschiedlichen Technologien nicht nur die Emissionen aus der Betriebsphase, sondern auch aus der Herstellung- und Entsorgungsphase berücksichtigt werden. Daten zur Herstellung und Entsorgung der betrachteten Fahrzeugsegmente liegen als Literaturwerte in Held et al. (2016) vor. An ihrer Erarbeitung hat der Autor der vorliegenden Arbeit im Rahmen seiner Mitarbeit in einem Expertengremium beim Bundesverkehrsministerium[15] mitgewirkt. Durch die vom Projekt *Wirtschaft am Strom* zudem überproportional in das Modell eingeflossenen Daten bildet es den Hamburger Feldversuch besonders gut ab.[16] Grundlage des in den genannten Literaturdaten aufgestellten Modells ist die international akzeptierte Methodik *CML2001* des niederländischen *Centrum vor Milieuwetenschappen* (Universität Leiden 2018), mit der die hinterlegten Bewertungsschlüssel gebildet werden. Als Bewertungskategorie wird für die Fragestellung der vorliegenden Arbeit nur die Kategorie *Treibhauspotenzial* (engl. *Greenhouse Warming Potential*, GWP) genutzt. Hierzu zählen folgende Stoffgruppen:

- Kohlendioxid (CO_2)
- Methan (CH_4)
- Lachgas (N_2O)
- fluorierte Treibhausgase („F-Gase“: wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW), und Schwefelhexafluorid (SF_6)
- Stickstofftrifluorid (NF_3)

[14] Diese Aussage stützt sich vor allem auf den spezifischen Kohlendioxidausstoß der beiden Technologien. Inwieweit sich dies auch im Markt darstellen wird, lässt sich zum Zeitpunkt des Abschlusses der Arbeit und des ungewissen Ausgangs des *Dieselskandals* in Deutschland nicht sicher sagen (wenngleich mit Einführung der EURO6d-Temp-Regularien und den damit einhergehenden Modellzulassungen sich der Absatz von Dieselfahrzeugen zur Jahresmitte 2019 fast wieder auf dem früheren Niveau stabilisiert hat).

[15] Teil der Förderwelt Elektromobilität im Verkehrsministerium waren mehrere Arbeitsgruppen zur Vernetzung der wissenschaftlichen Begleitforschung der unterschiedlichen Bundesförderprojekte, in der gemeinsam Analysen durchgeführt sowie Standards und Empfehlungen erarbeitet wurden. Relevant für die vorliegende Fragestellung war die Mitarbeit des Autors in der AG/Themenfeld *Pkw & Nutzfahrzeuge* und AG *Ökobilanzen*.

[16] Die für die Herstellungs- und Entsorgungsaufwände genutzten Literaturdaten wurden auf Basis der in den BMVI-geförderten Forschungsprojekten im Auftrag des Bundesverkehrsministeriums errechnet. In das zugrunde liegende Berechnungsmodell sind die im Untersuchungszeitraum in der Modellregion Hamburg eingesetzten Fahrzeuge (als die bundesweit größte Flotte) überproportional eingeflossen (Angabe NOW GmbH, Februar 2018), so dass die in der vorliegenden Arbeit genutzten Werte eine sehr gute, realistische Näherung darstellen. Spezifische, für einzelne Fahrzeugmodelle geltende Werte wären ohne Offenlegung der Hersteller oder eine destruktive Materialanalyse nicht ermittelbar, so dass ohnehin nur segmentbasierte Ausweisungen möglich sind.

Eine komplette Liste der betrachteten Gase findet sich in Bruijn et al. 2004 (S. 185ff.). Gemessen werden diese Substanzen in der Referenzeinheit „Kilogramm Kohlendioxidäquivalent“ (kg CO_2-Äquiv. oder CO_{2e}).

Eine Übersicht über drei exemplarisch ausgewählte, für die Betrachtung der Herstellung und Entsorgung besonders wichtigen Parameter (Fahrzeugleergewicht, Batterietechnologie und Batteriekapazität) ist für die beiden untersuchten Fahrzeugmodelle in Tabelle 2 aufgeführt. Sie zeigt, wie ähnlich deren Fahrzeugauslegungen sind, was wiederum zu einer geringen Streuung zwischen den kombinierten Segmenten bei den errechneten Treibhausgasäquivalenten für die Herstellungs- und Entsorgungsphase führt.

Tabelle 2: Ausgewählte Übersicht der für klimabilanzielle Betrachtung der Herstellungs-/ Entsorgungsphase relevanten Eckdaten der untersuchten BEV.

Fahrzeugmodell BEV Feldtest	Segmentzuordnung KBA[1]	Leergewicht [kg][2]	Batterietechnologie[2]	Batterie-kapazität[2] [kWh]
Renault Zoe	Kleinwagen	1 500	Lithium-Ionen	22
VW E-Golf	Kompaktklasse	1 585	Lithium-Ionen	24,4

1) Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt, Neuzulassungsstatistik (Kraftfahrt-Bundesamt 2018e)
2) Quelle: Hersteller

Quelle: eigene Darstellung.

Methodisch wird die Entsorgung am Lebensende des Fahrzeugs mittels „Cut-Off-Ansatz“ (Abschneidekriterium) behandelt, da das Fahrzeug das betrachtete System verlässt und somit nicht mehr relevant für die Bilanzierung des Ursprungssystems ist. Der Allokationsfaktor ist hierbei Null und es finden keine Gutschriften für die Verwertung des Materials am Produktlebensende statt (vgl. Habermacher 2011, S. 35ff.; Klöpffer und Grahl 2009, S. 116f.; World Steel Association 2011, S. 77f.).

Um die Herstellungs- und Entsorgungsaufwände auf einzelne Fahrleistungen umlegen zu können, wird bei beiden Antriebskonzepten, BEV und ICEV, von einer Lebensdauer von zwölf Jahren sowie einer Gesamtfahrleistung von 150 000 Kilometern ausgegangen. Diese Einschätzungen beruhen auf den vom Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) für alle Kraftfahrzeuge in Deutschland ermittelten durchschnittlichen Jahresfahrleistungen und Fahrzeughaltedauern (Kraftfahrt-Bundesamt 2018b). Dabei wird ferner angenommen, dass bei den BEV die Lebensdauer der Antriebsbatterie derjenigen des Fahrzeugs entspricht. Diese Annahme folgt der einschlägigen Literatur zu Langzeittests von Traktionsbatterien (Notter et al. 2010, S. 3; Rahimzei et al. 2015, S. 15; Thielmann et al. 2015, S. 6) und den Garantiebestimmungen von Herstellern. So garantieren Hersteller, wie beispielsweise Renault, dem Fahrzeugnutzer beim Batterieleasing eine Funktionstüchtigkeit der Antriebsbatterie sogar über 160 000 Kilometer, wodurch anzunehmen ist, dass die eingesetzten Batteriesysteme tatsächlich diese Leistungsfähigkeit besitzen, da andernfalls der Hersteller große wirtschaftliche Verluste mit den Fahrzeugen erleiden würde.[17]

Berechnung Betriebsphase

Für die Analyse der Treibhausgasemissionen während der Betriebsphase der betrachteten Fahrzeuge werden sowohl für die BEV als auch die ICEV Realdaten aus der projektbezogenen Fahrzeugbeprobung im Projekt *Wirtschaft am Strom* genutzt. Die durchgeführten Analysen unterliegen somit nicht

17 Siehe dazu auch die Websiten der Hersteller, bspw. Renault Deutschland AG (2018).

den Fehlern, welche sich aus der mangelnden Abbildungsfähigkeit der Normverbräuche (vgl. Tietge et al. 2017) ergäben.

Mithilfe von Emissionsfaktoren kann der in den BEV verbrauchte „Fahrstrom“ (in kWh) unter Berücksichtigung der kompletten Vorkette der Stromerzeugung in das oben erwähnte Kohlendioxidäquivalent (kg CO_{2e}) umgerechnet werden. Die Emissionsfaktoren entstammen der gleichen LCA-Datenbank, mit der auch die Herstellungsaufwände für die Fahrzeuge ermittelt wurden, um eine einheitliche Methodik zu gewährleisten. Aus gleichem Grund werden für die Auswertungen auch die Literaturwerte für die Stromerzeugung im Jahr 2015 genutzt, da dies zum einen ungefähr die halbe Zeit der Fahrzeugbeprobung darstellt und zum anderen den Vergleich mit den mit gleicher Datenbasis durchgeführten Berechnungen in ähnlichen Feldversuchen auf Bundesebene erlaubt.

Es werden jeweils zwei Szenarien hinsichtlich des verbrauchten Fahrstroms gerechnet: zum einen die Nutzung von „normalem“ Netzstrom, also dem sogenannten *Deutschen Strommix* (Icha 2018, S. 19), und zum anderem der Einsatz von Grünstrom, in Form eines *Deutschen Grünstrommixes* (Umweltbundesamt und Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung 2017, S. 9). So wie sich der Deutschen Strommix aus der Zusammensetzung der anteiligen Produktionsmengen der Bruttostromerzeugung ergibt, wird die Zusammensetzung des Deutschen Grünstrommixes aus den Anteilen der in ihm erfassten erneuerbaren Erzeugungskapazitäten bestimmt.

Um ein vollständiges Bild der durch den Stromverbrauch in der Betriebsphase der Elektrofahrzeuge verursachten Treibhausgasemissionen zu erhalten, müssen in die Berechnungen die Ladeverluste miteinbezogen werden. Diese entstehen durch die Wirkungsgradverluste an den beim Ladevorgang beteiligten Komponenten der fahrzeugseitigen Leistungselektronik, z. B. beim Wechselstromladen vor allem dem AC-DC-Wandler (Gleichrichter). Diese Verluste sind abhängig von einer Vielzahl von Variablen (Temperatur, Stromstärke, Spannung, Fahrzeugauslegung, Komponentenwahl) und können zwischen 10-40 % schwanken (Kreyenberg 2016, S. 156), so dass ein durchschnittlich angenommener Ladeverlust von 20 % in der Analyse genutzt wird. Dieser Wert deckt sich mit anderen Untersuchungen (Kasten und Zimmer 2011, S. 70; Tober 2016, S. 52f.; Eckert 2016, S. 13; Del Duce et al. 2013, S. 91ff.) und wurde für die eingesetzten Renault-Modelle zudem herstellerseitig bestätigt.[18]

Die realen Verbrauchsdaten der verbrennungsmotorischen Vergleichsfahrzeuge liegen als streckennormierte Kraftstoffverbräuche (in Liter) vor. Auch für sie erfolgt zur Bestimmung des Treibhauspotenzials eine lebenszyklusbasierte, also die komplette Vorkette aus Förderung, Aufbereitung und Transport berücksichtigende Umrechnung in Kohlendioxidäquivalente (kg CO_{2e}). Dabei wird bei den Emissionsfaktoren zwischen den beiden betrachteten Kraftstoffen Diesel und Benzin unterschieden, für die analog zu den Stromprodukten die Literaturdaten aus Held et al. 2016 genutzt werden. Diese berücksichtigen bei den Kraftstoffen auch die im deutschen Kraftstoffmix enthaltenen (Plicht)Beimischungen von Biokraftstoffen[19] (Benzin: 4,39 Gewichtsprozent Ethanol; Diesel: 8,49 Gewichtsprozent Biodiesel). Tabelle 3 fasst noch einmal alle genannten Grundannahmen der durchgeführten Berechnungen zum Treibhauspotenzial zusammen.

[18] Persönliche Mitteilung Sebastien Albertus, Renault Research Centre (Technocentre Renault), Guyancourt, (Frankreich), März 2017.

[19] Geregelt im Biokraftstoffquotengesetz (BioKraftQuG) (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2006).

Tabelle 3: Zusammenfassung der Berechnungsgrundlagen und Grundannahmen für die streckenbezogenen Treibhausgasemissionen von BEV und ICEV.

Produktlebensphase	Datenkategorie	Datenausprägung/Datum
Herstellung	Literaturdaten	
Lebensende	Cut-Off Ansatz	
Betriebsphase	Verbrauchswerte	Realdaten
	Stromprodukte	Deutscher Strommix
		Deutscher Grünstrommix
	Kraftstoffarten	Deutscher Dieselmix
		Deutscher Benzinmix
	Ladeverluste	20 %
	Gesamtfahrleistung	150 000 km
	Fahrzeuglebensdauer	12 Jahre
	Batterielebensdauer	12 Jahre

Quelle: eigene Darstellung.

2.3.4.2. Untersuchungsfrage MWA-2

Die fahrzeugbezogenen Ergebnisse der *Untersuchungsfrage MWA-1* dienen als Grundlage für die in einem zweiten Schritt untersuchte Effektivität von BEV zur Treibhausgasreduktion im Straßenverkehrssektor (*Untersuchungsfrage MWA-2*). Die Effektivität der Maßnahme bemisst sich dabei an dem Treibhausgasreduktionspotenzial, welches mit dem Einsatz von Elektrofahrzeugen insgesamt gehoben werden kann. Hierfür betrachtet *Untersuchungsfrage MWA-2* die aktuelle Marktdurchdringung mit Elektrofahrzeugen (**MWA-2a**), beschränkt sich aber nicht darauf. Unter Berücksichtigung eines notwendigen Markthochlaufes jeder neuen Technologie beurteilt die Analyse vielmehr auch das Treibhausgasreduktionspotenzial für die prognostizierte Marktdurchdringung mit Elektrofahrzeugen, die mittels der in der Arbeit analysierten, initialen Förderung der Bundesregierung angestoßen und erreicht werden soll, nämlich eine Million zugelassene Elektrofahrzeuge auf deutschen Straßen bis 2020 (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b, S. 10) (**MWA-2b**). Somit ist auch eine in die Zukunft gerichtete, der vollständigen Umsetzung vorweggreifende Beurteilung der Fördermaßnahme möglich. Solch eine ex-ante-Beurteilung der noch in Umsetzung befindlichen Maßnahme erlaubt im Rahmen der Maßnahmenwirkungsanalyse die Bewertung der Maßnahme dahingehend, ob sie überhaupt für die Zielerreichung geeignet war, und ergänzt damit die Ergebnisse der Zielanalyse auf der Ebene der Maßnahmenwirkung.

Im abschließenden Schritt erfolgt mittels eines szenarienbasierten Ansatzes eine Untersuchung der Treibhausgasminderungspotenziale bei der von der Bundesregierung für 2030 vorausgesagten Marktpenetration in Deutschland mit sechs Millionen Elektrofahrzeugen (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b, S. 10) (**MWA-2c**) sowie einem Szenario, bei dem von einem 60%igen Anteil von Elektrofahrzeugen am gesamten Pkw-Bestand im Jahr 2050 ausgegangen wird (**MWA-2d)**. Die Annahme einer 60%igen Marktdurchdringung ab 2050 geht davon aus, dass die Bundesregierung beschließt, ab 2040 keine verbrennungsmotorischen Pkw mehr zuzulassen. Ähnliche politische Vorstöße haben beispielsweise bereits Großbritannien, Frankreich und Norwegen vollzogen, weitere Länder (Indien, Niederlande) beraten über ähnliche Gesetze (vgl. Zeit Online GmbH 2017, Huffington Post 2017). Das Altershistogramm der deutschen Pkw-Flotte weist ein Alter von bis zu zehn Jahren

für rund 60 % des Bestandes auf (Kraftfahrt-Bundesamt 2018), so dass ein Zulassungsverbot ab 2040, grob überschlagen, einer Substitution von ebendiesen 60 % bis 2050 gleichkäme.

Die Berechnung der genannten Markthochlaufszenarien unterstützt das bessere Verständnis der Größenordnung des Beitrags, welches elektrisch betriebene Pkw im gesamten deutschen Treibhausgasinventar, selbst bei intensiven Reduktionsbemühungen, leisten können, um der Politik bei der Priorisierung von Handlungsfeldern innerhalb aller emissionsrelevanten Politikfelder (z. B. Landwirtschaft, Energiewirtschaft, Industrieprozesse, Abfallwirtschaft., vgl. Umweltbundesamt 2018, S. 71) eine Handreichung zu geben. Daher erfolgt eine Spiegelung der Ergebnisse aller Szenarien immer auch an dem Gesamtanteil des Straßenverkehrs (genauer des Pkw-Anteils) an den gesamten bundesdeutschen Treibhausgasemissionen.

Alle Berechnungen erfolgen unter einem ceteris-paribus-Ansatz. Somit werden die bei den Berechnungen geltenden Rahmenbedingungen beibehalten (insbesondere die Verkehrsleistung) und die bisher benutzten Annahmen angewandt (siehe Tabelle 4). Lediglich die Entwicklung der Emissionen bei der Stromerzeugung aufgrund sich ändernder Erzeugungskapazitäten werden im Modell berücksichtigt, da hier nicht nur mit starken Änderungen zu rechnen ist, sondern diese Änderungen auch relevant für die Fragestellung sind.

Tabelle 4: Zusammenfassung der Berechnungsgrundlagen und Grundannahmen für die Treibhausgaseinsparpotenziale der untersuchten Markthochlaufszenarien von BEV.

Herstellungs-/ Entsorgungsphase	**gleiche Fahrzeugauslegungen wie Basisjahr**
Betriebsphase	gleiche Energie- und Kraftstoffverbräuche sowie gleiche Gesamtfahrleistungen wie Basisjahr
Kraftstoffe	gemittelte Emissionsfaktoren für Benzin und Diesel wie Basisjahr
Strom	Anpassung der Emissionsfaktoren auf Basis der prognostizierten Erzeugungskapazitäten
Segmente	gleiche Fahrzeugsegmente wie Basisjahr

Quelle: eigene Darstellung.

Zu berücksichtigen bei der Szenarienberechnung ist ferner, dass die Bundesregierung bei ihren zitierten Prognosen jeweils immer von „Elektrofahrzeugen“ spricht, was neben reinelektrischen Fahrzeugen (BEV) auch Plug-in-Hybride (PHEV) mit einbezieht (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2015c). Das Verhältnis von BEV zu PHEV liegt 2018 bei 1,2:1 (siehe Situationsanalyse), was einem Anteil von 55 % BEV am Elektrofahrzeugbestand entspricht. Da noch Unsicherheit hinsichtlich der tatsächlichen elektrischen Fahranteile und somit des Klimabeitrags von Hybriden herrscht (Wietschel et al. 2013, S. 16, 20; Trommer und Lenz 2014, S. 4), werden die Modellrechnungen dahingehend vereinfacht, dass in den Analysen nur reinelektrische Fahrzeuge betrachtet werden, die Bestandszahlen der BEV für das Jahr 2020 aber einen 25%igen Aufschlag erhalten, der die elektrischen Fahranteile der PHEV kompensieren soll (entspricht einem Anteil von 68,75 % BEV am Gesamtbestand Elektrofahrzeuge). Für 2030 wird ein 50%iger Aufschlag angesetzt, da von fahrzeugseitigen Optimierungen der PHEV, einer verbesserten Ladeinfrastruktur für häufigeres Nachladen und nutzerseitigen Gewöhnungseffekten an das elektrische Fahren auszugehen ist (entspricht einem Anteil von 82,5 % BEV am Gesamtbestand Elektrofahrzeuge). Für 2050 wird von einem 100%igen Anteil von BEV am Bestand der Elektrofahrzeuge ausgegangen. Diese Annahmen sind bewusst optimistisch gehalten und liegen damit höher als vergleichbare Einschätzungen (vgl. Peters et al. 2012;

Trommer et al. 2013), um das hohe Innovationspotenzial bei dem Thema in gewisser Weise zu antizipieren.

Ebenso erfolgen alle Berechnungen jeweils nur für die Fahrzeugklasse der Personenkraftwagen (Pkw), da zum Zeitpunkt der Erstellung der Berechnungen (Stand 2018) nur in dieser Fahrzeugklasse Serienmodelle erhältlich sind. Zudem beschreibt die Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung neben reinelektrischen Antrieben noch alternative Entwicklungspfade (Wasserstoff, LNG, Biokraftstoffe, Power-to-Liquid), welche sich vor allem für die übrigen Fahrzeugklassen (Omnibusse, Lkw, Zugmaschinen) eignen (vgl. Kreyenberg et al. 2015; Bergk et al. 2016; Lischke et al. 2015), so dass eine Berücksichtigung des Fahrzeuggesamtbestandes und aller in ihm enthaltenen Fahrzeugklassen mit zu großen Unsicherheiten behaftet wäre. Die Einsparpotenziale werden von der Spanne der realisierbaren prozentualen Emissionsreduktion durch BEV über alle Pkw-Segmente abgeleitet und anschließend auf die absoluten Emissionen des Verkehrssektors angewendet. Tabelle 5 fasst die Grundannahmen der berechneten Markthochlaufszenarien im Hinblick auf die untersuchten Bestandszahlen nochmals zusammen.

Tabelle 5: Übersicht über die Grundannahmen der berechneten Szenarien zur Marktdurchdringung mit Elektrofahrzeugen.

Szenario	Bezugsjahr	Anzahl Elektrofahrzeuge	Anteil BEV an Anzahl Elektrofahrzeuge[20]
MWA-2a	2018	aktuelle Bestandszahlen	aktuelle Bestandszahlen (55 %)
MWA-2b	2020	1 Mio.	Werte 2018 + 25 % (68,75 %)
MWA-2c	2030	6 Mio.	Werte 2018 + 50 % (82,5 %)
MWA-2d	2050	60 % aller Pkw	100 % (100 %)

Quelle: eigene Darstellung.

Analog zu den Betrachtungen innerhalb der *Untersuchungsfrage MWA-1* erfolgt auch im Rahmen der *Untersuchungsfrage MWA-2* eine Unterscheidung zwischen dem Einsatz von Grünstrom und Graustrom (vgl. für deren Definitionen Kap. 2.3.4.1) beim Betrieb von Elektrofahrzeugen, wobei die Entwicklung der beiden Stromprodukte (z. B. die „Vergrünung“ des Deutschen Strommixes aufgrund des stetigen Ausbaus der Erzeugungskapazitäten erneuerbarer Energien) berücksichtigt wird. Die Ausweisung des Treibhausgaspotenzials (kg CO_{2e}/kWh) beider Stromprodukte erfolgt dabei für die methodische Konsistenz analog zur *Untersuchungsfrage MWA-1* nach Held et al. (2016), die für ihre Berechnungen die Entwicklung des deutschen Netzstrommixes sowie des deutschen Grünstrommixes auf Grundlage der BMU Leitstudie 2011 (Szenario 2011A) (Nitsch et al. 2012) nutzen.

Die Leitstudie des Umweltministeriums analysiert „Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global“ (Nitsch et al. 2012, Langtitel) und skizziert *Backcasting*-Szenarien (also Szenarien, mit denen ein definiertes Ziel erreicht werden soll) zur Erreichung der folgenden politischen Eckpunkte:

- Verminderung der Treibhausgasemission um mindestens 80 % bis 2050 zum Vergleichsjahr 1990
- Reduktion des Stromverbrauchs um 25 % bis 2050 zum Vergleichsjahr 2008

Tabelle 6 weist die in den Berechnungen der Maßnahmenwirkungsanalyse genutzten Treibhausgaspotenziale für die zwei untersuchten Stromprodukte (Grün- und Graustrom) aus. Die starke Dekar-

[20] Die Ausweisung erfolgt zum besseren Verständnis erst in einer Art Herleitung, in Klammern dann jeweils der sich daraus ergebene prozentuale Anteil von BEV am Gesamtbestand Elektrofahrzeuge.

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

bonisierung des aktuell noch mehrheitlich vorherrschenden Graustroms ist auf den geplanten massiven Ausbau der regenerativen Energien zurückzuführen, vor allem Windkraft mit seiner sehr guten Klimabilanz. Deren hoher Anteil im Grünstrommix führt auch zu dem im Vergleich zu 2015 fast halbierten Wert beim Treibhausgaspotenzial. Für das Szenario MWA-2a mit dem Bezugsjahr 2018 werden wie schon bei der *Untersuchungsfrage MWA-1* die Stromdaten von 2015 genutzt, um dem Beprobungszeitraum der BEV im Projekt Rechnung zu tragen und einfacher Vergleiche zu den parallel zum Projekt *Wirtschaft am Strom* in Deutschland durchgeführten Projekten zu ermöglichen, vor allem zu den von der NOW GmbH im Auftrag des Verkehrsministeriums durchgeführten Untersuchungen. Die Anwendung der CO_{2e}-Emissionen des Ladestroms erfolgt in den Szenarien statisch auf Grundlage des für das Jahr der Fahrzeuginbetriebnahme zutreffenden GWP-Wertes.

Tabelle 6: Bezugsgrößen für die in den Berechnungen genutzten Treibhausgaspotenziale für Graustrom und Grünstrom.

Szenario	Bezugsjahr Szenario	Bezugsjahr Literaturwerte Stromproduktion	Treibhausgas-potenzial Dt. Strommix [kg CO2e/kWh]	Treibhausgas-potenzial Dt. Grünstrommix [kg CO2e/kWh]
MWA-2a	2018	2015	0,595	0,080
MWA-2b	2020	2020	0,480	0,067
MWA-2c	2030	2030	0,369	0,055
MWA-2d	2050	2050	0,159	0,049

Quelle: eigene Darstellung mit Daten von Held et al. (2016).

2.3.4.3. Untersuchungsfrage MWA-3

Im zweiten Teil der Maßnahmenwirkungsanalyse wird geprüft, wie welche Akteure in die Förderung von Elektromobilität eingebunden wurden (*Untersuchungsfrage MWA-3*). Hierzu gehört auch die Frage, auf welchen Ebenen und mit welchen politischen Mitteln eine Implementation der Maßnahme stattfand. Dabei wird durch eine Dokumentenanalyse herausgearbeitet, wer als öffentlich Handelnder die Verantwortung für die Koordinierung von einzelnen Umsetzungsschritten übernahm und ob für diesen Koordinator Prüfmechanismen zur Verfügung standen. Hierbei werden die initiierten Förderprogramme vor allem auf den darin festgelegten formalen Rahmen untersucht. Ferner wird untersucht, ob die einzelnen Förderprogramme bereits Akteure benannten, oder ob die Akteure sich frei zusammenschließen konnten. Zum vollständigen Bild gehören zudem die Laufzeit einzelner Förderprogramme, inklusive der Aspekte Befristung oder Abbruchkriterium, sowie die zur Verfügung stehenden Haushaltsmittel, sofern es sich um eine finanzielle Förderung handelt.

Für Förderprogramme der Bundesebene werden neben den Programmen selbst auch zusätzliche Dokumente, wie Drucksachen, hinzugezogen werden. Auch Förderaufrufe spezifizieren in vielen Fällen ein Förderprogramm noch einmal hinsichtlich der administrativen Rahmenbedingungen und -abläufe. Für Fördermaßnahmen auf kommunaler Ebene werden vor allem Projektabschlussberichte analysiert und dort die Art und Anzahl der zuvor identifizierten Umsetzungsakteure, ihre Aufgaben, zeitliche und budgetäre Vorgaben strukturiert erfasst. Ein wichtiger Fokus der textlichen Analyse liegt zudem auf der Art der Einbindung der kommunalen Ebene als lokaler Lenkungsinstanz. Auch hier werden die Primärquellen durch Sekundärquellen, beispielsweise externe Gutachten, Evaluationsberichte oder Drucksachen der Hamburger Bürgerschaft ergänzt.

Erweitert wird die oben beschriebene strukturierte Aufbereitung der Quellen auch durch eine Untersuchung der institutionellen Einbindung von Akteuren. Diese legt die Wirkradien einzelner Organisa-

tionen im politischen Prozess offen oder beschreibt, sofern zutreffend, Abhängigkeiten bei Entscheidungsgewalten. Eine ausführlichere Betrachtung dieser Aspekte findet dann noch einmal gesondert in den Akteursanalysen im Rahmen der Determinantenanalyse (siehe Kap. 9) statt.

Abschließend erfolgt eine Analyse der im Sachzusammenhang erlassenen Rechtsakte. Hierzu wird neben einer Recherche in einschlägigen Veröffentlichungen auch eine Datenbankrecherche in spezialisierten juristischen Datenbanken (juris, Beck, LexisNexis etc.) und dem Bundesgesetzblatt durchgeführt.

2.3.5. Handlungswirkungsanalyse

Die Handlungswirkungsanalyse bilanziert als der zweite Teil der Wirkungsanalyse (nach der Maßnahmenebene) den Erfolg der Maßnahme auf der Handlungsebene (vgl. Flämig 2004, S. 57), um auch diesen Aspekt als Teil einer erfolgreichen Implementation der politischen Maßnahme zu untersuchen. Die Analyse wird geleitet von der *Forschungsfrage HWA*: „Wie wurde die Maßnahme implementiert?“.

Wie bereits bei der Maßnahmenwirkungsanalyse, kann auch die Handlungswirkung unter den Aspekten Effektivität und Effizienz auf der Handlungsebene betrachtet werden. Die Effektivität wird mittels der *Untersuchungsfrage HWA-1* betrachtet, welche die Akzeptanz wie auch die Implementation der initiierten Einzelmaßnahmen beurteilt. Dahingegen fokussiert die *Untersuchungsfrage HWA-2* auf die Möglichkeit der Kontrolle und Überprüfung der Maßnahme durch die mit der Leitung beauftragten Akteuren und Instanzen.

Während sich beide Analyseteile im Grunde der gleichen Methodik, nämlich der Politikfeldanalyse mittels Dokumentenanalyse bedienen, unterscheiden sie sich doch in ihrem jeweiligen Analysefokus.

2.3.5.1. Untersuchungsfrage HWA-1

Der Analyseteil beschreibt die Akzeptanz und Implementation der Maßnahme und bewertet damit ihre Effektivität auf der Handlungsebene (vgl. auch Prittwitz 1994, S. 63), indem geprüft wird, inwieweit die geplanten Implementationsschritte umgesetzt wurden, also ob sie beispielsweise vollständig oder nur teilweise implementiert wurden. Die Analyse entspricht einem Soll-Ist-Abgleich der Implementation. Dieser Abgleich erfolgt auf zwei Ebenen. Zum einen fokussiert er auf die Handlung an sich, also ob die zeitlichen Vorgaben eingehalten wurden und die finanziellen Mittel Umsetzungsergebnisse liefern konnten. Im Rahmen einer Dokumentenanalyse werden dazu neben öffentlich verfügbaren Umsetzungsberichten (Zwischenergebnisse) von Förderprogrammen auch Programmabschlussberichte oder externe Evaluationsberichte verwendet. Ferner gibt die Handlungswirkungsanalyse darüber Aufschluss, ob die Umsetzung einen langfristigen Wandlungsprozess bei den handelnden Akteuren initiiert hat, beispielsweise in Form eines veränderten Verwaltungshandelns oder der Anpassung bisheriger politischer Handlungsprogramme (vgl. Prittwitz 1994, S. 63), um damit die Systemintervention auch dauerhaft implementiert zu haben (vgl. Flämig 2004, S. 57).

Die zweite Ebene der Analyse fokussiert auf quantitative Indikatoren zur Zielerreichung. Gerade im Hinblick auf zahlenmäßig gut erfassbare Werte wie Fahrzeugzahlen und Ladesäulen können über Statistiken, bspw. des Kraftfahrt-Bundesamtes, kennzahlenbasierte Einschätzungen durchgeführt werden, oftmals sogar als vergleichende Betrachtung zwischen Bundes- und Landesebene. Zudem bietet dieser Ansatz auch bei nur schwierig messbaren Faktoren, z. B. dem Beschaffungsverhalten von Unternehmen oder privaten Fahrzeugnutzern, einen praktikablen Lösungsansatz. So schlagen Bertram und Bongard (2014) angesichts unzureichender Datenlagen beim Nachweis von Wirkbeziehungen zwischen Rahmenbedingungen und Marktentwicklung vor, als „Indiz für den Erfolg der

Fördermaßnahmen [...] einen Zielerreichungsgrad heran[zu]ziehen, der ausdrückt, wie viel Prozent des geplanten Ziels für den Bestand an Elektrofahrzeugen bereits erfüllt ist“ (Bertram und Bongard 2014, S. 89).[21]

Im Zusammenspiel aus diesen quantitativen wie qualitativen Indikatoren ist dann abschließend eine Beurteilung der Effektivität auf Ebene der Handlungswirkung möglich.

2.3.5.2. Untersuchungsfrage HWA-2

Der Analyseschritt untersucht, wie die Maßnahme von den für die Leitung verantwortlichen Akteuren in ihrer Umsetzung kontrolliert und überprüft wurden. So können (Handlungs)Akteure „nach Plan“ an einem Umsetzungsprozess mitwirken und im positiven Fall aus gemeinsamen Interessenlagen, wirtschaftlichen Vorteilen o.ä. sogar die Implementation verstärken und beschleunigen, genauso wie sie im negativen Fall, bspw. aufgrund von Nachteilen für sich oder ihr Unternehmen, den Prozess behindern oder gänzlich boykottieren können. Die Analyse und Darstellung solcher Einflüsse erfolgt als akteurszentrierte Nachzeichnung der Maßnahmenumsetzung und nutzt hierfür eine Reihe von Experten-Interviews (siehe Methodik Kap. 2.3.7). Dabei geht die Analyse nicht nur auf die Akteure selbst ein, sondern auch auf die Rahmenbedingungen, unter denen die Akteure die Implementation der Maßnahme durchführen konnten, also ob ihnen bspw. überhaupt konkrete Vorgaben gemacht wurden, an die sie sich hätten halten müssen, oder ob ihre Arbeiten von übergeordneten Stellen überprüft und Missstände aufgezeigt wurden. So ist in der Gesamtschau die Beurteilung der Effizienz auf Ebene der Handlungswirkung möglich.

2.3.6. Determinantenanalyse

Die Determinantenanalyse schließt sich an die Wirkungsanalyse an und zeigt als abschließende empirische Analyse, wodurch die Implementation der Maßnahme beeinflusst wurde. Die Determinantenanalyse umfasst dabei sieben einzelne Untersuchungen, die jeweils durch eine Untersuchungsfrage umgrenzt werden. Dabei kann zwischen Untersuchungen auf der Organisationsebene (*Untersuchungsfrage DA-1*) und auf der Handlungsebene (*Untersuchungsfragen DA-2* bis *DA-7*) unterschieden werden.

So ist auf der Organisationsebene wichtig zu verstehen, wie Aufbau und Abläufe bei den beteiligten Akteuren aussehen (*Untersuchungsfrage DA-1*), um deren Einfluss auf den Planungsprozess zu beschreiben (vgl. Flämig 2004, S. 59-60).

Auf der Handlungsebene fokussiert die Determinantenanalyse hingegen auf die Einflussfaktoren bei der Formierung der Akteursarena (*Untersuchungsfrage DA-2*). Ebenso wird beleuchtet, was die Agendaformierung bestimmt hat (*Untersuchungsfrage DA-3*) und wie die Politikformulierung erfolgte (*Untersuchungsfrage DA-4*). Auch die Umsetzungsbedingungen, in denen der Planungsprozess stattfand, werden als Einflussfaktor im Rahmen der Determinantenanalyse aus Akteurssicht bewertet (*Untersuchungsfrage DA-5*) (vgl. Flämig 2004, S. 61-62).

Abschließend zeigt die Determinantenanalyse auf, welchen Einfluss fahrzeugspezifische Faktoren auf die Implementation haben. Diese Faktoren werden unterteilt in nutzerunabhängige Faktoren (*Unter-*

[21] Einen ähnlichen Ansatz verfolgen der von der Unternehmensberatung McKinsey & Company im Jahr 2010 entwickelte Electric Vehicle Index (McKinsey 2018) ebenso wie der von der Unternehmensberatung Roland Berger in Zusammenarbeit mit der Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen in Aachen im Jahr 2013 entwickelte Index Elektromobilität (Roland Berger GmbH und Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen mbH Aachen 2017). Da jedoch beide Indices auf einen internationalen Ländervergleich abzielen und zudem im Hinblick auf Methodik und Quellen wissenschaftlichen Ansprüchen nicht genügen, soll hierauf nicht weiter eingegangen werden.

suchungsfrage DA-6), also Faktoren, die durch die Fahrzeugauslegung oder Materialkonfiguration bestimmt werden, und in nutzerabhängige Faktoren (*Untersuchungsfrage DA-7*), also solche Faktoren, die der Nutzer während des Fahrzeugbetriebs selbst beeinflussen kann (vgl. Flämig 2004, S. 63).

2.3.6.1. Untersuchungsfrage DA-1

Um die vorangegangenen Betrachtungen zum untersuchten Planungsprozess besser zu verstehen, werden zu Beginn der Determinantenanalyse die am Planungsprozess beteiligten relevanten Akteure sowie ihre Aufgaben und Funktionen im Planungsprozess vorgestellt. Dies umfasst auch eventuell bekannte institutionelle Zielsetzungen im Planungsprozess sowie herausragende Persönlichkeiten oder treibende Kräfte innerhalb der Akteursorganisationen. Wie bei allen vorhergehenden Analyseschritten findet eine Unterteilung zwischen Bundesebene und kommunaler Ebene statt. Die Daten hierzu kommen aus einer Dokumentenanalyse öffentlich verfügbarer Informationen, die stellenweise durch eigenes Wissen des Autors ergänzt werden.

Neben der deskriptiven Beschreibung des organisatorischen Aufbaus der beteiligten Akteure und ihrer betrieblichen Abläufe, wird die Untersuchung ergänzt durch die übergeordnete Darstellung der Konstellation der an der Maßnahmenumsetzung beteiligten Akteure zueinander, die sogenannte Akteursarena. Sie hat einen entscheidenden Einfluss auf die Art und Weise, wie eine politische Maßnahme implementiert werden kann und implementiert wird (vgl. Flämig 2004, S.61, S.202). Bestehende Verbindungen zwischen Akteuren können nicht nur förderlich sein (Vertrauen, kurze Dienstwege), sondern möglicherweise auch hinderlich (Absprachen, Kartellbildung), genauso wie Konkurrenzsituationen sich in einigen Fällen positiv (Entwicklungstempo, Risikobereitschaft) und in anderen Fällen als negativ (mangelnder Erfahrungsaustausch) erweisen können.

Um diese Beziehungen der Akteure zueinander abzubilden, wird in der Arbeit ein sogenanntes *Stakeholder-Mapping* nach Wolff (2014, S. 112ff.; basierend auf Zimmermann und Maennling 2007) durchgeführt. Es ermöglicht, nach einem einheitlichen Schema Akteure im Hinblick auf folgende drei Aspekte der Prozesseinbindung zu charakterisieren:

- Legitimität (*legitimacy)*: die Kategorie zeichnet die „Rechtmäßigkeit“ eines Akteurs aus, am Veränderungsprozess beteiligt zu sein und diesen zu gestalten. Legitimität ergibt sich beispielsweise aus einer formalen Zuständigkeit oder einer direkten Betroffenheit. Legitimität setzt dabei nicht automatisch eine unterstützende Funktion beim Transformationsprozess voraus. Sie kann ebenso dafür genutzt werden, Teile eines Planungsprozesses zu verhindern oder zu blockieren. Akteure, die diese Rolle in einem Stakeholder-Gefüge einnehmen, werden als *Veto-Stakeholder* bezeichnet (vgl. Zimmermann und Maennling 2007, S. 10f.).
- Möglichkeiten (*resources)*: die Kategorie beschreibt die Mittel, Werkzeuge oder die fachliche Kompetenz, die ein Akteur zur Gestaltung eines Planungsprozesses besitzt. Dies können materielle (*tangible)* Möglichkeiten, wie zum Beispiel finanzielle Mittel, sein, oder auch immaterielle (*intangible)* Möglichkeiten, wie gesetzgeberische bzw. verwaltungstechnische Gewalt oder eine besondere Vormachtstellung auf einem spezifischen (Handels)Markt, sei es durch Marktanteile oder (beispielsweise) Patente (vgl. Zimmermann und Maennling 2007, S. 10f.).
- Verbindungen (*connections*): die Kategorie vermittelt die Anzahl wie auch die Qualität von Verknüpfungen eines Akteurs mit anderen Akteuren im Planungsprozess. Als *Qualität* können in diesem Zusammenhang die Art der gegenseitigen Beeinflussung oder die Stärke der Übereinstimmung von Interessen im Planungsprozess gelten (vgl. Zimmermann und Maennling 2007, S. 10f.).

Diejenigen Akteure, die in allen drei Beschreibungsparametern (Attributen) Stärken aufweisen, werden als *Schlüsselakteure* bezeichnet. Wenn bei zwei Attributen Stärken oder bei drei Attributen eine

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

mittlere Ausprägung vorliegt, wird der Akteur als *Primärakteur* bezeichnet. Alle übrigen Akteure zählen zu der Gruppe der *Sekundärakteure*. Dabei können auf jeder Ebene auch *Veto-Stakeholder* vorhanden sein. Um die Übersichtlichkeit zu erhöhen, ist es möglich, Akteure dabei in Gruppen zu aggregieren (vgl. auch Hügens und Zelewski 2006), bevor diese dann in einer Grafik nach ihrer Kategorisierung dargestellt werden.

Neben den institutionellen Akteuren, die im Planungsprozess aktiv beteiligt sind (Politik, Wirtschaft), werden zusätzlich auch noch die Nutzer von Elektrofahrzeugen in der Betrachtung berücksichtigt, da ohne sie als Absatzmarkt keine erfolgreiche und nachhaltige Implementation des Planungsprozesses möglich ist.

2.3.6.2. Untersuchungsfrage DA-2

Neben der vorangegangenen Darstellung der Akteursarena geht die *Untersuchungsfrage DA-2* der Frage nach, wie die Formierung der Akteursarena erfolgte, also welche Einflussfaktoren ausschlaggebend waren, dass genau diese Akteure am Planungsprozess beteiligt wurden oder teilnehmen konnten. Diese Betrachtung erfolgt akteursbasiert, sie wird also aus Sicht von am Planungsprozess beteiligten Akteuren nachgezeichnet (interne Sicht). Grundlage sind hierfür die durchgeführten Experten-Interviews (siehe separate Darstellung in Kap. 2.3.7.2).

2.3.6.3. Untersuchungsfrage DA-3

Im Rahmen der *Untersuchungsfrage DA-3* analysiert die Determinantenanalyse, wie die Agendaformierung erfolgte. Sie zeigt auf, welche Einflüsse bei der Planung und Konkretisierung der politischen Agenda wirkten, also wie sich der Impuls herleiten und begründen lässt, der zur der Wahl/Ausprägung der übergeordneten Maßnahme führte. Konkret gilt es also zu untersuchen, weshalb der untersuchte Gegenstand, in diesem Fall die Etablierung von Elektromobilität zur Reduktion der Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor, überhaupt Teil der politischen Agenda wurde, wie sich also die politische Agenda in Bezug auf die Maßnahme formiert hat (vgl. Flämig 2004, S. 61f.) und nicht beispielsweise eine andere Technologie zur Zielerreichung gewählt wurde.

Bei der Wahl der Erfassungsmethodik muss dabei berücksichtigt werden, dass Impulse im politischen Prozess generell schwierig zu erfassen sind, da diese oftmals auf mehreren Ebenen entstehen, selten singulär sind und hierzu keine formalen Dokumentationsprozesse existieren oder ausgewertet werden können. So sind beispielsweise Kabinettsprotokolle der Bundesregierung als Teil ihrer laufenden Amtsgeschäfte der Öffentlichkeit nicht zugänglich.[22] Um dennoch ein aussagekräftiges Ergebnis zu erzielen, werden für die Impulsanalyse vier unterschiedliche Quellenebenen mit jeweils entsprechender Methodik erschlossen:

- Eine **Medienanalyse** liefert ein passives, oftmals invertiertes Abbild des diskursiven Rahmens, der die politische Meinungsbildung umgibt. Passiv, da vor allem Beobachtungen des politischen Prozesses oder Reflexionen der Medien hierauf wiedergegeben werden. Invertiert, da oftmals nicht die reguläre Arbeit in Politik und Behörden eine „gute Story“ ausmachen, sondern Versäumnisse, Missstände und Einflussnahmen. So kann aus den Informationen, die thematisch *nicht* berücksichtigt wurden, unter Umständen geschlussfolgert werden, was den politischen Impuls ausgemacht hat. Eine umfassende Medienanalyse in Form einer akteurszentrierten Diskursanalyse (vgl. Jäger 2015) über die Elektromobilität im Zeitraum 1990 bis

[22] Sie unterliegen auch nicht dem Informationsfreiheitsgesetz.

2010 wurde von Ahrend und Schwedes (2011) durchgeführt und Erkenntnisse hieraus werden für die vorliegende Arbeit verwendet.

- **Interviews**, die im Rahmen der Determinantenanalyse geführt wurden, bieten statt der genannten passiven Berichterstattung der Medien, also von Dritten über einen Akteur oder eine Akteursgruppe, Informationen aus erster Hand (von den beteiligten Akteuren selbst). Nachteil ist hier, dass die Repräsentativität der Aussagen Einzelner für die gesamte Akteursgruppe nur eingeschränkt gegeben ist. Weitere Informationen über die Zusammensetzung der Stichprobe und eine detaillierte Erläuterung der verwendeten Methodik sind in einem gesonderten Kapitel zu den verwendeten Forschungsdaten aufgeführt (Kap. 2.3.7.2).
- Als dritte Quellenebene dienen die **Erwägungsgründe**, die den einschlägigen Rechtsakten oder in formal leicht veränderter Form auch den politischen Programmen vorangestellt sind.[23] Sie stellen die einzige offizielle Quelle für einen oder mehrere Impulse in der politischen Meinungsbildung dar, sind aber als Teil des offiziellen Schrifttums in Qualität wie Quantität nicht notwendigerweise umfassend, sondern jeweils auf den Umfang beschränkt, der für das betreffende Dokument relevant ist. Erwägungsgründe werden mittels einer Dokumentenanalyse (siehe oben) aus den verwendeten politischen Programmen gewonnen. Sie werden anschließend strukturiert und in größeren Kategorien subsumiert.
- Da die kommunale (Landes)Gesetzgebung oftmals nur eine Umsetzung übergeordneter (Bundes)Gesetzgebung darstellt und die Erwägungsteile dann nur auf übergeordnete Rechtsakte des Bundes verweisen, wird auf kommunaler Ebene noch eine vierte Quellenebene erschlossen, um die für Hamburg weniger umfangreich ausfallende dritte Quellenebene noch zu ergänzen. In einer **Debattenanalyse** wird hierbei die Themenauswahl analysiert, die im Landesparlament des Bundeslandes Hamburg (der Hamburger Bürgerschaft) in den Sitzungen debattiert wurde, um aus der Häufigkeit der Befassungen ein *Stimmungsbild* zu den Themen zu erzeugen, welche zum jeweiligen Zeitpunkt die Politik besonders beschäftigten. Um solch ein *Stimmungsbild* der kommunalen Politik und der behandelten Themen auch empirisch einwandfrei nachzuzeichnen, bietet sich eine schlagwortbasierte Debattenanalyse an. Sie nutzt die Häufigkeit zentraler Begriffe in allen im Parlament geführten Debatten, also Regierungserklärungen, Fraktionsanträge, kleine oder große Anfragen etc., um anschließend daraus eine Gewichtung unterschiedlicher Themen im politischen Diskurs zu erzeugen. Als Quelle dient das Archiv der Hamburger Bürgerschaft, in der alle Parlamentsdokumente vollständig abgelegt sind. Mittels einer automatisierten Abfrage anhand eines gewichteten Schlagwortkatalogs über die Volltextsuche des Archivs erfolgt eine häufigkeitsbasierte Debattenanalyse. Der zur automatisierten Abfrage verwendete Schlagwortkatalog mit seinen Gewichtungen und Schlagwortderivaten findet sich in Anhang 6.

2.3.6.4. Untersuchungsfrage DA-4

Wie die Politikformulierung im Planungsprozess vonstatten ging, zeigt *Untersuchungsfrage DA-4* auf und untersucht, wer oder was einen Einfluss bei der Ausgestaltung der erfolgten Umsetzung, konkret den einzelnen Förderprogrammen für Elektromobilität, gehabt hat. Dabei stehen nicht nur das „durch wen“, sondern auch das „mit welchem Ziel“ im Vordergrund. So könnten beispielsweise Automobilhersteller, welche selbst noch keine Elektrofahrzeuge am Markt anbieten, ein Interesse haben, den Planungsprozess möglichst lange durch Forschungsförderung umzusetzen, statt durch eine zügige Kaufprämie, die Early-Adopter zu anderen Anbietern abwandern ließe.

[23] In abgeschwächter Form auch als Präambeln vorzufinden, je nach Dokumentencharakter.

Wie schon in den vorherigen Analyseteilen der Determinantenanylase werden die Ergebnisse aus mehreren qualitativen Interviews genutzt (siehe Kap. 2.3.7.2). Auch erfolgt erneut eine Trennung der zwei politischen Bezugsebenen und somit eine Untersuchung der Formulierung der Einzelmaßnahmen zur Förderung von Elektromobilität in Deutschland sowie auf kommunaler Ebene in Hamburg.

2.3.6.5. Untersuchungsfrage DA-5

Die Bewertung der Umsetzungsbedingungen, in denen der Planungsprozess stattfand, durch die Personen und Organisationen, welche auch an der Implementation beteiligt waren, ist Ziel der *Untersuchungsfrage DA-5*. Das Kapitel gibt den befragten Interview-Partnern, allesamt Akteure im Umsetzungsprozess, dazu den notwendigen Raum, aus ihrer Sicht in den Rollen als Gestalter und Entscheider oder Nutzer und Beobachter die Maßnahmenimplementation zu beurteilen und zu analysieren. Das Kapitel strukturiert die in den Experten-Interviews (siehe oben) vorgebrachten Einschätzungen der Befragten zum Umsetzunsprozess nach Erfolgsfaktoren und nach Hemmnissen. Die Ergebnisse werden anschließend genutzt, um die mittels der Planungsanalyse erarbeiteten und am Ende der Arbeit vorgestellten Erfolgsfaktoren und Hemmnisse zu validieren und zu belegen.

2.3.6.6. Untersuchungsfrage DA-6

Um zu ermitteln, welche nutzerunabhängigen Faktoren im Fahrzeugeinsatz auf die Implementation wirken, betrachtet *Untersuchungsfrage DA-6* drei Parameter, welche einen direkten (Stromprodukt) oder indirekten (Fahrzeuggröße, Außentemperatur) Einfluss auf die Wirksamkeit von Elektrofahrzeugen zur Treibhausgasreduktion haben:

- Einflussfaktor Fahrzeuggröße/-segment (DA-6a)
- Einflussfaktor Stromprodukt (DA-6b)
- Einflussfaktor Außentemperatur (DA-6c)

Für den Einflussfaktor **DA-6a** (Fahrzeuggröße) werden die MDS-Fahrdaten, die in den im eingangs erwähnten Feldversuch untersuchten Elektrofahrzeugen erfasst wurden (siehe Kap. 2.3.7.1), nach Fahrzeugsegment ausgewertet. Entscheidener Erkenntnisgewinn ist dabei der durchschnittliche Fahrenergieverbrauch pro Kilometer, der dann einer bestimmten Fahrzeuggröße zugeordnet werden kann. Dem Energieverbrauch steht dabei ein (je nach eingesetztem Stromprodukt) spezifischer Treibhausgasausstoß gegenüber, womit sich die Relevanz des Faktors für den Erfolgsgrad der Maßnahme zur Treibhausgasreduktion im Straßenverkehrssektor erklären lässt.

Für den Einflussfaktor **DA-6b** (Stromprodukt) wird die Wahl des beim Fahrzeugeinsatz verwendeten Stromproduktes untersucht. Die in der Maßnahmenwirkungsanalyse quantitativ erfassten Daten („Was ist der CO_2-Fußabdruck unterschiedlicher Stromprodukte?“) werden dabei in der Determinantenanalyse mit qualitativen Daten ergänzt („Warum wird ein bestimmtes Stromprodukt gewählt?“). Hierfür können zusätzliche Erhebungsdaten aus einer Befragung bei Hamburger Unternehmern genutzt werden. Diese Mitte des Jahres 2015 bei Entscheidungsträgern und ausgewählten Flottenmanagern in der Hamburger Wirtschaft als online-Fragebogen durchgeführte Erhebung lieferte 259 valide Antworten zu der Wahl des Stromproduktes innerhalb von Organisationen, zu Anteilen von Ladevorgängen auf dem Unternehmensgelände und außerhalb des Unternehmensgeländes oder organisationsspezifischen Vorschriften zum Laden der eingesetzten Elektrofahrzeuge. Nähere Details zur Methodik und Erhebung findet sich in Blusch et al. (2018).

Für den Einflussfaktor **DA-6c** (Außentemperatur) erfolgt eine mehrschichtige Analyse von Fahrdaten aus realen Fahrzeugeinsätzen, bei der insgesamt drei Arten der Beeinflussung untersucht werden. Um diese Mehrschichtigkeit zu erreichen, kommen für die Analyse sowohl der sogenannte *Minimal-*

datensatz (MDS) als auch das *TU-Datenset (TUDS)* zum Einsatz (siehe Kap. 2.3.7.1). Letzteres erlaubt detaillierte Untersuchungen von Wirkzusammenhängen in der Fahrzeugarchitektur der eingesetzten Elektrofahrzeugmodelle.

Folgende Aspekte hinsichtlich des Einflusses der Außentemperatur werden in der Analyse aufgegriffen:

- Einfluss der Außentemperatur auf den Gesamtenergieverbrauch (**DA-6c-1**)

  Hierfür kommt der *Minimaldatensatz* (MDS) zum Einsatz. Das MDS bildet den Energieverbrauch aller Verbraucher im Fahrzeug ab (Haupt- und Nebenaggregate) und berücksichtigt dabei ebenfalls die Rekuperation, also die Bremsenergierückgewinnung, deren Temperaturabhängigkeit ebenfalls untersucht wird. Als Außentemperatur wird dabei der Mittelwert der Messwerte zu Fahrtbeginn und zu Fahrtende genutzt. Zwischen diesen zeitlichen Punkten liegen in der Regel keine oder nur minimale Veränderungen der Außentemperatur, auch, da die meisten Fahrten in der Stadt sich als nicht sonderlich lang erwiesen (siehe die Auswertungen zu Fahrtlängen/-dauer). Als Rekuperationsenergie kann ein im MDS direkt errechneter Wert, der sich aus einem Integral der invertierten Leistungsabgabe am Elektromotor ermitteln lässt, genutzt werden. Weitere Details zur Datenbereinigung und Datennormierung finden sich in Kap. 2.3.7.1.

- Einfluss der Außentemperatur auf den Energieverbrauch der Nebenverbraucher (**DA-6c-2**)

  Für diese Fragestellung erfolgt eine Auswertung des *TU-Datensets* (TUDS), da nur das TUDS die isolierte Betrachtung der Nebenverbraucher zulässt. Nach der Bereinigung stehen von den ursprünglichen 181 429 Datensätzen noch 110 876 Fahrten zur Auswertung zur Verfügung (61 %). Um grundsätzliche modellspezifische Unterschiede beim Anteil der Nebenverbraucher am Energieumsatz in den beprobten Elektrofahrzeugen zu identifizieren, erfolgt zunächst die Berechnung des mittleren Anteils der Nebenverbraucher am Gesamtenergieverbrauch ohne Berücksichtigung des thermischen Jahresgangs. Nach der Berechnung des modellspezifischen, mittleren Nebenverbraucheranteils erfolgt die Untersuchung der Veränderung des Energieverbrauchs der Nebenverbraucher je Fahrzeugmodell in Abhängigkeit von der Außentemperatur. Abschließend erfolgt eine Ausweisung des Verhältnisses von Motorenergie und Nebenverbrauch in Abhängigkeit der Außentemperatur über das Jahr (einmal absolut und einmal prozentual), um zu prüfen, ob mögliche Schwankungen im Anteil der Nebenverbraucher (wie zuvor modellspezifisch ermittelt) wirklich auf den Fahrzeugnutzer zurückzuführen sind (beispielsweise durch Nutzung der Klimatisierung), oder ob nicht alle Bauteile gleichermaßen einem generischen Temperatureinfluss unterliegen. Details zur Datenbereinigung und Messwertberechnung finden sich in Kap. 2.3.7.1.

- Einfluss der Batterietemperatur auf den Energieverbrauch der Nebenverbraucher (**DA-6c-3**)

  Für diese Fragestellung erfolgt eine weitere Auswertung des TU-Datensets (TUDS), da aufgrund der Freigaben der Fahrzeughersteller nur das TUDS eine Analyse der Batterietemperatur (Traktionsbatterie) erlaubt. Als Außentemperatur wird dabei wieder das Mittel zwischen Fahrtbeginn und Fahrtende genutzt. Da im TUDS alle Signalwerte in sekündlicher Auflösung vorliegen, werden zunächst die Werte der Einzelfahrten aggregiert. Die Batterietemperaturen werden zuvor auf ganzzahlige Grad Celsius gerundet und pro Einzelfahrt ein Mittelwert des Nebenverbraucheranteils gebildet.

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

2.3.6.7. Untersuchungsfrage DA-7

Um zu ermitteln, welche nutzerabhängigen Faktoren im Fahrzeugeinsatz auf die Implementation wirken, betrachtet *Untersuchungsfrage DA-7* ebenfalls drei Parameter, welche einen indirekten Einfluss auf die Wirksamkeit von Elektrofahrzeugen zur Treibhausgasreduktion haben. Vereinfacht geht es also um die Frage, was der Nutzer eines Elektrofahrzeugs selbst dazu beitragen kann, um den Energieverbrauch seines Fahrzeugs im Fahrbetrieb weiter zu senken und damit die Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Die drei untersuchten Parameter sind:

- Einflussfaktor Fahrerverhalten (DA-7a)
- Einflussfaktor Fahrtlänge/-dauer (DA7-b)
- Einflussfaktor Nutzungsmuster (DA-7c)

Für den Einflussfaktor **DA-7a** (Fahrerverhalten) erfolgt eine Analyse des *TU-Datensets (TUDS).* Das naheliegende Signal für das Fahrerverhalten wäre die Gaspedalstellung, die auch im TUDS aufgezeichnet wird. Allerdings konnte in der Projektlaufzeit vom Fahrzeughersteller keine tiefergehende Erläuterung der (vermutlich komplexen) dahinterstehenden Ansprache der Motorsteuerung geliefert werden, so dass zur Abbildung der Dynamik im Fahrbetrieb sich die Auswertung nicht alleine auf die Gaspedalstellung stützt, sondern stattdessen auf die beiden Werte *Geschwindigkeit* und *Beschleunigung* (errechnet aus der Geschwindigkeit) zurückgegriffen wird (vgl. auch Younes et al. 2013; Helmbrecht et al. 2013; Haaren 2011).

Die Analyse der Daten erfolgt in vier Modulen: zwei Module bilden jeweils die beiden Fahrzeugmodelle Renault Kangoo sowie Renault Zoe. Jedes der beiden Fahrzeuge wird wiederum einmal mit aktiviertem und einmal mit deaktiviertem Energiesparmodus ausgewertet. Der Energiesparmodus (bei Renault *Ecomode* genannt) ist eine herstellerseitige Fahrdynamikbegrenzung, welche die abrufbare Motorleistung begrenzt. Der Fahrer kann den Ecomode über einen Schalter jederzeit manuell anwählen, ab Werk ist die Funktion hingegen standardmäßig deaktiviert.

Die eigentliche Ableitung des Fahrerverhaltens basiert auf der Untersuchung unterschiedlicher, das Fahrerverhalten charakterisierender Kennzahlen, die mit dem normierten Stromverbrauch für die Einzelfahrt verglichen und bewertet werden. Eine detaillierte Herleitung der einzelnen Kennzahlen (nebst Berechnung und Literaturhinweisen) findet sich in Trümper et al. (2017b).

Diese Kennzahlen lassen sich in drei Gruppen einteilen:

- Fahrzeugausnutzung
- Aggressives/Moderates Fahren
- Kontinuität

Zur Fahrzeugausnutzung zählen Mittel- und Maximalwert der Geschwindigkeit wie deren Verhältniswerte zum Streckenmittel, der Mittelwert, das Maximum und Minimum der Beschleunigung wie auch deren Verhältniswerte zum Streckenmittel sowie die Nutzung der kick-down-Funktion des Gaspedals.

Zur Gruppe Aggressives/Moderates Fahren gehören sämtliche Beschleunigungswerte außer der Standardabweichung, vor allem die Maximum- und Minimumwerte der Beschleunigung, ebenso wie die Wertveränderungen und Anzahl der Wechsel, die Ausrollvorgänge und nochmals die kick-down-Funktion.

Die Gruppe Kontinuität umfasst die Standardabweichungen der genannten Werte, die Beschleunigungsänderungen wie auch die Anzahl der Beschleunigungswechsel.

Für die Fragestellung **DA-7b** (Fahrtlänge/-dauer) erfolgt ebenfalls eine Analyse von Fahrdaten aus dem TUDS, da es hierbei um den Einfluss von Fahrtlänge und Fahrtdauer auf den Energieverbrauch der Nebenverbraucher geht.[24]

Um die Abhängigkeit der Fahrtlänge als nutzerabhängigen Einflussfaktor auf den Nebenverbraucheranteil zu überprüfen, wurde die Länge der Einzelfahrten aus dem TUDS mit dem zuvor gebildeten Mittelwert des Nebenverbraucheranteils korreliert. Da eine allgemeine Korrelation über alle Daten gemeinhin keine hinreichend belastbaren Ergebnisse liefert, fand eine vorgeschaltete Aggregation der Fahrtlängen statt. Damit konnte der Zusammenhang der Wertepaare gestärkt und der Einfluss anderer Einflussgrößen abgeschwächt werden. Konkret wurden die Fahrtlängen der Einzelfahrten auf ganze Kilometer gerundet und für diesen Kilometerwert jeweils ein Mittelwert des Nebenverbraucheranteils pro Fahrt gebildet.

Analog zur Untersuchung des Einflusses der Fahrtlänge auf den Nebenverbraucheranteil wurde der ebenfalls nutzerabhängige Einflussfaktor der Fahrtdauer untersucht. Auch hier wurde zuerst eine Aggregation der Einzelwerte vorgenommen. Dafür wurden die Fahrtdauern auf ganze Minuten gerundet und für jeden dieser Minutenwerte ein Mittelwert des Nebenverbraucheranteils pro Fahrt gebildet.

Für den Einflussfaktor **DA-7c** (Nutzungsmuster) erfolgt eine Analyse von Fahrdaten aus dem Minimaldatensatz (MDS). Mit ihnen soll geklärt werden, inwieweit Nutzungsmuster mit einem über- oder unterdurchschnittlichen Fahrtenergieverbrauch der eingesetzten Elektrofahrzeuge in Verbindung gebracht werden können. Dazu werden aus den in den MDS-Daten enthaltenen 48 Parametern sieben für die Fragestellung relevante Parameter ausgewählt, die den zwei Betrachtungsebenen der Untersuchung zugeordnet werden (Tabelle 7).

Tabelle 7: Zuordnung der genutzten Energieverbrauchsparameter auf die zwei Betrachtungsebenen der Analyse.

1. Energieverbrauchsparameter Einzelfahrt
Fahrtdauer pro Fahrt [min] (Parameter 1)
Wegstrecke pro Fahrt [km] (Parameter 2)
mittlere Reisegeschwindigkeit [km/h] (Parameter 3)
Gesamtenergieverbrauch pro Fahrt [kWh] (Parameter 4)
2. Energieverbrauchsparameter fahrtaktiver Tag
Fahrtdauer pro Fahrt [min] (Parameter 1)
Wegstrecke pro Fahrt [km] (Parameter 2)
mittlere Reisegeschwindigkeit [km/h] (Parameter 3)
Gesamtenergieverbrauch pro Fahrt [kWh] (Parameter 4)
Fahrtdauer aller Fahrten pro Tag [min] (Parameter 5)
Wegstrecke aller Fahrten pro Tag [km] (Parameter 6)
Anzahl der Fahrten pro Tag (Parameter 7)

Quelle: eigene Darstellung nach Trümper et al. (2017a).

[24] Im Gegensatz zu einem Verbrennungsmotor verbraucht ein Elektromotor im Stand keine Energie, es sei denn, es müssen Nebenverbraucher versorgt werden, so dass bei den untersuchten zeitlichen Einflussfaktoren nur die Nebenverbraucheranteile am Energieverbrauch untersucht werden.

Die erste Betrachtungsebene stellt der Energieverbrauch pro Einzelfahrt dar, die zweite Ebene bildet der Energieverbrauch pro fahraktivem Tag als Summe aller Einzelfahrten. Die verwendeten Energieverbrauchsparameter der beiden Betrachtungsebenen werden jeweils einer Cluster-Analyse unterzogen, die resultierenden Cluster stellen dabei die Nutzungsmuster dar. Eine detaillierte Beschreibung des Cluster-Prozesses findet sich in Trümper et al. (2017a).

2.3.7. Übergreifende empirische Datenerhebungen

Neben den auf einzelne Analyseschritte beschränkten Einzeluntersuchungen wurden in der vorliegenden Arbeit auch zwei größere Quellen empirischer Daten erschlossen, die an mehreren Stellen der Arbeit für unterschiedliche Aussagen verwendet werden. So bilden Fahr- und Nutzerdaten aus Elektrofahrzeugen eine zentrale empirische Quelle für die beiden Säulen der Wirkungsanalyse sowie Teile der damit verknüpften Determinantenanalyse. Qualitative Interviews kommen hingegen als zentraler Bestandteil in der mit der Handlungsanalyse verknüpften Determinantenanalyse zum Tragen.

Im Folgenden werden die beiden Erhebungen in ihrem jeweiligen Umfang beschrieben.

2.3.7.1. Fahr- und Nutzerdaten

Grundlage für die empirischen Auswertungen in der Maßnahmenwirkungsanalyse und der Determinantenanalyse sind unter anderem Fahr- und Nutzerdaten, welche zwischen 2012 und 2017 im Rahmen des Forschungsprojektes *Hamburg – Wirtschaft am Strom* (Flämig et al. 2017c) an der Technischen Universität Hamburg (TUHH) gesammelt werden konnten. Im Projekt wurden insgesamt 740 reinelektrische Batteriefahrzeuge (BEV) bei 367 Organisationen in Hamburg eingesetzt. Dies umfasst Unternehmen der freien Wirtschaft ebenso wie kommunale Unternehmen und Behörden. In 160 Fahrzeugen kamen autonome Datenerfassungsgeräte zum Einsatz, welche über grundsätzliche Nutzungsparameter wie Lenk- und Ruhezeiten, Fahrtlängen, Energieverbrauch, Ladezeiten, Lademengen u.v.m. Auskunft geben. Diese Daten liegen fahrtbasiert vor, der von ihnen erzeugte Datensatz heißt *Minimaldatensatz* (MDS), in Verbindung mit den reinbatterieelektrischen Fahrzeugen folglich BEV-MDS. Tabelle 8 gibt einen Überblick über die eingesetzten Fahrzeugmodelle. Der Umfang des MDS ist über alle Bundesförderprojekte des BMVI einheitlich.

Tabelle 8: Anzahl und Modelle reinelektrischer Pkw und Nutzfahrzeuge in der Fahrzeugbeprobung im Projekt *Wirtschaft am Strom*.

Fahrzeugmodell	Anzahl in der Beprobung
Renault Zoe	69
VW E-Golf	31
Smart Electric Drive	30
Renault Kangoo	27
VW E-Up	3

Quelle: eigene Darstellung.

Zusätzlich wurden in 96 dieser Fahrzeuge über eine gesonderte Software der Datenerfassungsgeräte noch detailliertere Daten zur Fahrzeugnutzung erhoben, beispielsweise Informationen zur Beschleunigung, dem Bremsverhalten oder dem Einsatz von Nebenverbrauchern. Diese Daten liegen zeitbasiert in der Auflösung von 1 Hz. vor. Der Umfang der Daten ist speziell zwischen der Technischen

Universität Hamburg (TUHH) und den im Rahmen des Forschungsprojektes *Wirtschaft am Strom* beteiligten Automobilherstellern abgestimmt worden. Der erzeugte Datensatz heißt *TUHH-Datenset* (TUDS), in Verbindung mit den batterieelektrischen Fahrzeugen folglich BEV-TUDS. Er übersteigt den Umfang des MDS.

Als Vergleichsbasis mit konventionellen Fahrzeugen wurden zudem 24 verbrennungsmotorisch betriebene Fahrzeuge (ICEV) in neun Unternehmen im Rahmen des Projektes beprobt. Diese Daten liegen wiederum fahrtbasiert vor, der von ihnen erzeugte Datensatz entspricht dem oben genannten *Minimaldatensatz* (MDS), in Verbindung mit den verbrennungsmotorischen Fahrzeugen folglich ICEV-MDS.

Tabelle 9 gibt eine Übersicht über die in den unterschiedlichen Datensätzen erfassten Daten. Der in der Tabelle ebenfalls aufgeführte Datensatz PHEV-MDS ist für die vorliegende Arbeit irrelevant, da keine Hybrid-Fahrzeuge untersucht werden.

Tabelle 9: Übersicht über die je Datensatz erfassten Fahr- und Nutzungsdaten.

Datenspalte		BEV-MDS	PHEV-MDS	TU-DS	ICEV-MDS
Start-, Enddatum	fahrtengenau	X	X	X	X
Start-, Enduhrzeit	fahrtengenau	X	X	X	X
Start-, Endkoordinaten	fahrtengenau	X	X	X	X
Start-, End-State of Charge	fahrtengenau	X	X	X	
Dauer der Fahrt	fahrtengenau	X	X	X	X
Länge der Fahrt	fahrtengenau	X	X	X	X
Anzahl der Stopps	fahrtengenau	X	X	X	X
Energiedurchsatz (pos., neg., gesamt)	fahrtengenau	X	X	X	
Geschwindigkeitsgruppen	fahrtengenau	X	X	X	X
Max. Geschwindigkeit	fahrtengenau	X	X	X	
Start-, min.-, max.- Außentemperatur	fahrtengenau	X	X	X	
Start-, min.-, max.- Batterietemperatur	fahrtengenau	X	X	X	
Aufgenommene Energiemenge	fahrtengenau	X	X	X	X
Start-, Endrestlaufstrecke (Verb. + Elek.)	fahrtengenau		X		
Start-, Endrestlaufstrecke (Verbrenner)	fahrtengenau		X		
Start-, Endrestlaufstrecke (Elektro)	fahrtengenau		X		
Energiedurchsatz Antrieb (Antrieb)	fahrtengenau		X		
Energiedurchsatz Verbrennungsmotor	fahrtengenau		X		
Energiedurchsatz Nebenverbraucher	fahrtengenau		X		
Betriebsstunden Verbrennungsmotor	fahrtengenau		X		
Koordinaten	sekundengenau			X	X
Geschwindigkeit	sekundengenau			X	X
Drehmoment	sekundengenau			X	
Pedalstellungen	sekundengenau			X	
Eco-Mode an/aus	sekundengenau			X	
Außentemperatur	sekundengenau			X	
Batterietemperatur	sekundengenau			X	
Rekuperationsleistung	sekundengenau			X	
Energiedurchsatz (pos., neg., gesamt)	sekundengenau			X	
Motorleistungsaufnahme	sekundengenau			X	
Nebenverbraucherleistungsaufnahme (ges.)	sekundengenau			X	
Nebenverbraucherleistungsaufnahme (einz.)	sekundengenau			X	
Ladesteckerverbindung an/aus	sekundengenau			X	
Ladeleistung	sekundengenau			X	
Verbleibende Ladezeit	sekundengenau			X	

Quelle: Flämig et al. (2018a).

Die oben aufgeführten Datensätze wurden zudem in unterschiedlichen Erhebungszeiträumen während der fünfjährigen Projektlaufzeit erhoben. Diese sind in Tabelle 10 aufgeführt.

Tabelle 10: Erhebungszeiträume der unterschiedlichen Datensätze im Projekt Wirtschaft am Strom.

Datensatz	Erhebung Start	Erhebung Ende
BEV-MDS	03.09.2014	31.03.2017
BEV-TUDS	01.01.2015	31.03.2017
ICEV-MDS	01.01.2017	31.05.2017

Quelle: eigene Darstellung.

Die insgesamt 160 beprobten reinelektrischen Fahrzeuge kamen in 156 unterschiedlichen Unternehmen in Hamburg zum Einsatz. Die Unternehmen deckten dabei 18 von 20[25] *Abschnitten* in der Wirtschaftszweigsystematik der Statistischen Ämter ab (Statistisches Bundesamt 2008). Auf der statistisch höher auflösenden Ebene der *Klassen* konnten 123 von 615 Klassen durch Projektfahrzeuge abgedeckt werden. In 17 Klassen (entspricht elf Abschnitten) wurden zudem Fahrzeuge aus mindestens zwei verschiedenen Segmenten beprobt. Eine Übersicht hierzu findet sich in Tabelle 11.

Tabelle 11: Abdeckung von Wirtschaftszweigklassen durch Datenerfassungsgeräte im Projekt Wirtschaft am Strom.

WZ	Bezeichnung	Anzahl Unternehmen	Anzahl beprobte Fahrzeuge (davon TUDS-tauglich)	Anzahl abgedeckter Klassen	Anzahl Klassen mit mehreren beprobten Segmenten
A	Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	2	2 (1)	2	-
B	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	-	-	-	-
C	Verarbeitendes Gewerbe / Herstellung von Waren	15	15 (11)	15	-
D	Energieversorgung	6	10 (9)	4	-
E	Wasserversorgung; Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen	3	3 (3)	3	-
F	Baugewerbe / Bau	10	10 (5)	9	1
G	Handel (einschließlich Handel, Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen)	17	17 (6)	15	1
H	Verkehr und Lagerei	14	14 (12)	11	3
I	Gastgewerbe / Beherbergung und Gastronomie	7	7 (1)	6	1
J	Information und Kommunikation	5	5 (3)	4	1
K	Erbringung von Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	3	3 (1)	3	-

[25] Zwar weist die Wirtschaftsklassifikation 21 Abschnitte aus, jedoch wird in der vorliegenden Arbeit der Abschnitt T (*Private Haushalte mit Hauspersonal*) aufgrund der Untersuchung gewerblicher Fahrzeugzulassungen nicht berücksichtigt.

WZ	Bezeichnung	Anzahl Unternehmen	Anzahl beprobte Fahrzeuge (davon TUDS-tauglich)	Anzahl abgedeckter Klassen	Anzahl Klassen mit mehreren beprobten Segmenten
L	Grundstücks- und Wohnungswesen	9	9 (4)	4	2
M	Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen	20	20 (13)	11	4
N	Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen	12	12 (6)	10	1
O	Öffentliche Verwaltung, Verteidigung; Sozialversicherung	7	7 (5)	5	1
P	Erziehung und Unterricht	6	6 (5)	6	-
Q	Gesundheits- und Sozialwesen	10	10 (5)	6	1
R	Kunst, Unterhaltung und Erholung	3	3 (2)	3	-
S	Erbringung von sonstigen Dienstleistungen	7	7 (4)	6	1
(T)	(Private Haushalte)	-	-	-	-
U	Exterritoriale Organisationen und Körperschaften	-	-	-	-
Summe	**18**	**156**	**160 (96)**	**123**	**17**

Quelle: Flämig et al. (2018a).

Direkt im Anschluss an ihre Erhebung in den Fahrzeugen wurden die erfassten Rohdaten vor der Auswertung auf Plausibilität und Konsistenz geprüft. Dazu wurden die Daten zunächst gefiltert, um Mess- und Sensorfehler auszuschließen. Hierbei wurden fünf Kategorien in den Dimensionen Zeit, Distanz, Energie, Temperatur und Geschwindigkeit genutzt, in denen definierte Schwellenwerte nicht unter- bzw. überschritten werden durften. Anschließend wurden die Datensätze anhand ihrer Charakteristik in Fahrten und Ladungen unterteilt (Abbildung 4).

Im Ergebnis konnten plausible, konsistente Datensätze zu 26 131 Ladungen und 254 061 Fahrten in den untersuchten Elektrofahrzeugen aufgezeichnet werden. Diese entsprechen einer Gesamtfahrtstecke von ca. 1,5 Millionen zurückgelegten Kilometern und einer Gesamtmenge an geladener Energie von 176 088 kWh.

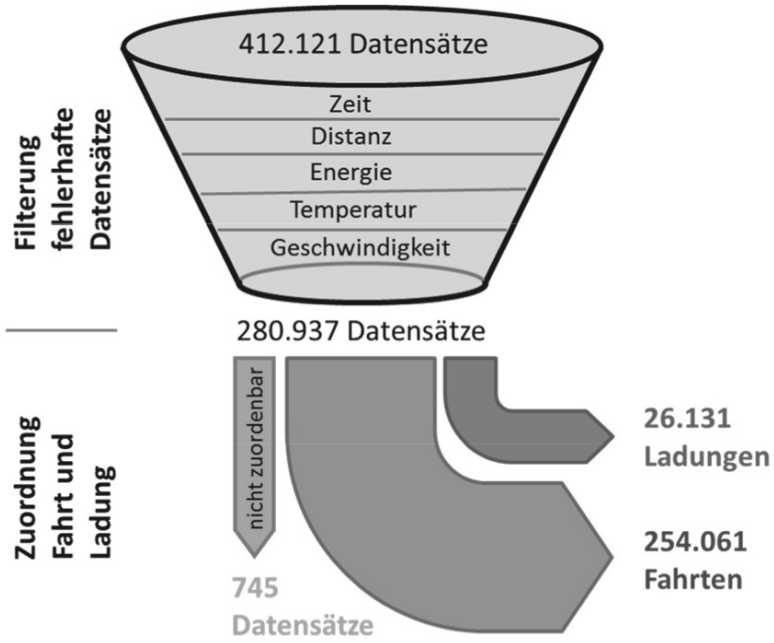


Abbildung 4: Schematische Darstellung der Aufbereitung der in den Elektrofahrzeugen erfassten Rohdaten mittels Filterung und Zuordnung.

Quelle: Flämig et al. (2018a).

Eine detaillierte Darstellung der Datenerhebung inklusive tiefergehender Betrachtungen der beteiligten Unternehmen, der eingesetzten Erfassungsgeräte und ihrer Konfigurationen, der erfassten Datensätze sowie ihrer Aufbereitung finden sich in Flämig et al. (2018d) und Flämig et al. (2018a).

2.3.7.2. Qualititative Interviews

Als sozialwissenschaftlich-empirische Erhebungsmethode für die Analyseteile, in denen Akteure zu Wort kommen und den Planungsprozess bewerten oder dokumentieren, wurde das *offene, strukturierte Interview* mit neutraler Strategie gewählt (vgl. Kohli 1978; Häder 2006, S. 188). Diese persönlich-mündliche Befragungstechnik erlaubt den höchsten Grad an Komplexität der Fragen, eine mittlere Robustheit gegenüber Fehlern (Datengenauigkeit) und einen hohen Einfluss des Interviewers im Sinne einer thematischen Gesprächslenkung (vgl. Porst 2000, S.50; Atteslander und Kopp 1999, S. 154 ff.; Girtler 2001, S. 155). Dennoch räumt ein solches teilstrukturiertes Gespräch dem Befragten einen hohen „Dispositionsspielraum“ für die „Strukturierung und Äußerung subjektiver Deutungen“ ein (Heinze 2001, S.154).

Um als Interviewer sicherzustellen, dass die subjektiven Deutungen des Befragten dabei nicht die Relevanz für das Thema verlieren, wurde ein Interview-Leitfaden (Kap. 2.3.7.2) eingesetzt. Zwar weist Hopf (1978) mit der Bezeichnung „Leitfadenbürokratie“ (Hopf 1978, S. 101) auf die Probleme beim Einsatz von Gesprächsleitfäden hin, die statt der Unterstützung des Gesprächs zu Hemmungen in der Befragung führen können, wenn sie beispielsweise einen Befragten bei seinen Ausführungen einschränken.

Dennoch sollte in der vorliegenden Erhebung nicht darauf verzichtet werden. Ein Leitfaden hilft dem Interviewer in flexiblem Maße, den Befragten sich seinen Gedankenraum erschließen zu lassen und gleichzeitig dabei den Bezug zum Thema und dem übergeordneten Befragungsziel zu prüfen. Da der Interviewer dabei also in gewissem Maße spontan auf die Antworten des Befragten eingeht und (für den Gesprächsfluss) eingehen muss, gleichzeitig aber den Interview-Leitfaden als Stütze und Grenze

einsetzen kann, spricht Hopf (1978) von einer „gesteuerten Spontaneität“ (Hopf 1978, S. 107; vgl. auch Girtler 2001, S. 157 ff.).

Nicht alle im Zusammenhang mit dem Implementationsgegenstand stehenden Akteure können mittels Interview befragt werden, genauso wie auch bei den übrigen Empirieteilen auf repräsentative Stichproben zurückgegriffen wird. Daher erfolgte eine Identifikation der die Stichprobe bildenden Macht- und Fachpromotoren in den am Planungsprozess beteiligten Organisationen mittels Vorrecherchen und eigenem Expertenwissen. Die Interview-Partner galten im Zusammenhang des Untersuchungsobjekts als Experten, wenn sie für einen relevanten (Teil-)Aspekt des untersuchten Planungsprozesses über ihre Partizipation und/oder Rolle umfangreiche Kenntnis besitzen (vgl. Wassermann 2015).

Nur diejenigen Akteure wurden interviewt, die für ihre Akteursgruppe stellvertretend stehen können, sich also z. B. im Rahmen der Vorrecherchen als besonders geeignet für die Darstellung der Aufgaben ihrer funktionalen Akteursgruppe erwiesen. Ebenso wurde das Vorwissen des Autors aus der mehrjährigen Projektarbeit in der *Modellregion Elektromobilität Hamburg* und auf Bundesebene dafür genutzt, um zu beurteilen, an welcher Stelle besonders komplexe Konstellationen von Maßnahmeneinflüssen vorliegen, die mittels eines offenen Interviews mit den involvierten Akteuren wesentlich besser herausgearbeitet (und erläutert) werden können. Ferner gibt es Akteursgruppen, deren Einfluss auf den Umsetzungsprozess sich aus deren Arbeit ableiten lässt, ohne dass es dazu eines Interviews bedarf, so z. B. bei Medienvertretern. Hier kann durch eine Medienanalyse aufgezeigt werden, wie diese Akteure diesen zu verschiedenen Zeitpunkten des Planungsprozesses bewerteten und damit Einfluss auf den Prozessverlauf nahmen[26] (vgl. Ahrend und Schwedes 2011**)**.

Die 14 Interview-Partner umfassende Stichprobe teilt sich in zwei Handlungsebenen auf: die Bundesebene sowie die kommunale Ebene. Innerhalb dieser wird zwischen sieben funktionalen Akteursgruppen unterschieden. Die funktionalen Gruppen umfassen Akteure aus den Bereichen

- Politik und Planung, z. B. Fraktionsvertreter oder Beschäftigte in Behörden, Verwaltung und Landesbetrieben, die an der Ausarbeitung und dem Inkrafttreten von Gesetzen und Rahmenbedingungen beteiligt sind; aber auch Förderbanken oder Projektträger, die Zuschüsse auf Richtlinienkonformität prüfen und Mittel bewilligen und somit die politischen Vorgaben anwenden und interpretieren.
- „Moderator“-Organisationen, z. B. Förderprogramm-Manager oder alle zwischengeschalteten Organisationen, die kein eigenes wirtschaftliches Ziel aus der Umsetzung von Programmen generieren, sondern als *Facilitator* die Maßnahmen in die Umsetzung bringen und als Mittler zwischen politischen Zielen und der Umsetzung vor Ort fungieren, z. B. bei der Zusammensetzung von Konsortien oder der Antragsstellung auf Fördergelder etc.
- Kammern und Verbände, z. B. Industrie- und Handelskammern bzw. Handwerkskammern, die die Interessen ihrer Mitglieder vertreten, oder Verbände, z. B. Umweltverbände oder Branchenverbände, die in erster Linie die Ansprüche ihrer eigenen Klientel und deren politische Zielen vertreten.
- Fahrzeughersteller und deren Vertriebsorganisationen, wie z. B. lokale Niederlassungen oder Leasingbanken, durch welche die vom Hersteller produzierten Fahrzeuge erst an den Fahrzeugnutzer gelangen bzw. finanziert werden; dazu zählen auch Mobilitätsdienstleister, die entweder als Tochter einem Automobilhersteller zuzuordnen sind, oder freie Mobilitätsdienstleister.

[26] Vgl. auch Jäger (2015, S. 38 ff.) zur erweiterten Betrachtung des Verhältnisses von Macht und Wissen sowie den induzierenden Effekten von (gelenkten) Diskursen.

- Energiewirtschaft, z. B. Energieversorgungsunternehmen, die als Infrastrukturanbieter oder gegenüber Endanwendern als Produkthersteller/-vertrieb für Stromprodukte oder Ladeeinrichtungen auftreten können; dazu zählen auch Unternehmen, die keine Netze betreiben, sondern lediglich Produkte oder Dienstleistungen im Energiebereich anbieten.
- Fuhrparkbetreiber, z. B. privatwirtschaftliche oder öffentliche Unternehmen, die mehr als ein Fahrzeug einsetzen und somit auch Erfahrungen im Bereich geplanter Beschaffungen aufweisen.
- Wissenschaft, z. B. Universitäten oder andere Institute und Einrichtungen, die zur Elektromobilität forschen oder Erkenntnisse zur Diskussion beisteuern, die sich aus einer wissenschaftlichen Arbeit ergeben (in Abgrenzung von Verbänden und deren „Positionspapieren“).

Medien als Meinungsbildner gehören nicht der Stichprobe an (siehe Einführung), deren Einfluss auf das Thema Elektromobilität wird hinreichend bei Ahrend und Schwedes (2011) beschrieben.

Die 14 Befragten brauchten zum Zeitpunkt des Interviews nicht notwendigerweise noch in der aufgeführten Position zu arbeiten. Wichtig für die Nachzeichnung des Umsetzungsprozesses ist lediglich, dass sie zum Zeitpunkt der Planungsphase, über die sie Auskunft geben sollen, die entsprechenden Entscheidungsbefugnisse und/oder Einblicke hatten. Auch gehören die Befragten nicht zwingenderweise den in der *Organisationsanalyse* vorgestellten Akteuren an, sondern können im betreffenden Zeitraum auf einer ähnlichen und gleichwertigen Position gewesen sein.

Die Interview-Fragen bilden dabei die drei zentralen, chronologisch aufeinander folgenden Phasen im Prozessablauf ab, an denen die befragten Akteursgruppen als Handelnde beteiligt sein können (vgl. auch Flämig 2004, S. 61f.). Dabei können Akteure auch in mehreren Phasen beteiligt sein:

- Zielsetzung (Agendaformierung)
- Maßnahmenverabschiedung (Politikformulierung)
- Umsetzung der Maßnahmen (Implementation)

Tabelle 12 zeigt die Einordnung der befragten 14 Interview-Partner sowohl in die angeführten Funktionsgruppen, wie auch die zeitliche Planungsphase. Die vergebenen Namen für die Interview-Partner entsprechen den im weiteren Textverlauf genutzten Pseudonymen. Wo ein Interview-Partner in mehreren zeitlichen Phasen im Planungsprozess auskunftsfähig ist, wird dies vermerkt, bzw. findet in der Übersichtstabelle eine Zuordnung in die entsprechenden zeitlichen Phasen statt.

Gleichsam ist es notwendig zu ermitteln, wie weit das Verständnis eines Befragten auch in die anderen Planungsphasen reicht, also ob der Prozess insgesamt oder zumindest die übergeordneten Zielsetzungen im Planungsprozess bekannt und verstanden worden sind. So verweist Flämig (2004, S. 123 ff.) am Beispiel von Wirtschaftsverkehrsprojekten in Ballungsräumen auf deren Komplexität als ein Haupthemmnis für ihre Zielerreichung; also die Probleme, die entstehen, wenn Einzelakteure nicht die Gesamtzusammenhänge kennen und damit die Schnittstellen/Übergabepunkte für weitere Akteure oder zeitlich nachfolgende Planungsschritte nicht entsprechend fördernd ausgestalten können.

Tabelle 12: Übersicht über die 14 Interview-Partner (pseudonymisiert), abgetragen auf der y-Achse: Phase im Planungsprozess; x-Achse: Akteursgruppe (unterteilt nach Bundes- oder Kommunalebene).

	Politik/Planung		Moderatoren	
	DE	*HH*	*DE*	*HH*
Zielsetzung (Agenda-Formierung)	DE-Politik	HH-Politik		
Maßnahmenverabschiedung (Politikformulierung)	DE-Politik	HH-Politik, HH-Politik2	DE-Moderator	
Umsetzung der Maßnahmen (Implementation)	DE-Verwaltung	HH-Verwaltung		HH-Moderator

	Hersteller/Vertrieb		Energiewirtschaft	
	DE	*HH*	*DE*	*HH*
Zielsetzung (Agenda-Formierung)				
Maßnahmenverabschiedung (Politikformulierung)				
Umsetzung der Maßnahmen (Implementation)	DE-Vertrieb	HH-Hersteller		HH-Energie

	Kammern/Verbände		Wissenschaft	
	DE	*HH*	*DE*	*HH*
Zielsetzung (Agenda-Formierung)				
Maßnahmenverabschiedung (Politikformulierung)	DE-Kammer/Verbände		DE-Wissenschaft	
Umsetzung der Maßnahmen (Implementation)		HH-Kammer/Verbände		

	Fuhrparks	
	DE	*HH*
Zielsetzung (Agenda-Formierung)		
Maßnahmenverabschiedung (Politikformulierung)		
Umsetzung der Maßnahmen (Implementation)		HH-Fuhrpark

A104

Quelle: eigene Darstellung.

Um die Anonymität der Befragten zu gewährleisten, findet nachfolgend nur eine grobe Einordnung in die Organisationslandschaft sowie eine schematische Beschreibung der Aufgaben und Kompetenzen der Befragten statt. Vor dem Hintergrund, dass Hamburg als Stadtstaat wie auch die hiesige „Elektromobilitätsszene“ beide gewissermaßen „überschaubar“ sind und Rückschlüsse auf die befragten Personen auf jedem Fall vermieden werden sollen, muss zum Schutz der Interview-Partner diese künstliche Unschärfe hinzugefügt werden. Männliche grammatische Formen werden gleichfalls für weibliche Gesprächspartnerinnen verwendet und Kompetenzen und Arbeitsfelder grundsätzlich im Präteritum aufgeführt, unabhängig von der aktuellen Beschäftigungssituation.

Funktionsgruppe Politik/Planung

Interview-Partner Nummer 1 (DE-POLITIK), Mitarbeiter Behörden/Verwaltung. Hatte Einblicke in die Arbeit von Bundesbehörden und die Energie- und Klimapolitik der Bundesregierung mit Schwerpunkt Verkehr und Mobilität seit Beginn der Elektromobilitätsaktivitäten des Bundes ab dem Jahr 2009 (respektive 2007). Er konnte sich zudem bei der Ausgestaltung von Fördermaßnahmen in dem Bereich einbringen und ist deshalb zwei zeitlichen Planungsphasen zugeordnet.

Interview-Partner Nummer 6 (DE-VERWALTUNG), Mitarbeiter Behörden/Verwaltung. Hatte im Rahmen seiner Arbeit im Bereich der nationalen Förderprogramme Kontakt mit Projektkonsortien und Endanwendern. Er erlangte einen Überblick über eine Vielzahl von Förderprojekten und damit einen Großteil der Elektromobilitätsaktivitäten in Deutschland.

Interview-Partner Nummer 2 (HH-POLITIK), Mitarbeiter Behörden/Verwaltung. War in der kommunalen Umsetzung der von der Bundesregierung im Bereich Elektromobilität gesetzten Zielsetzungen beteiligt und konnte die Hamburger Rahmenbedingungen auf politischer Ebene mitgestalten.

Interview-Partner Nummer 3 (HH-VERWALTUNG), Mitarbeiter Behörden/Verwaltung. Hatte die Möglichkeit, die Umsetzung von Förderprojekten in Hamburg zu beurteilen und die gesetzten Rahmenbedingungen für den Einsatz von Elektrofahrzeugen stellenweise anzupassen.

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

Interview-Partner Nummer 14 (HH-POLITIK2), Mitarbeiter Behörden/Verwaltung. War in die kommunale Umsetzung der Hamburger Aktivitäten im Bereich Elektromobilität involviert und konnte die Implementation in Hamburg auf politischer Ebene mitgestalten

Funktionsgruppe Moderatoren

Interview-Partner Nummer 4 (DE-MODERATOR), Mitarbeiter öffentliches Unternehmen. War auf Bundesebene an der Umsetzung der politischen Fördervorgaben in konkreten Demonstrationsprojekten beteiligt. In dieser Funktion hatte er auch Einsicht in die Durchführung (und Probleme) eines Großteils der von der Bundesregierung geförderten Anwendungsvorhaben.

Interview-Partner Nummer 5 (HH-MODERATOR), Mitarbeiter öffentliches Unternehmen. Nahm ähnliche Aufgaben wie DE-MODERATOR in Hamburg wahr und hatte Einblick in die kommunale „Projektwelt". Durch Kontakt zu mehreren Projektkonsortien konnten Einblicke in die Umsetzungsanforderungen vor Ort gewonnen werden.

Funktionsgruppe Kammern/Verbände

Interview-Partner Nummer 7 (DE-KAMMER/VERBÄNDE), Mitarbeiter Verband. Hatte mehrere Jahre Erfahrung im Bereich bundesdeutscher Verkehrspolitik und trat dabei vor allem für Umweltbelange in der Gestaltung von Mobilitätsangeboten ein.

Interview-Partner Nummer 8 (HH-KAMMER/VERBÄNDE), Mitarbeiter Körperschaft. Fokussierte in seiner Funktion auf die wirtschaftlichen Auswirkungen verschiedener verkehrspolitischer Maßnahmen in Hamburg auf unterschiedliche Nutzergruppen mit Mobilitätsbedürfnissen.

Funktionsgruppe Hersteller/Vertrieb

Interview-Partner Nummer 11 (DE-VERTRIEB), Mitarbeiter privatwirtschaftliches Unternehmen. Wirkte an der Ausgestaltung von bundesweiten Mobilitätsangeboten mit Elektrofahrzeugen mit.

Interview-Partner Nummer 10 (HH-HERSTELLER), Mitarbeiter privatwirtschaftliches Unternehmen. Hatte Einblicke in den Vertrieb von Elektrofahrzeugen im Rahmen von Demonstrationsprojekten.

Funktionsgruppe Energiewirtschaft

Interview-Partner Nummer 12 (HH-ENERGIE[27]), Mitarbeiter privatwirtschaftliches Unternehmen. War an der technischen Ausgestaltung im Bereich Ladeinfrastruktur beteiligt und hatte Einblicke in übergeordnete energiewirtschaftliche Themen rund um das Thema Elektromobilität.

Funktionsgruppe Fuhrparks

Interview-Partner Nummer 13 (HH-FUHRPARK), Mitarbeiter privatwirtschaftliches Unternehmen. Sammelte Erfahrung mit der Bereitstellung und Nutzung von Elektrofahrzeugen in gewerblichen Fuhrparks, sowohl innerhalb als auch außerhalb von Demonstrationsprojekten und der damit verbundenen Förderung.

Funktionsgruppe Wissenschaft

Interview-Partner Nummer 9 (DE-WISSENSCHAFT), Mitarbeiter Forschungsinstitution. Untersuchte verschiedene Aspekte und Fragestellungen zum Thema Elektromobilität und gewann dabei unter anderem Erkenntnisse über eine Anzahl Demonstrationsprojekte im Bundesgebiet.

[27] Der Name bildet sich generisch aus der geografischen Betrachtungsebene und der Branchenzuordnung und ist nicht zu verwechseln mit dem in Hamburg ansässigen Energieversorger Hamburg Energie GmbH.

Die Teilnahme an den Interviews war für die Befragten freiwillig. Dies könnte den Nachteil haben, dass die Befragung überzeugte Nichtteilnehmer nicht erreicht und „damit letztlich Artefakte erzeugt“ (Häder 2006, S. 193). Die Stichprobe könnte so beispielsweise nur Personen enthalten, die der Elektromobilität durchweg positiv gegenüberstehen und alle Aktivitäten dazu unterstützen möchten, oder Personen, die negative Erlebnisse gemacht haben und einen Kanal suchen, ihre Kritik auszudrücken[28].

Andererseits kann dem entgegengehalten werden, dass auch eine Verpflichtung zur Teilnahme, sei es durch Projektauflagen oder Anweisung von Vorgesetzten, nicht garantieren kann, dass Teilnehmer sich konstruktiv an einer Erhebung beteiligen und ihre Verweigerungshaltung aufgeben. So wurde im Projekt *Wirtschaft am Strom,* bei dem für Empfänger von Fördermitteln die Teilnahme an der Begleitforschung verpflichtend war, beispielsweise beobachtet, dass Teilnehmer in einen Fuhrparkfragebogen gezielt Falscheingaben machten (z. B. „1234“ statt eines Fahrzeugkennzeichens), nur um scheinbar die Auflagen zur Teilnahme an der Befragung zu erfüllen (vgl. Flämig et al. 2018d). Schnell (1997, S. 181ff.), aus der Rational-Choice-Theorie kommend, führt als Grund dafür vor allem die subjektive Bedeutsamkeit des Untersuchungsthemas für den Befragten an, in weitaus geringen Anteilen eine „habituelle Verweigerungshaltung“ (Schnell 1997, S. 190). In einer Interviewsituation sind solche Fehlangaben noch schwieriger zu detektieren. Da der Grad der für eine erfolgreiche Befragung notwendigen Kooperation des Befragten nur schwer messbar ist, muss ein gewisses Maß an Artefakten oder Verzerrungen akzeptiert werden, die später bei der Auswertung im Kontext der Gesamtergebnisse identifiziert und isoliert werden müssen (vgl. Diekmann 2008, S. 440).

Unabhängig davon wurde versucht, durch methodische Maßnahmen eine Fehlerreduktion im Interview zu erzielen. Details zu diesen Maßnahmen finden sich in Anhang 7.

Die Interviews liefen jeweils in vier Phasen ab (siehe Abbildung 5). Der genormte Ablauf soll eine angenehme Umgebung und einen natürlichen Gesprächsablauf für die Interview-Partner sicherstellen, was wiederum die Ergebnisse der Gespräche befördern kann. Gleichwohl bietet er gewisse Flexibilitäten bei der Reihenfolge der thematischen Kernfragen, um das Gespräch nicht zu starr wirken zu lassen. Der eingesetzte Interview-Leitfaden sichert überdies die Vollständigkeit und Konsistenz der Befragung über die gesamte Erhebung.

[28] Mehr zum sogenannten *Selection Bias* beispielsweise bei Tourangeau et al. (2009) oder Bowling (2005).

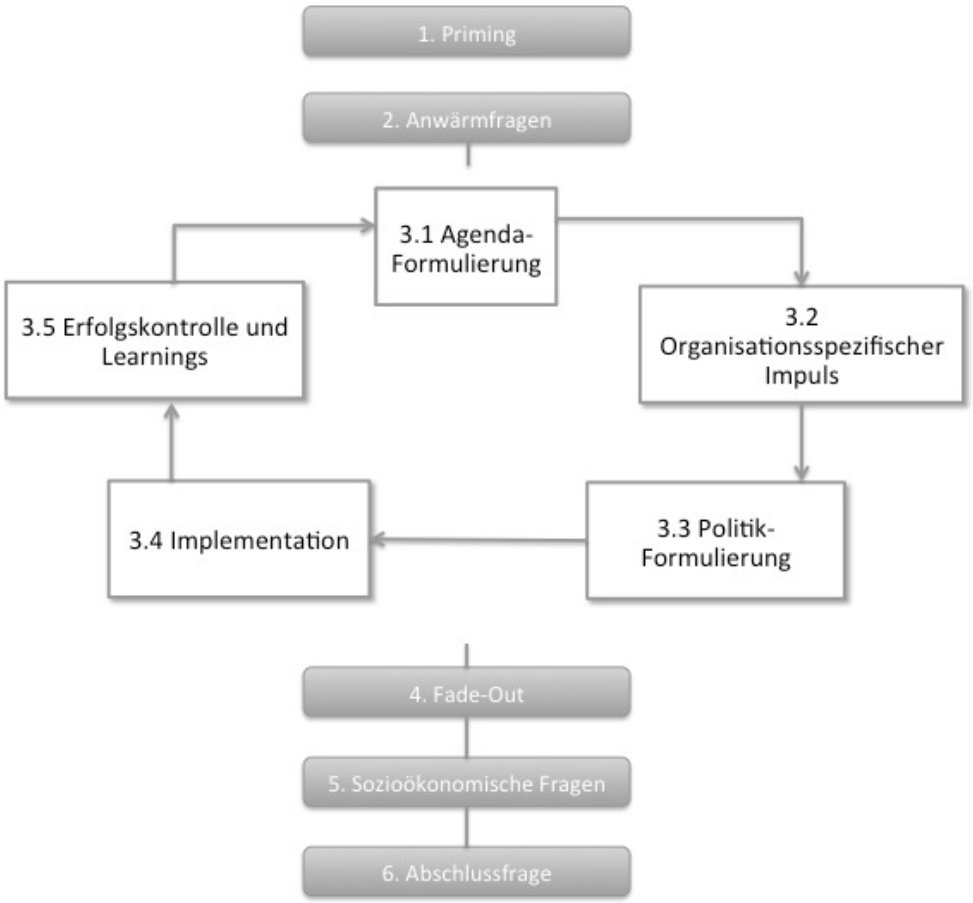


Abbildung 5: Genormter Ablauf der Interviews mit flexibler Ausgestaltung des Fragehauptteils.

Quelle: eigene Darstellung nach Mayring (2010a).

Eine eingehende Erläuterung und weitere theoretische Überlegungen zu den einzelnen Phasen der Interviews finden sich in Anhang 8.

Der eingesetzte Interview-Leitfaden ist in Anhang 9 zu finden.

Die Auswertung der Interviews wird in Anlehnung an die Qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (Mayring 2010a; Mayring und Fenzl 2014; Mayring 2010b) durchgeführt. Diese ermöglicht ein systematisches Vorgehen zur Analyse relevanter Informationen aus den Interviews. Zugleich ist die Methode ausreichend qualitativ-interpretativ, um latente Sinngehalte der Interviews zu erfassen, und offen für neue, unerwartete Erkenntnisse, die sich aus den geführten Gesprächen ergeben könnten. Die Qualitative Inhaltsanalyse kann somit als eines der Standardverfahren bezeichnet werden, auch wenn bisher kein allgemein anerkanntes Verfahren zur Auswertung von Experten-Interviews existiert (vgl. Bogner et al. 2014, S. 71).

Ein Vorteil der Qualitativen Inhaltsanalyse ist das streng regelgeleitete Vorgehen und die exakte Definition der Auswertungsaspekte und -regeln, sodass eine „intersubjektive Überprüfbarkeit“ (Mayring und Fenzl 2014, S. 543) ermöglicht wird. Dies bedeutet, dass die Analyseergebnisse (bzw. einen Schritt davor die Kodierung) von unterschiedlichen Auswertern (*Subjekte*) aufgrund der klaren Regelleitung gleich gewertet (*überprüft*) werden. Obwohl quantitative Verfahren exaktere Ergebnisse erzielen, fehlt dabei die Einbeziehung der inhaltlichen Zusammenhänge, sodass ein wichtiger Teil des Verständnisses verloren geht. So betont Wassermann (2015), dass nicht die „Sequenzialität von Äußerungen je Interview“ (Wassermann 2015, S. 61) wichtig sei (was vor allem für die quantitative

Auswertung von Bedeutung wäre), sondern inhaltlich zusammengehörige, über das Gespräch verstreute Aussagen, weshalb eine qualitative Auswertung vorzuziehen sei. Dieser Vorteil kommt insbesondere bei der in der vorliegenden Arbeit behandelten Thematik zu tragen, weil die Interviews einen umfassenden Planungsprozess behandeln und die Interview-Partner häufig zwischen verschiedenen Zeitpunkten innerhalb des Planungsprozesses hin und her wechselten.

Für das Vorgehen bei der Auswertung von Experten-Interviews mithilfe der Qualitativen Inhaltsanalyse wird in Mayring (2010b, S. 60) ein mehrstufiges Ablaufmodell vorgestellt, welches neben der strukturierenden Inhaltsanalyse auch Teile der quantitativen Auswertung und der statistischen Verarbeitung integriert (Abbildung 6). Aufgrund der spezifischen Fragestellung, die den Interviews als Teil der Impuls- und vor allem der Determinantenanalyse zugrunde liegt, können jedoch einige dieser Schritte verkürzt werden. Insbesondere aufgrund der kommunikationsorientierten Fundierung des von Mayring (2010a) beschriebenen Verfahrens ist die vollständige Anwendung zu aufwendig. So werden zwar bei der Auswertung der Experten-Interviews die Erfahrungen und Einstellungen der Befragten berücksichtigt, eine detaillierte Analyse der Entstehungssituation (vgl. Abbildung 6, Schritt 2) und der Wirkungsweise des Textes ist jedoch nicht immer erforderlich (siehe dazu auch Kaiser 2014, S.90f).



Abbildung 6: Ablaufmodell der durchgeführten Qualitativen Inhaltsanalyse der Interviews.

Quelle: eigene Darstellung vereinfacht nach Mayring (2010a, S. 60).

Eine eingehende Erläuterung und weitere theoretische Überlegungen zu den einzelnen Auswertungsschritten gemäß des abgebildeten Ablaufmodells finden sich in Anhang 10.

Das erstellte Kodiersystem nebst Ankerbeispielen und Kodierrichtlinien findet sich in Anhang 11.

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

3. Systemgrenzen

In der Arbeit wird zwischen zeitlichen, räumlichen und inhaltlichen Systemgrenzen unterschieden, um die Betrachtungsweite der Untersuchungen zu definieren und einzugrenzen.

3.1. Zeitliche Systemgrenzen

Die Definition der zeitlichen Systemgrenze geschieht auf Grundlage der historischen Abläufe (nähere Details und Quellen siehe Anhang 1). Bereits seit den 1960er-Jahren ist Umweltschutz Teil der bundespolitischen Agenda. Seit 1992, mit Deutschlands Unterzeichnung der internationalen Klimarahmenkonvention, ist auch die Reduktion von Treibhausgasen, vor allem Kohlendioxid, explizites Politikziel. 2007, als Teil der Meseberger Beschlüsse (IEKP), wird auf Bundesebene erstmals Elektromobilität als konkrete Maßnahme zur Treibhausgasreduktion erwähnt. Ab 2009 dann beginnt die Bundesregierung im Rahmen des sogenannten Konjunkturpakets II mit der Umsetzung direkter Fördermaßnahmen für Elektromobilität (siehe Kapitel 1). In Hamburg wird das Thema Elektromobilität ebenfalls 2009 Teil der politischen Agenda, als Hamburg im Rahmen des Konjunkturpakets II zu einer *Modellregion für Elektromobilität* ausgewählt und Empfänger von Bundesfördermitteln wird (siehe Situationsanalyse).

Da also hinsichtlich der Implementation der Maßnahme Elektromobilität das Jahr 2009 zentral ist, beginnt die ex-post-Analyse der vorliegenden Arbeit im Herbst 2007, um zusätzlich zu den ab 2009 auf Bundes- und Kommunalebene einsetzenden Aktivitäten auch den legislativen Beginn (IEKP) des Themas im Vorlauf zu berücksichtigen. Auch wenn im Rahmen der Impulsanalyse/Agendaformierung die befragten Interviewpartner teils Referenzen bis in die 70er Jahre machen, so ist die politische Ausgestaltung dieser Einflüsse in Form von konkreten Erlassen (IEKP) und Maßnahmen (Förderung Elektromobilität) doch auch erst ab dem Jahr 2007 (respektive 2009) erfolgt und fügt sich somit in die gesetzten Systemgrenzen ein.

Die in die Zukunft der vorliegenden Arbeit gerichtete zeitliche Systemgrenze richtet sich dagegen nach der Definition der Zielebene. Diese liegt für die Bundesebene im Jahr 2020, festgelegt sowohl in den erwähnten Meseberger Beschlüssen, im späteren Regierungsprogramm Elektromobilität wie auch bei der die Bundesregierung beratenden Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE). In Hamburg haben hingegen die meisten Maßnahmen im Bereich Klimaschutz im Straßenverkehr kein fixes Erfüllungsdatum (siehe Zielanalyse). Vielmehr gehen Regierungsprogramme oder Koalitionsverträge mal explizit („in dieser Legislaturperiode“), mal konkludent davon aus, dass die gesetzten Ziele innerhalb der eigenen Regierungszeit bearbeitet werden (da außerhalb von Verpflichtungsermächtigungen keine Planungen außerhalb der Regierungsverantwortung möglich sind). Nur in Einzelfällen wurden konkrete Zeitpunkte für die Umsetzung einer Maßnahme benannt, z. B. der verstärkte Aufbau einer öffentlichen Ladeinfrastruktur bis 2016 (Landesorganisation Hamburg der SPD und Landesverband Hamburg von Bündnis 90/Die Grünen 2015b) oder die Erarbeitung eines neuen Luftreinhalteplans bis 2017 (Landesorganisation Hamburg der SPD und Landesverband Hamburg von Bündnis 90/Die Grünen 2015b). Diese lagen dann, um die Priorität der Zielerreichung zu unterstreichen, vor dem Ende der Legislaturperiode. 2013 beschloss die Bürgerschaft, ihre Wahlperiode ab der nächsten Wahl auf fünf Jahre zu verlängern, so dass die zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit aktuelle 21. Legislaturperiode der Hamburger Bürgerschaft 2020 endet.

Die zeitliche Systemgrenze für die durchgeführten Analysen greift somit auf Bundes- und Kommunalebene die Ziele bis 2020 auf.

Die Wirkungsanalysen inklusive des empirischen Teils können im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht erst nach Ende 2020 erledigt werden, um einen vollständigen Soll-Ist-Abgleich vorzunehmen. Vielmehr müssen die Arbeiten der Wirkungsanalyse als Zwischenresümee verstanden werden. Die Betrachtungen enden hier im März 2017 mit dem Ende der Fahrzeugbeprobung.

Darüberhinaus werden in der Arbeit Maßnahmenpotenziale berechnet und Handlungsempfehlungen abgeleitet, die auch über diesen Zeitraum hinausgehen. Die in der Maßnahmenwirkungsanalyse skizzierten Szenarien zur Reduktion von Treibhausgasen haben als Zieldatum 2050, während die Handlungsempfehlungen keine feste Terminierung aufweisen.

3.2. Räumliche Systemgrenzen

Die räumliche Systemgrenze wird bei der Analyse der bundesweiten Förderprogramme durch das Staatsgebiet der Bundesrepublik Deutschland begrenzt. Kommunale Politikbetrachtungen enden an der Landesgrenze des Bundeslandes Hamburg. Auch wenn politische Aktivitäten in Zusammenhang mit der Metropolregion diese räumliche Grenze überschreiten, so sind städtische Maßnahmen, Fördermittel und Politikziele dennoch auf das Bundesland begrenzt und nicht auf die umliegenden Bundesländer oder die Metropolregion anwendbar.

3.3. Inhaltliche Systemgrenzen

Ziel der Arbeit ist die Analyse des Potenzials von Elektromobilität zur Treibhausgasreduktion im Straßenverkehrssektor. Neben der durch die Planungsanalyse zu beantwortende Frage der Öko-Effizienz („Are we doing the things right?“) erlaubt die in der Arbeit vorgestellte methodische Erweiterung der Planungsanalyse mittels Fahrdaten aus dem Hamburger Wirtschaftsverkehr auch die exemplarische Untersuchung der Öko-Effektivität („Are we doing the right things?“) der Systemintervention (siehe zum Effizienz-/Effektivitätsbegriff auch Prittwitz 1994, S. 63ff.).

Daraus ergeben sich neben den oben genannten zeitlichen und räumlichen Systemgrenzen für den Untersuchungsgegenstand folgende inhaltliche Systemgrenzen:

- Im Fokus der Arbeit liegt die Reduktion von Treibhausgasen. Luftschadstoffe (z. B. NO_x oder Rußpartikel) werden nicht betrachtet. Das Kyoto-Protokoll benennt sechs Treibhausgase: Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4) und Lachgas (N_2O) sowie drei fluorierte Treibhausgase („F-Gase“), nämlich wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW), und Schwefelhexafluorid (SF_6). Ab 2015 wird Stickstofftrifluorid (NF_3) zusätzlich einbezogen.[29] Alle genannten treibhausgaswirksamen Substanzen werden dabei zu Vergleichszwecken in Datenbanken und in der Literatur in Kohlendioxidäquivalenten ausgewiesen.
- Als politisches Handlungsfeld wird der Straßenverkehr betrachtet. Andere Verkehrsträger wie Schifffahrt, Schienen- oder Luftverkehr gehören nicht dazu.
- Als Technologie werden ausschließlich rein batterieelektrische, nicht-hybridisierte, zweispurige, zugelassene Fahrzeuge der Größenklassen M1 (Pkw) und N1 (leichte Nutzfahrzeuge) in die Analysen miteinbezogen[30]. Diese werden im Text synonym als Elekrofahrzeuge, Elektro-

[29] Neben der primären Quelle, dem Kyoto-Protokoll (United Nations Publications 2005) bzw. für aktuelle Änderungen auch dem Fünften Sachstandsbericht des IPCC (IPCC 2014) empfiehlt sich als Sekundärquelle die deutsche Zusammenfassung des Umweltbundesamtes (Umweltbundesamt 2018b)

[30] Für weiterführende Informationen zu der Definition der Antriebsarten und Fahrzeuggrößenklassen siehe Kraftfahrt-Bundesamt (2016c).

Pkw oder auch als BEV (engl. Battery Electric Vehicle) bezeichnet. Wasserstofffahrzeuge, Busse oder Pedelecs sind nicht Teil der Betrachtung.

- Die empirischen Daten beziehen sich auf Nutzer von Elektrofahrzeugen im Hamburger Wirtschaftsverkehr, die alle im Rahmen des Forschungsprojektes *Wirtschaft am Strom* (siehe Einleitung) ihre Elektrofahrzeuge genutzt haben. Die Gruppe lässt sich in den amtlichen Statistiken als *gewerbliche Halter* identifizieren und somit von privaten Haltern eindeutig abgrenzen.[31] Gerade bei Poolfahrzeugen, also im Fuhrpark gemeinschaftlich genutzten Fahrzeugen, ist eine individuelle Zuordnung von Fahrzeugen zu Personen nicht möglich, aber für die durchgeführten Erhebungen auch nicht relevant. Somit ist der Begriff Nutzer generisch zu verstehen.
- Akteure im Sinne der Arbeit sind Interessengruppen und Anspruchshalter in der Etablierung von Elektromobilität in Deutschland und Hamburg. Dazu können auf politischer Ebene alle an den in der Arbeit beleuchteten Planungsprozessen (Gesetzgebung, kommunale Umsetzung) beteiligte Personen und Organisationen gezählt werden, ebenso wie die gleichermaßen am Prozess beteiligten Personen und Organisationen der Zivilgesellschaft. Auch die in der Arbeit an entsprechender Stelle näher spezifizierten Wirtschaftsverbände und Einzelakteure, z. B. Hersteller, gehören der Akteurslandschaft an. Wenngleich jeder potentielle Käufer eines Elektrofahrzeugs als zukünftiger Nutzer und damit als Anspruchshalter gelten könnte, soll in der vorliegenden Arbeit sich der Akteursbegriff bei den Nutzern auf die im Rahmen des Projektes *Wirtschaft am Strom* beteiligten Unternehmen und Personen beschränken, da nur zu ihnen verlässliche und interpretierbare Daten vorliegen.

[31] Die Problematik der gewerblichen genutzten, aber privat zugelassenen Fahrzeuge (z. B. bei manchen KEP-Diensten) wird in der Arbeit nicht weiter betrachtet, da sie für die übergeordneten Betrachtungen vernachlässigbar scheint.

4. Situationsanalyse

Die Situationsanalyse beschreibt den Ist-Zustand des Planungssystems, um das Umfeld der politischen Zielformulierung sowie der Maßnahmenformulierung besser zu verstehen (z. B. auch die ihnen zugrunde liegende Problemlagen, vgl. Flämig 2014, S. 53f.) und insbesondere die Maßnahmenimplementation vor diesem Hintergrund bewerten zu können (vgl. Methodenteil, siehe auch Abbildung 1).

Eine Übersicht der für die Situationsanalyse je Subsystem erhobenen Strukturdaten und ihr jeweiliger Stand findet sich in Tabelle 13. Ihre Auswahl ergibt sich zum einen aus frei verfügbaren und normierten Beschreibungsparametern für die dargestellten Subsysteme (Raum, Wirtschaft, Sozio-Ökonomie, Verkehr) und zum anderen aus den Subsystemen, die sich zusätzlich aus der politischen Zielsetzung und den damit verbundenen Maßnahmenzielen ergeben (Treibhausgasemissionen, Luftqualität, Verkehr).

Die Erkenntnisse der Situationsanalyse fließen in die nachfolgende Wirkungsanalyse ein und werden dort entsprechend aufgegriffen (siehe auch Abbildung 1).

Tabelle 13: Übersicht der je Subsystem verwendeten Parameter und ihr jeweiliger Datenstand.

Subsystem	Parameter	Deutschland											Hamburg										
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Raum	Siedlungsstrukturelle Kreistypen														■								
	Lage/Gemeindetyp/Zentralität																					■	
	Siedlungsfläche										■											■	
	Klimadaten											■											■
Wirtschaft	Konjunktur	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Branchenstruktur											■											■
Sozio-Ökonomie	Einwohneranzahl									■											■		
	Bevölkerungsdichte					■											■						
	Erwerbstätige								■											■			
	Arbeitslosenquote	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Einkommen										■											■	
Verkehr	Straßennetz									■											■		
	Stauaufkommen																				■		
	Parkraum																		■				
	Ladestandorte																						■
	Modal Split		■											■									
	Pkw-Besitz		■											■									
	Pendlerbeziehungen																	■					
	Kraftfahrzeugbestand											■											■
	Neuzulassungen										■											■	
	Emissionsklassen			■	■	■	■	■	■	■	■												
	Kraftstoffarten	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Fahrzeugfahrleistung				■											■							
	Fahrtenhäufigkeit				■											■							
	Gütertransportleistung				■											■							
	Fahrtweite				■											■							
Sonstige Faktoren	Kraftstoffpreise	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
	Stickoxid-Belastung												■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	Feinstaub-Belastung												■	■	■	■	■	■	■	■			
	Lärm-Belastung																	■					
	Treibhausgas-Emissionen	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	Fördermittel Klimaschutz													■	■	■	■	■	■	■	■		
	Förderprojekte Emissionsfreie Antriebe												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Gesellschaftl. Haltung Klimawandel													■	■	■	■	■	■	■	■		
	Klimaschutzinvestitionen												■	■	■	■	■	■	■	■			
	Wirtschaftswachstumsprognose											■											
	Geschäftsklimaindex																						■
	weiss= Daten nicht vorhanden																						
	grau= Daten vorhanden																						

A114

Quelle: eigene Darstellung.

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

4.1. Raum

Ende 2016 lag Hamburg mit einer Summe der Siedlungs- und Verkehrsfläche von leicht unter 60 % der Gesamtbodenfläche (rd. 75.000 ha) im unteren, aber zu erwartenden Bereich für deutsche Großstädte (Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2018). Rund 12 % der Gesamtfläche werden für den Verkehr genutzt. Zum gleichen Erhebungszeitpunkt betrugen deutschlandweit die Siedlungs- und Verkehrsflächen 13,7 % der Bodenfläche, während für den Verkehr 5,1 % der Gesamtfläche genutzt wurden (Statistisches Bundesamt 2017).

Innerhalb der Stadt dominiert der innerstädtische Raumtyp *Stadtrand* nach der neuen Systematik von „Mobilität in Deutschland 2016“ (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017h). In Hamburg zählen 75 der 104 Stadtteile zum Raumtyp *Stadtrand*. Der *Stadtrand* grenzt teilweise bereits unmittelbar an den innerstädtischen Raumtyp *Innenstadt*, so wie beispielsweise der Stadtteil Veddel auf der Südseite der Elbbrücken (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung 2017).

Weitere Details über die Raumstrukturzuordnung und die Zuweisung siedlungsstruktureller Kreistypen von Hamburg innerhalb der sie umgebenen Metropolregion Hamburg finden sich in Anhang 14.

Aufgrund maritimer Einflüsse und vorherrschender Westwinde herrschen in Hamburg meist gemäßigte Temperaturen. Das Temperaturminimum auf Basis der monatlichen Durchschnittstemperaturen lag in den vergangenen zwölf Monaten (Stand Februar 2018) bei -0,7 Grad Celsius im Februar, das Temperaturmaximum bei 17,3 Grad Celsius im Juli und August (Deutscher Wetterdienst 2018)

Für Deutschland lag das Temperaturminimum auf Basis der monatlichen Durchschnittstemperaturen im gleichen Beobachtungszeitraum mit -1,7 Grad Celsius im Februar etwas niedriger, das Temperaturmaximum bei 18,1 Grad Celsius im Juli etwas höher als in Hamburg (Deutscher Wetterdienst 2018)

Die Betrachtung grundlegender klimatischer Verhältnisse geschieht vor dem Hintergrund, dass beispielsweise der Faktor Temperatur einen nachweisbaren Einfluss auf den Energieverbrauch von Elektrofahrzeugen hat (Held et al. 2016, S. 63ff.). Neben systemimmanenten Ineffizienzen bei niedrigen Temperaturen (Korthauer 2013, S. 98f.) spielen vor allem die Nutzung der Nebenverbraucher (Heizung bei Kälte, Scheibenwischer bei Regen etc.) bei diesem Effekt eine Rolle.

4.2. Wirtschaft

Das Bruttoinlandsprodukt (BIP) belief sich für Deutschland 2016 auf 3 144 Milliarden Euro und lag für Hamburg im gleichen Jahr bei 111 Milliarden Euro. Sowohl in Deutschland als auch in Hamburg hat sich, abgesehen von der Zeit der Finanzkrise (um 2008), in den vergangenen Jahren das BIP positiv entwickelt (Statista 2018). Wenn beim BIP zusätzlich die Bevölkerungsanzahl mit berücksichtigt wird, fällt auf, dass das BIP pro Kopf in Hamburg mit rund 61 000 Euro fast 60 % höher ausfällt als der deutschlandweite Durchschnittswert von rund 38 000 Euro (Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2018b).

Eine starke Wirtschaft spricht tendenziell für eine höhere Investitionsbereitschaft in die Forschung und Entwicklung und somit für einen höheren Innovationsgrad (vgl. Berthold et al. 2009, S. 12, 14f). Somit begünstigt eine starke Wirtschaft tendenziell die Einführung von Elektrofahrzeugen allgemein, weshalb nachfolgend einige Eckpunkte der wirtschaftlichen Ausgangssituation in Deutschland und Hamburg skizziert werden sollen.

Auch die Branchenstruktur kann Einfluss auf das Einsatzpotenzial batterieelektrischer Fahrzeuge haben. So werden in gewerblichen Anwendungen je nach Branche Fahrzeuge für reinen Personentransport oder für Warentransport oder beides benötigt. Branchen mit beispielsweise hohen Anteilen von Schwerlast- oder Sonderfahrzeugen (Speditionen, Entsorgungsbetriebe) haben bei der aktuell verfügbaren Modellpalette hingegen nur bedingte Einsatzmöglichkeiten für Elektrofahrzeuge (Stand Dezember 2018).

In Hamburg dominieren Unternehmen aus dem Wirtschaftszweig *Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen* (Kategorie M), gefolgt vom *Handel* (G) und *Sonstigen Dienstleistungen* (N), während deutschlandweit das *Baugewerbe* (F) an dritter Stelle steht (vgl. Försterling et al. 2016, S. 76f).

Eine weitergehende Analyse der Branchenstruktur in Hamburg und Deutschland unter Berücksichtigung der Bruttowertschöpfungsanteile findet sich in Anhang 15.

4.3. Sozioökonomie

Die Freie und Hansestadt Hamburg ist als Stadtstaat Stadt und Bundesland zugleich. Sie erstreckt sich über eine Fläche von rund 750 km², auf der aktuell ca. 1,79 Millionen Menschen leben (Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2019). Damit ist Hamburg nach Berlin hinsichtlich Fläche und Bevölkerung die zweitgrößte Stadt Deutschlands. Die Bevölkerungsdichte liegt bei 2 334 Einwohnern pro Quadratkilometer (Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2019). Bis 2020 ist mit einem Bevölkerungswachstum
von 3-4 % (im Vergleich zum zugrundeliegenden Zensusbasisjahr 2015) zu rechnen (Scherer 2015).

Weitere Details zur Bevölkerung in der Metropolregion sowie Arbeitslosenquoten in Deutschland und Hamburg finden sich in Anhang 16.

Obwohl das hohe Lohnniveau der Hansestadt auf die umliegenden Gebiete der Metropolregion ausstrahlt (vgl. Kropp und Niebuhr 2006, S.41), sind trotz dieser Verflechtungen erhebliche Unterschiede der wirtschaftlichen Strukturen, der Standortbedingungen und der Entwicklungsdynamik festzustellen (vgl. Kropp und Niebuhr 2006, S.54), so dass Hamburg als Wirtschaftsstandort eine besondere wichtige und vorteilhafte Stellung in der Region einnimmt.

4.4. Verkehr

Durch seine geografische Lage zwischen Nord- und Ostsee und damit zwischen Skandinavien und Zentraleuropa kommt Hamburg eine große Bedeutung als Verkehrsknoten und Warenumschlagsplatz im Norden Europas zu (Böhm und Wahler 2012, S.15). Ein Großteil der Güter und Waren wird dabei über den Hamburger Hafen abgewickelt, den größten deutschen Seehafen und nach Rotterdam und Antwerpen drittgrößten Containerhafen Europas (World Shipping Council 2017). Zudem verfügt Hamburg über einen Verkehrsflughafen mit internationaler Anbindung, Anschluss an mehrere Bundesautobahnen und Eisenbahnverbindungen in das übrige Bundesgebiet und die europäischen Nachbarländer. Entsprechend wird ein Großteil der in der Stadt umgeschlagenen Waren über die Straße transportiert, ebenso wie auch der größte Teil der in der Region verbleibenden Güter (Böhm und Wahler 2012, S.16).

Bereits seit mehreren Jahren kommt es zu regelmäßigen Grenzwertüberschreitungen im Bereich des Immissionsschutzes (Böhm und Wahler 2012, S. 4ff.), maßgeblich mitverursacht durch den Wirtschaftsverkehr (Böhm und Wahler 2017, S.49 ff.). Die Prognosen zur weiteren Entwicklung des Wa-

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

renumschlags im Hafen lassen zudem einen erheblichen Anstieg des hafenbedingten Güterverkehrs, besonders im Süderelberaum, erwarten (Krstanoski 2013, S.13; Holtermann et al. 2015, S.36).

Mit einem **Straßennetz** von rund 4 000 km Länge (Statista GmbH 2015, Stand 2015) hat Hamburg für seine mehr als 1,79 Mio. Einwohner eine hohe Verkehrsinfrastrukturdichte, dennoch zählt Hamburg seit mehreren Jahren (Stand 2015) zu den stauauffälligsten Städten in Deutschland (Statista GmbH 2015, S.32) Auf dem Stadtgebiet von Hamburg verlaufen überdies 80 km Bundesautobahnen und 110 km Bundesstraßen (Radke 2015 S.102; Stand 2014). Die Länge des deutschen Straßennetzes beträgt rund 230 000 km (Radke 2015, S.101) und hat sich in der letzten Dekade nur unmerklich verändert (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017i).

In Hamburg liegen keine offiziellen Zahlen zu verfügbaren **Park- und Stellplätzen** für Pkw vor (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2013b). Erhebungen zu verfügbaren Park- und Stellplätzen im öffentlichen Straßenraum werden durch die Behörden nicht vorgenommen.[32] Der steigende Fahrzeugbestand und die 2013 abgeschaffte Stellplatzpflicht beim Hamburger Wohnungsbau (*Stellplatzsatzung*) (Freie und Hansestadt Hamburg 2013b), führen zu einem steigenden Bedarf an Park- und Stellplätzen im öffentlichen Raum.

In Hamburg ist seit 2015 die Stromnetz Hamburg GmbH alleine für die regelhafte Errichtung und den Betrieb der städtischen **Ladeeinrichtungen** zuständig. Mit Stand Mai 2017 sind in Hamburg 194 öffentlich zugängliche Ladestationen verfügbar (Entwicklung seit 2015 siehe Abbildung 7), die meisten sind nördlich der Elbe in der Innenstadt und da im nördlichen Innenstadtbereich zu finden (Abbildung 8).[33]

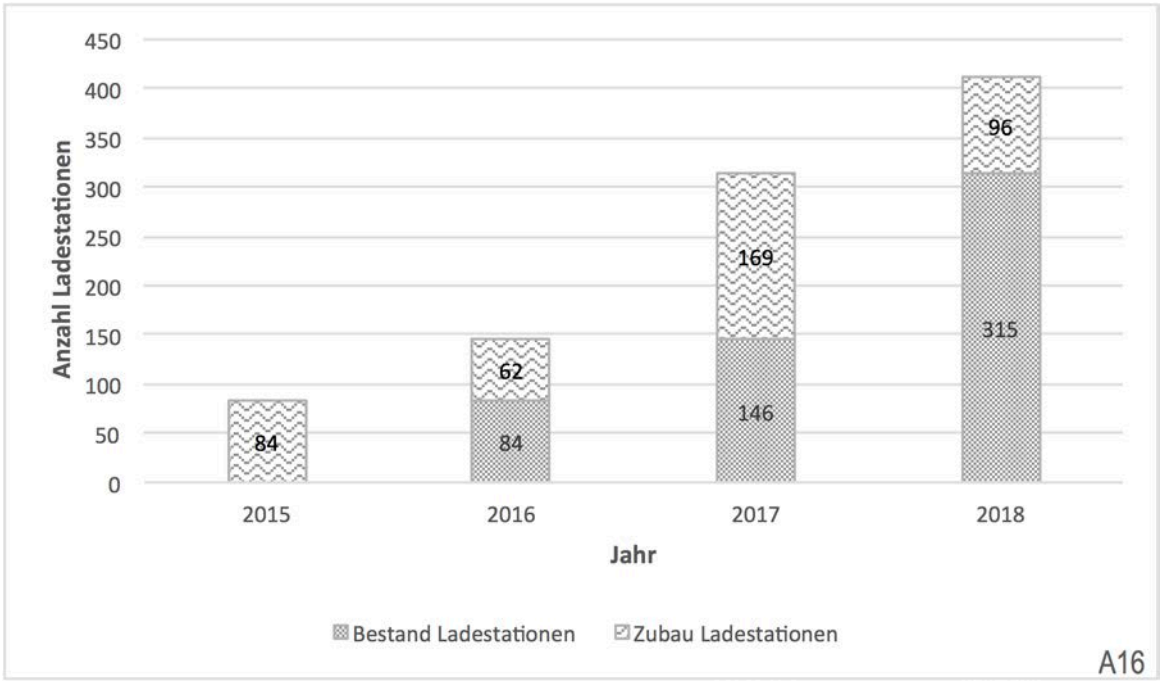


Abbildung 7: Einrichtung von Ladestationen der Stromnetz Hamburg GmbH im städtischen Generalauftrag seit 2015.

Quelle: eigene Darstellung.

[32] Landesbetrieb Verkehr, Lukas Domaschke, persönliche Mitteilung (Mai 2017).

[33] Stromnetz Hamburg, Jan Voelkel, persönliche Mitteilung (Mai 2017).

Zwar hat sich der Zubau seit 2015 in den darauffolgenden zwei Jahren verlangsamt, dennoch bietet Hamburg, zusammen mit Berlin und Bremen, immer noch die dichteste Versorgung mit öffentlichen Ladestationen pro Quadratkilometer in Deutschland und je Einwohner im Bundesland (Nationale Plattform Elektromobilität 2015; Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft 2017).

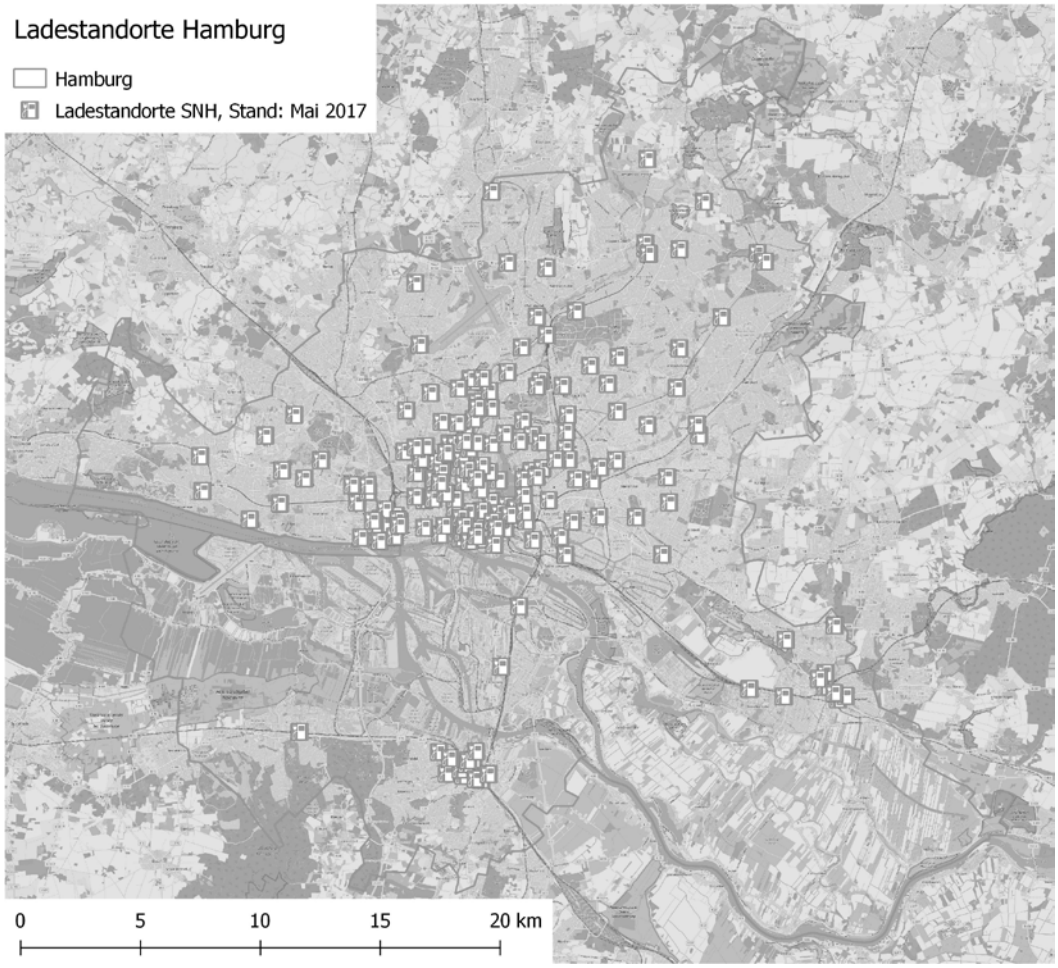


Abbildung 8: Ladestandorte in Hamburg, Stand Mai 2017 (Stichtag 13.04.2017).

Quelle: eigene Darstellung.

Bei der **Verkehrsmittelwahl** (engl. *modal split*) im Personenverkehr liegt aufgrund der hohen städtischen Verdichtung und den damit einhergehenden Mobilitätsalternativen in Hamburg der Anteil des Öffentlichen Personenverkehrs mit 18 % doppelt so hoch wie der Bundesdurchschnitt. Gleichzeitig liegt in Hamburg der Anteil des motorisierten Individualverkehrs mit 42 % deutlich niedriger als der bundesdeutsche Durchschnitt mit 58 % (jeweils MIV-Fahrer und Mitfahrer) (Follmer et al. 2010b). Damit einhergehend ist auch die im Bundesvergleich niedrige Besitzquote von Kfz in Hamburg zu erklären: 66 % aller Haushalte in der Stadt besitzen mindestens ein Kfz (Follmer et al. 2010b), während dies auf Bundesebene auf rund 77 % aller deutschen Haushalte zutrifft.[34]

[34] Siehe Statistisches Bundesamt (2018); der angegebene Wert bezieht sich auf das Jahr 2012 (dessen Daten eine Fortschreibung des Zensus 2011 darstellen) und wurden aus Vergleichbarkeitsgründen mit dem für Hamburg nur für das Jahr 2008 (MiD 2008) erhältlichen Wert verwendet. Dies scheint legitim, da der aktuellste verfügbare Wert aus dem Jahr 2017 lediglich um 1 Prozentpunkt höher liegt (78,4 %) und ein Datenvergleich mit einer Zeitspanne von zehn Jahren den Leser verwirrren würde.

Zwar prognostiziert die Hamburger Verkehrsbehörde (Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation, BWVI) für die weitere Entwicklung des Verkehrsaufkommens im motorisierten Personenverkehr Hamburgs einen Abwärtstrend durch eine weiterhin zunehmende Nutzung des Angebotes des öffentlichen Nahverkehrs (Krstanoski 2013, S.14), dieser Trend könnte jedoch durch die Wachstumsdynamik im Umland und die sich daraus ergebenen **Pendlerbeziehungen** kompensiert werden. Abbildung 9 zeigt die Entwicklung seit dem Jahr 2000 (Krstanoski 2013, S. 15, unter Verwendung von Daten vom Statistikamt Nord). Es ist zu erkennen, dass seit 2005 (wieder) ein jährliches Wachstum eingesetzt hat. 2012 lag die Quote der Pkw-Selbstfahrer unter den einpendelnden Personen bei 68 % (Wohlfahrt et al. 2012, S. 18). Eine Trennung nach gewerblichen und privaten Verkehren wird in den offiziellen Statistiken nicht gemacht.

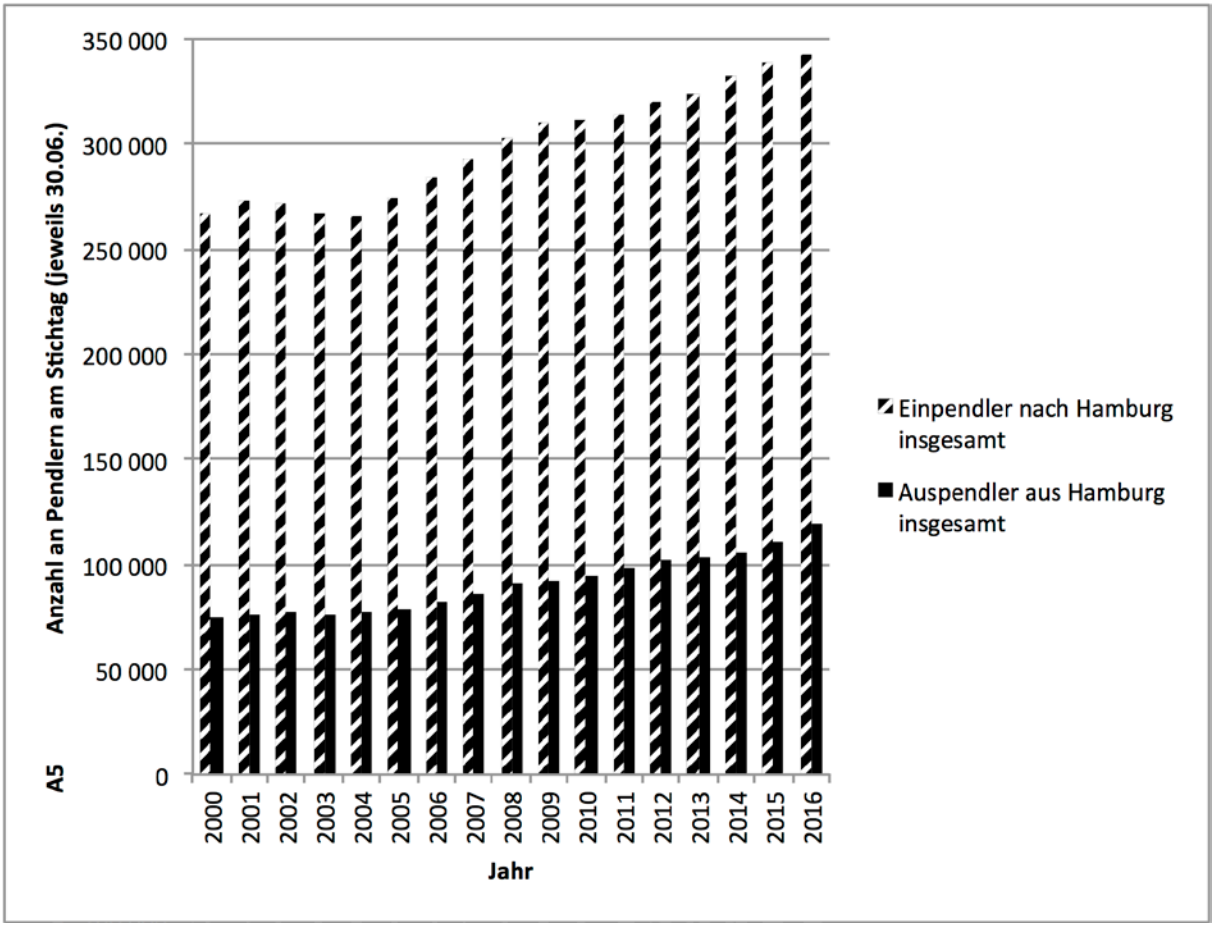


Abbildung 9: Pendlerbeziehungen nach Hamburg von 2000-2016.

Quelle: eigene Darstellung.

Der **Kraftfahrzeugbestand** in Hamburg betrug am Stichtag 1. Januar 2017[35] 892 367 Kfz, wovon Personenkraftwagen 771.573 ausmachten (86 %) (Kraftfahrt-Bundesamt 2017b). Dies entspricht einer Dichte von 438 Pkw je 1 000 Einwohner, womit Hamburg unterhalb der deutschlandweiten Dichte von Pkw liegt (564), jedoch oberhalb der Dichte vergleichbarer Großstädte wie Berlin (344). Der gesamtdeutsche Kfz-Bestand betrug am gleichen Stichtag 55 568 268 Fahrzeuge, von denen Pkw 45 803 560 (82 %) ausmachten (Kraftfahrt-Bundesamt 2017b).

[35] Die Stichtagserhebungen werden jährlich im April des laufenden Jahres veröffentlicht.

Von den in Hamburg gemeldeten Pkw waren am obigen Stichtag 20 % auf gewerbliche Halter und 80 % auf private Halter zugelassen (Kraftfahrt-Bundesamt 2017a). Bundesweit waren im Verhältnis weniger Pkw auf gewerbliche Halter zugelassen (11 %) und entsprechend mehr auf private Halter (89 %) (Kraftfahrt-Bundesamt 2017a). Dieses Verhältnis ist die letzten zehn Jahre stabil geblieben (Kraftfahrt-Bundesamt 2018c).

Bei der Betrachtung der **Neuzulassungen** von Pkw kehrt sich das Verhältnis jedoch um. Hier wurden 2016 deutschlandweit 65 % der Zulassungen von gewerblichen Haltern durchgeführt und nur 35 % von privaten Haltern (Kraftfahrt-Bundesamt 2018d).

In Hamburg ist diese Ausprägung noch weitaus deutlicher: hier wurden 86 % der Neuzulassungen von Gewerbetreibenden durchgeführt und nur 13 % von privaten Haltern (Kraftfahrt-Bundesamt 2018d).[36] Auch in Hamburg ist dieses Verhältnis in den vergangenen zehn Jahren relativ stabil geblieben.

Auch im Hinblick auf die Segmentwahl[37] unterscheiden sich private und gewerbliche Halter erheblich. Abbildung 10 zeigt diese Unterschiede exemplarisch an den bundesweiten Pkw-Zulassungen für den Monat Februar 2018. Es ist zu erkennen, dass gewerbliche Halter einen höheren Anteil bei den Segmenten Kompakt- und Mittelklasse sowie Fahrzeugen der oberen Mittel- und Oberklasse halten (gemessen als Abweichung von der in dem betrachteten Monat ermittelten Neuzulassungsquote gewerblicher Halter von 65 %).

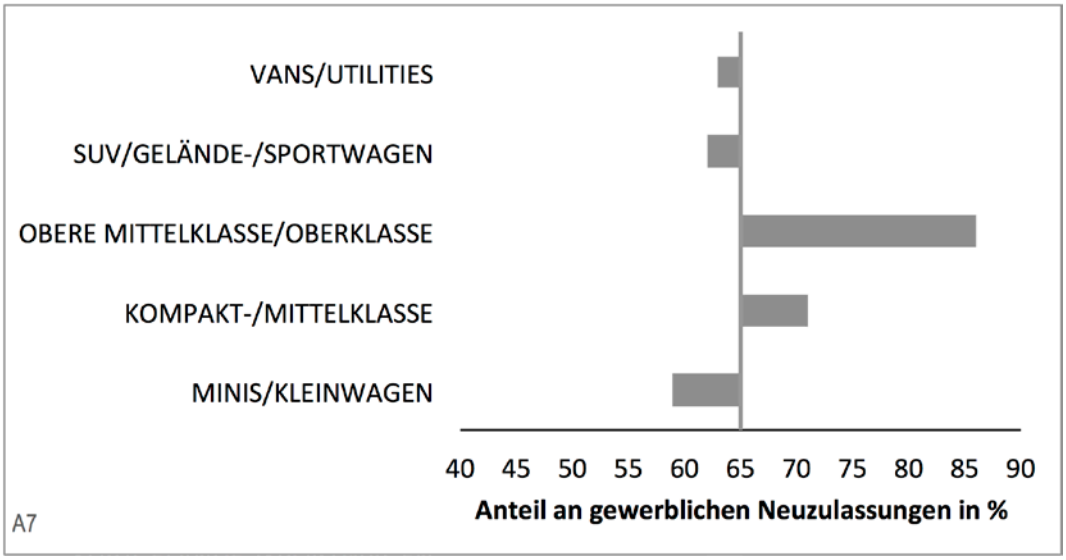


Abbildung 10: Anteil der Segmente an den gewerblichen Neuzulassungen, dargestellt als Abweichung vom segmentübergreifenden Anteil der Neuzulassungen gewerblicher Halter (65 %) im Monat Februar 2018.

Quelle: eigene Darstellung basierend auf Daten vom Kraftfahrt-Bundesamt (2018, 2018e).

[36] Inwieweit der Firmensitz von Europcar als dem größten europäischen Autovermieter die Zulassungsstatistik in Hamburg beeinflusst, ist durch die Hamburger Zulassungsstelle nicht ermittelbar.

[37] Um eine bessere Vergleichbarkeit zwischen Fahrzeugen innerhalb der (sehr breiten) Fahrzeugklasse *Personenkraftwagen* (vor allem für die breite Bevölkerung beim Kauf) zu ermöglichen, wird seit dem Jahr 1999 vom Kraftfahrt-Bundesamt in Zusammenarbeit mit den Fahrzeugherstellern eine Eingruppierung aller Pkw-Modelle anhand optischer, technischer und marktorientierter Merkmale vorgenommen (Kraftfahrt-Bundesamt 2011). Die Ausweisung dieser Segmente genannten Eingruppierung findet sich seitdem durchgängig in den Daten zum Bestand und bei den Neuzulassungen.

Diekmann et al. (2011) bemängeln dies als einen durch die (niedrige) pauschale Dienstwagenbesteuerung hervorgerufenen Effekt mit „klimaschädlicher Lenkung“ (Diekmann et al. 2011, S.26), der größere Fahrzeuge und hohe Kilometerleistungen steuerlich begünstigt. Da aber in Summe auch bei den gewerblichen Haltern mittlerweile die Neuzulassungen von Fahrzeugen der kleineren Segmente überwiegen, haben sich in den vergangenen Jahren die Flottenzusammensetzungen und damit einhergehend die kilometerbezogenen Flottenemissionswerte von Pkw zwischen gewerblichen und privaten Haltern angeglichen (Abbildung 11).

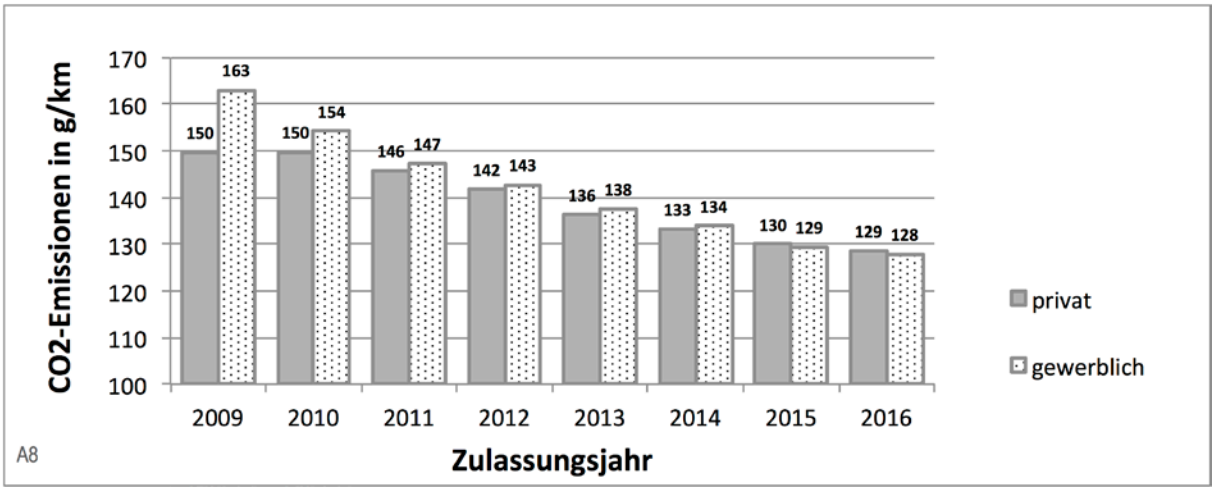


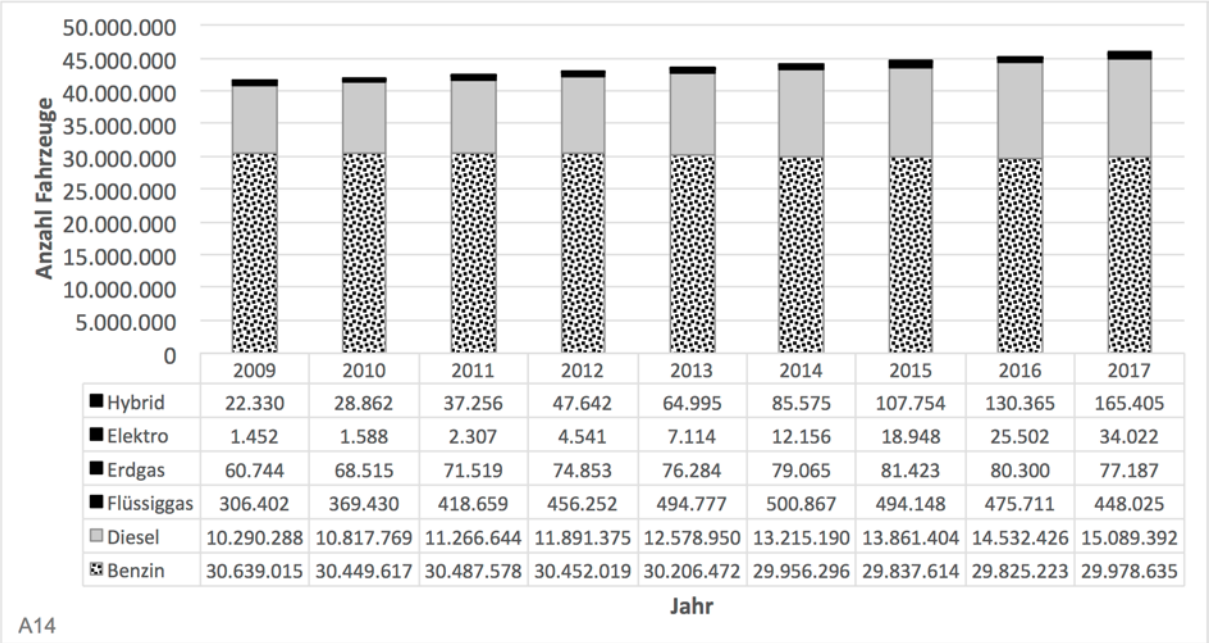
Abbildung 11: Zeitreihendarstellung der durchschnittlichen kilometerbasierten, nach Zulassungszahlen gewichteten CO_2-Emissionen von Fahrzeugneuzulassungen nach Halterart.

Quelle: eigene Darstellung basierend auf Daten vom Kraftfahrt-Bundesamt (2018e, 2018f).

Die vorherrschende **Kraftstoffart** im Pkw-Segment ist bundesweit Benzin, gefolgt von Diesel.[38] Sonstige Kraftstoffarten haben 2017[39] einen Gesamtanteil von 1,6 %. Rein batterieelektrische Antriebe machen dabei bundesweit nur 0,07 % aus (Abbildung 12).

[38] Eine Auflistung aller vom Kraftfahrtbundesamt für die amtliche Statistik erfassten Energiequellen findet sich in (Kraftfahrt-Bundesamt 2016c, S.79). Die Ausweisung als *Elektro* kennzeichnet dabei die rein batterieelektrischen Fahrzeuge (Kraftstoffschlüsselnummer 0004) und schließt bspw. Wasserstofffahrzeuge mit Elektromotor aus (Kraftstoffschlüsselnummer 0015). Für die Regionalstatistik findet keine Unterteilung zwischen den unterschiedlichen Hybridarten statt.

[39] Abruf März 2018, Daten des Stichtages 1. Januar werden jeweils erst im Mai vom Kraftfahrt-Bundesamt veröffentlicht.



	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Hybrid	22.330	28.862	37.256	47.642	64.995	85.575	107.754	130.365	165.405
Elektro	1.452	1.588	2.307	4.541	7.114	12.156	18.948	25.502	34.022
Erdgas	60.744	68.515	71.519	74.853	76.284	79.065	81.423	80.300	77.187
Flüssiggas	306.402	369.430	418.659	456.252	494.777	500.867	494.148	475.711	448.025
Diesel	10.290.288	10.817.769	11.266.644	11.891.375	12.578.950	13.215.190	13.861.404	14.532.426	15.089.392
Benzin	30.639.015	30.449.617	30.487.578	30.452.019	30.206.472	29.956.296	29.837.614	29.825.223	29.978.635

Abbildung 12: Anteil der Kraftstoffarten beim Pkw-Bestand in Deutschland von 2009-2017.

Quelle: eigene Darstellung mit Daten vom Kraftfahrt-Bundesamt (2018g).[40]

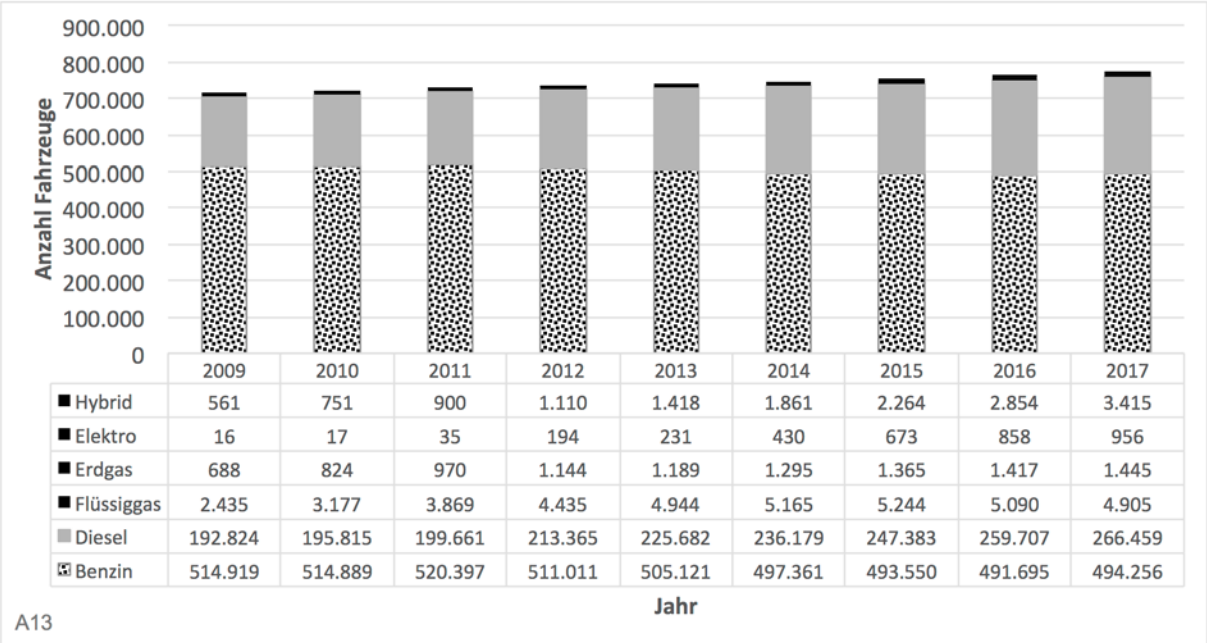
Auch in Hamburg machen im Pkw-Segment Benzin und Diesel den größten Anteil bei den Kraftstoffarten aus (Abbildung 13)[41]. Die Abbildung zeigt deutlich, dass der Anteil der Fahrzeuge, die mit sonstigen Kraftstoffsorten bzw. Antriebskonzepten ausgestattet sind, neben Gasantrieben u. a. Elektro- und Hybridantriebe, auch 2017[42] mit 1,4 % noch sehr gering ist. Rein batterieelektrische Antriebe machen dabei hamburgweit nur 0,12 % aus, was jedoch einen fast doppelt so hohen Anteil wie auf Bundesebene darstellt.

[40] Eine Auflistung aller vom Kraftfahrtbundesamt für die amtliche Statistik erfassten Energiequellen findet sich in (Kraftfahrt-Bundesamt 2016c, S.79). Die Ausweisung als Elektro kennzeichnet dabei die rein batterieelektrischen Fahrzeuge (Kraftstoffschlüsselnummer 0004) und schließt bspw. Wasserstofffahrzeuge mit Elektromotor aus (Kraftstoffschlüsselnummer 0015). Für die Regionalstatistik findet keine Unterteilung zwischen den unterschiedlichen Hybridarten statt.

[41] Siehe Fußnote zu Abbildung 12.

[42] Abruf März 2018, Daten des Stichtages 1. Januar werden jeweils erst im Mai vom Kraftfahrt-Bundesamt veröffentlicht.

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082



	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Hybrid	561	751	900	1.110	1.418	1.861	2.264	2.854	3.415
Elektro	16	17	35	194	231	430	673	858	956
Erdgas	688	824	970	1.144	1.189	1.295	1.365	1.417	1.445
Flüssiggas	2.435	3.177	3.869	4.435	4.944	5.165	5.244	5.090	4.905
Diesel	192.824	195.815	199.661	213.365	225.682	236.179	247.383	259.707	266.459
Benzin	514.919	514.889	520.397	511.011	505.121	497.361	493.550	491.695	494.256

Abbildung 13: Anteil der Kraftstoffarten beim Pkw-Bestand in Hamburg von 2009-2017.

Quelle: eigene Darstellung mit Daten vom Kraftfahrt-Bundesamt (2018g).[43]

Im Straßenverkehr wird zwischen Einzelfahrten und der an einem Tag zurückgelegten Strecken unterschieden. Dies ist im Kontext des Forschungsgegenstands besonders wichtig, da einer der Kritikpunkte an der Elektromobilität die mangelnde Reichweite der Fahrzeuge ist. Die nachfolgenden Mobilitätskenngrößen unterscheiden je nach Datenverfügbarkeit nach Wochentag und privaten bzw. gewerblichen Haltern.

Die **Fahrzeugfahrleistung** je Kfz und Tag (gemessen in *Fahrzeugkilometer*, kurz Fzkm) beträgt für Hamburg bei den Pkw gewerblicher Halter im Durchschnitt 65,5 Fzkm (Mo-Fr) (Wermuth 2012, S. 220) und damit 6,7 km weniger als im Bundesdurchschnitt (vgl. Wermuth et al. 2012, S. 347). Davon werden in Hamburg 58,9 % im Wirtschaftsverkehr erbracht (Wermuth 2012, S. 229). Für Samstage, Sonn- und Feiertage beträgt dieser Wert in Hamburg 22,2 Fzkm, wovon 27,5 % im Wirtschaftsverkehr erbracht werden. Bei den Lkw bis einschließlich 3,5 t Nutzlast wurden für Hamburg im Durchschnitt 56,6 Fzkm ermittelt (Mo-Fr, davon 86,7 % im Wirtschaftsverkehr), bzw. 5,3 Fzkm (Sa-So/Feiertage; der Anteil des Wirtschaftsverkehrs weist in der Auswertung eine zu niedrige Fallzahl zur Auswertung auf) (Wermuth 2012, S. 248ff.) und liegt damit nur leicht unter den bundesdeutschen Werten. Eine Übersicht aller durchschnittlichen Fahrzeugfahrleistungen in Hamburg und Deutschland findet sich in Tabelle 14, dort wird zusätzlich auch als Vergleich die durchschnittlich zurückgelegte Tagesstrecke von Personen über alle Verkehrsmittel angegeben (Follmer et al. 2010b, S. 21f).

[43] Siehe Fußnote zu Abbildung 12.

Tabelle 14: Durchschnittliche Fahrzeugfahrleistungen und zurückgelegte Tagesstrecken in Hamburg und in Deutschland.

Fahrzeugfahrleistung (Tagesstrecke)[44]		MO-FR	SA-SO	MO-SO	Einheit
Hamburg					
Personen (alle Verkehrsmittel)				--	km/Person/Tag
Pkw [1)]	Private Halter	--	--	--	km/Fzg/Tag
	Gewerbliche Halter	65,5	22,2	--	km/Fzg/Tag
Lkw [1) a)]	Private Halter	--	--	--	km/Fzg/Tag
	Gewerbliche Halter	56,6	5,3	--	km/Fzg/Tag
Deutschland					
Personen (alle Verkehrsmittel) [2)]				41	km/Person/Tag
Pkw [3)]	Private Halter	33,1	25,3	--	km/Fzg/Tag
	Gewerbliche Halter	72,7	24,3	--	km/Fzg/Tag
Lkw [3) a)]	Private Halter	45,7	12,4	--	km/Fzg/Tag
	Gewerbliche Halter	61,1	8,2	--	km/Fzg/Tag
a) <=3,5t Nutzlast					

Quelle: eigene Darstellung, basierend auf Wermuth (2012, S. 254ff.) (1), Follmer et al. (2010b, S. 21f.) (2), Wermuth et al. (2012, S. 341ff.) (3).

Die **Fahrtenhäufigkeit** je Kfz und Tag (gemessen in *Fahrten pro Tag*) beträgt bei den Pkw gewerblicher Halter in Hamburg 3,24 Fahrten (Mo-Fr) (Wermuth 2012, S. 248ff.) und liegt damit leicht unter dem bundesdeutschen Wert von 3,62 Fahrten (Wermuth et al. 2012, S. 322ff).

Eine detaillierte Darstellung der Fahrtenhäufigkeiten in Hamburg und Deutschland findet sich in Anhang 17.

Die **Gütertransportleistung** von Fahrzeugen mit einer Nutzlast bis einschließlich 3,5 t (gemessen in *Tonnenkilometern*) liegt an einem Werktag mit 23,6 tkm in Hamburg (Wermuth 2012, S. 259f.) und damit um 2,5 km über der deutschlandweiten Gütertransportleistung in der gleichen Fahrzeugklasse (vgl. Wermuth et al. 2012, S. 350f.).

Eine detaillierte Auseinandersetzung mit den Gütertransportleistungen in Hamburg und im Bundesvergleich findet sich in Anhang 18.

Die **Fahrtweite** (gemessen in km pro Fahrt) bei Pkw gewerblicher Halter liegt in Hamburg bei 20,46 km (Mo-Fr) und sinkt an Samstagen, Sonn- und Feiertagen nur unwesentlich ab auf 19,32 km. Bei Lkw mit einer Nutzlast bis einschließlich 3,5 t liegen in Hamburg die Werte merklich niedriger mit 9,61 km (Mo-Fr) (Wermuth 2012, S. 277f.). Die Vergleichswerte für Deutschland liegen mit 14,1 km weit unterhalb der Werte für Hamburg, jedoch ist dies größtenteils der unterschiedlichen Erhebungsmethodik geschuldet: die deutschlandweite Erhebung unterscheidet nicht zwischen Lkw und Pkw sowie

[44] Die Fahrzeugfahrleistung bezieht sich auf Fahrzeuge, während bei der Mobilität von Menschen von Tagesstrecken gesprochen wird. Da die Tabelle auch den deutschlandweiten Gesamtwert über alle Verkehrsmittel aufführt, werden in der Überschriftenzeile beide Bezeichnungen verwendet.

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

zwischen Werktagen und Sonn- und Feiertagen (vgl. Wermuth et al. 2012, S. 392ff.). Eine Übersicht aller Fahrtweiten ist in Tabelle 15 aufgeführt.

Tabelle 15: Durchschnittliche Fahrtweiten und Wegstrecken in Hamburg und in Deutschland.

Fahrtweite (Wegstrecke)[45]		**MO-FR**	**SA-SO**	**MO-SO**	**Einheit**
Hamburg					
Personen (alle Verkehrsmittel)				--	km/Weg
Pkw [1)]	Private Halter	--	--	--	km/Fahrt
	Gewerbliche Halter	20,46	19,32	--	km/Fahrt
Lkw [1) a)]	Private Halter	--	--	--	km/Fahrt
	Gewerbliche Halter	9,61	--	--	km/Fahrt
Deutschland					
Personen (alle Verkehrsmittel) [2)]				11,8	km/Weg
Pkw [3)]	Private Halter	--	--	--	km/Fahrt
	Gewerbliche Halter	--	--	14,1	km/Fahrt
Lkw [3) a)]	Private Halter	--	--	--	km/Fahrt
	Gewerbliche Halter	--	--	14,1	km/Fahrt
a) <=3,5t Nutzlast					

Quelle: eigene Darstellung, basierend auf Wermuth (2012, S. 277ff.) (1), Follmer et al. (2010b, S. 21) (2), Wermuth et al. (2012, S. 392ff.) (3).

4.5. Sonstige Rahmenbedingungen für die Implementation von Elektrofahrzeugen

Neben den bisher genannten gibt es eine Reihe weiterer Faktoren, die von außen auf das Wirtschaftsverkehrssystem einwirken und im Folgenden vorgestellt werden.

Abbildung 14 zeigt den jährlichen durchschnittlichen **Kraftstoffpreis** für einen Liter Superbenzin bzw. Diesel in Deutschland als Zeitreihe von 2007 bis 2016. Die Preise sanken aufgrund der gesunkenen Nachfrage während der Finanzkrise ab 2008, um dann bis 2012 wieder anzuziehen. Seitdem sinken die Kraftstoffpreise kontinuierlich, wie im Graphen zu erkennen ist. Im regionalen Vergleich liegen in Hamburg zudem tendenziell günstigere Kraftstoffpreise vor als im bundesweiten Durchschnitt (Bundeskartellamt 2017).

45 Anmerkungen siehe Fußnote zu Tabelle 14.

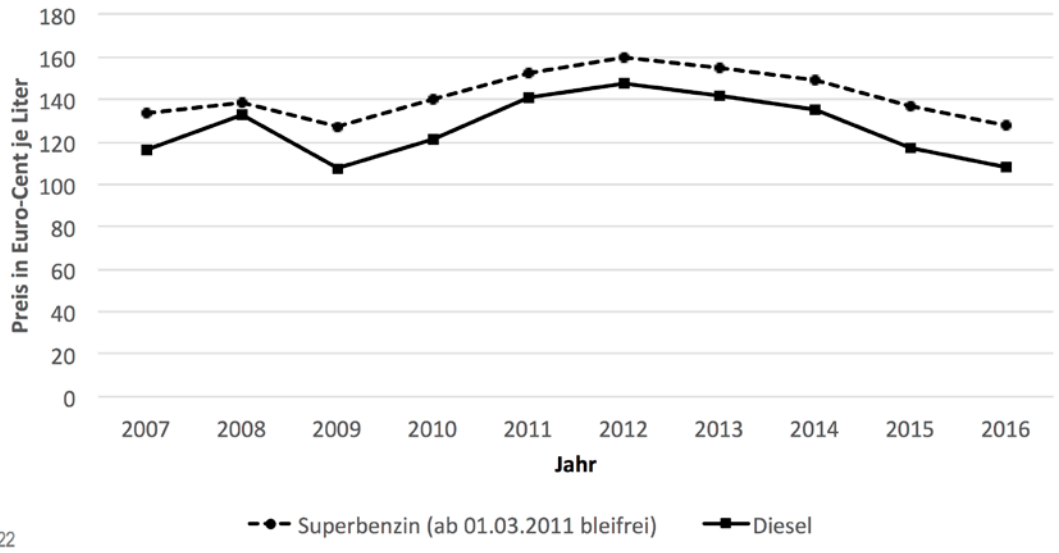


Abbildung 14: Entwicklung der Preise für Diesel und Superbenzin in Deutschland (2007-2016).

Quelle: eigene Darstellung mit Daten vom ADAC München (Allgemeiner Deutscher Automobil-Club 2017).

Während der Klimawandel durch Treibhausgase hierzulande oftmals als eher abstrakte Gefahr wahrgenommen wird und Einschnitte bei Konsum oder Mobilitätsverhalten nur auf bedingtes Verständnis stoßen (Gifford 2011; Stoll-Kleemann et al. 2001), spielt hingegen die **Luftreinhaltung** gerade im kommunalen Kontext eine große Rolle, da hohe Schadstoffemissionen von der Politik das Eingreifen mit Maßnahmen zu ihrer Reduzierung erfordern.[46]

Während im betrachteten Zeitraum von 2007 bis 2015 die Grenzwerte für **Kohlenmonoxid** in Hamburg stets eingehalten wurden (Freie und Hansestadt Hamburg 2018b), so wurden die Grenzwerte für **Stickstoffdioxid** beispielsweise 2010 an der Messstation „Habichtstraße“ 24-mal überschritten (Tagesmittel bzw. Stundengrenzwert) (Freie und Hansestadt Hamburg 2010). Auch bei den Jahresmittelwerten lagen die gemessenen Werte für Stickstoffdioxid im Untersuchungszeitraum durchgängig oberhalb der zulässigen Grenzwerte.

Demgegenüber wurden an dieser Messstation beispielsweise 2011 zwar 46 Grenzwertüberschreitungen für **Feinstaub** bei den Tagesmaximalwerten registriert (Freie und Hansestadt Hamburg 2011), jedoch wurden die Jahresmittelwerte für Feinstaub, wie auch an allen weiteren Hamburger Luftmessstationen, im Untersuchungszeitraum durchgängig eingehalten.

Eine eingehendere Darstellung der Luftreinhaltungsthematik in Hamburg findet sich in Anhang 19.

Auch dem Thema **Lärm** kommt in Hamburg eine besondere politische Aufmerksamkeit zu. Dabei stellt der Straßenverkehr die größte Lärmemissionsquelle dar. Rund 370 000 Personen sind so ganztägig Lärmpegeln von über 55 dB(A) ausgesetzt (Freie und Hansestadt Hamburg 2018c). An zweiter Stelle in Hamburg ist Fluglärm zu nennen. Durch das gültige Nachtflugverbot ist diese Belästigung

[46] Die mit Beginn des „Dieselskandals“ aufkommende öffentliche Diskussion über Stickoxide ist dabei fachlich unter das Thema Luftgüte zu subsumieren. Als „Dieselskandal“ ist hier und im weiteren Verlauf der Arbeit der Betrugsvorwurf der US-Umweltbehörde EPA (Environmental Protection Agency) an den Volkswagen-Konzern hinsichtlich der Einhaltung von Abgasvorschriften gemeint. Dies betrifft auch die in Deutschland verkauften Fahrzeuge. Das von der US-Umweltbehörde EPA (Environmental Protection Agency) der US-Vertretung des VW-Konzerns zugestellte Schreiben (*Notice of Violation)* vom 18.09.2015 ist durch die EPA veröffentlicht worden (Environmental Protection Agency 2015).

jedoch nur tagsüber die zweitgrößte Lärmquelle, wohingegen in den Nachtstunden der Schienenverkehr als besonders störend wirkt (Freie und Hansestadt Hamburg 2018c).

Eine eingehendere Darstellung der Lärmproblematik in Hamburg findet sich in Anhang 20.

2016 wurden in Deutschland insgesamt 909 Millionen Tonnen **Treibhausgase** (gemessen in CO_2-Äquivalenten) emittiert (Umweltbundesamt 2016a)[47]. Das sind 2,6 Millionen Tonnen mehr als 2015. Vor allem die Emissionen des Verkehrs sind erneut angestiegen und liegen mit 166,8 Millionen Tonnen wieder oberhalb der Emissionen des Kyoto-Referenzjahres 1990. Den größten Anteil daran hat mit 96 % der Straßenverkehr (Umweltbundesamt 2016a).

In Hamburg beliefen sich die gesamten Treibhausgasemissionen 2015 auf rund 15 Millionen Tonnen von denen 4,7 Millionen Tonnen dem Verkehrssektor zuzurechnen sind (Freie und Hansestadt Hamburg 2018d). Abbildung 15 zeigt für Deutschland und Hamburg die Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Beobachtungszeitraum. Es wird deutlich, dass in beiden Fällen die angestrebte Absenkung des verkehrsbedingten Treibhausgasausstoßes für das Jahr 2030, welche die deutsche Bundesregierung im *Klimaschutzplan 2050* (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit 2016) auf 57-59 % des heutigen Niveaus ansetzt, in den vergangenen Jahren eher in die Ferne gerückt ist.

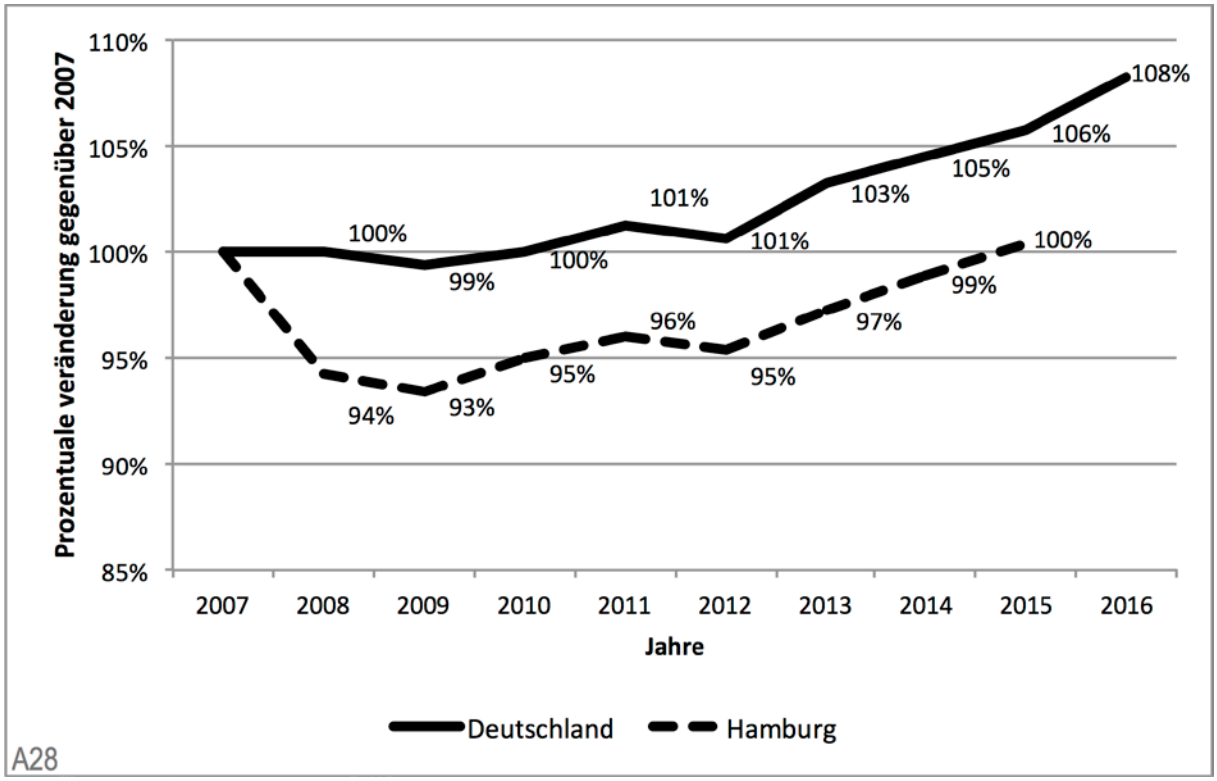


Abbildung 15: Prozentuale Veränderung des Ausstoßes von Treibhausgasen im Verkehrssektor im Zeitraum von 2007-2016 gemessen am Basisjahr 2007.

Quelle: eigene Darstellung unter Verwendung von Daten des Nationalen Treibhausgasinventars und Hamburger Quellenbilanzen (Europäische Umweltagentur 2018b, Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein 2018).

[47] Auch Umweltbundesamt (2018c), basierend auf den Daten der Kyoto-Berichtserstattung (Europäische Umweltagentur 2018).

Vorerfahrungen mit der Einführung von umweltfreundlichen Technologien im Verkehrsbereich können den Einsatz von Elektromobilität begünstigen. Zwar sind auch hier immer noch Systemanpassungen und Veränderungen in der Infrastruktur notwendig, aber bestehendes Erfahrungswissen und der darauf basierende Erfahrungsaustausch in Netzwerken kann nach Robertson et al. (1996) einen förderlichen Effekt bei Technologieeinführungen haben, wenn Ansprechpartner bekannt und Handlungsabläufe erprobt sind.

Klimaschutzmaßnahmen werden in Hamburg seit 2007 durch die eigens dafür eingerichtete *Leitstelle Klimaschutz* koordiniert, die der *Behörde für Umwelt und Energie* (bis 2015 Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt) angegliedert ist. Die drei zentralen Hamburger Implementationsprogramme *Hamburger Klimaschutzkonzept* (2007-2012), *Masterplan Klimaschutz* (2013-2015) und *Hamburger Klimaplan* (ab 2015)[48] wurden mit unterschiedlichen Budgets hinterlegt, deren zeitliche Entwicklung und Zuweisung zu einzelnen Programmbereichen in Abbildung 16 dargestellt ist. Die finanzielle Ausstattung des Verkehrsbereiches ist dabei über die Jahre zurückgegangen. Grund ist hierfür vermutlich der Zufluss von Bundesfördermitteln über die Wasserstoff- und Batterieelektromobilitätsprojekte. Der Gebäudebereich wurde im Jahr als Umwelthauptstadt (2011) stark gefördert, nahm im Anschluss aber auch ab. Förderprogramme in Zusammenarbeit mit der Industrie hatten ihren größten Umfang 2012, wurden dann aber zunehmend verringert und waren 2015 auf ihrem niedrigsten Stand im Berichtszeitraum (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2013a, Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2011a).

[48] Sowohl die Maßnahmenpläne als auch die dazugehörigen Berichtsdrucksachen sind über die Parlamentsdatenbank der Hamburger Bürgerschaft abrufbar (Hamburgische Bürgerschaft (2018). Siehe auch das Kapitel Zielanalyse (Kap. 5).

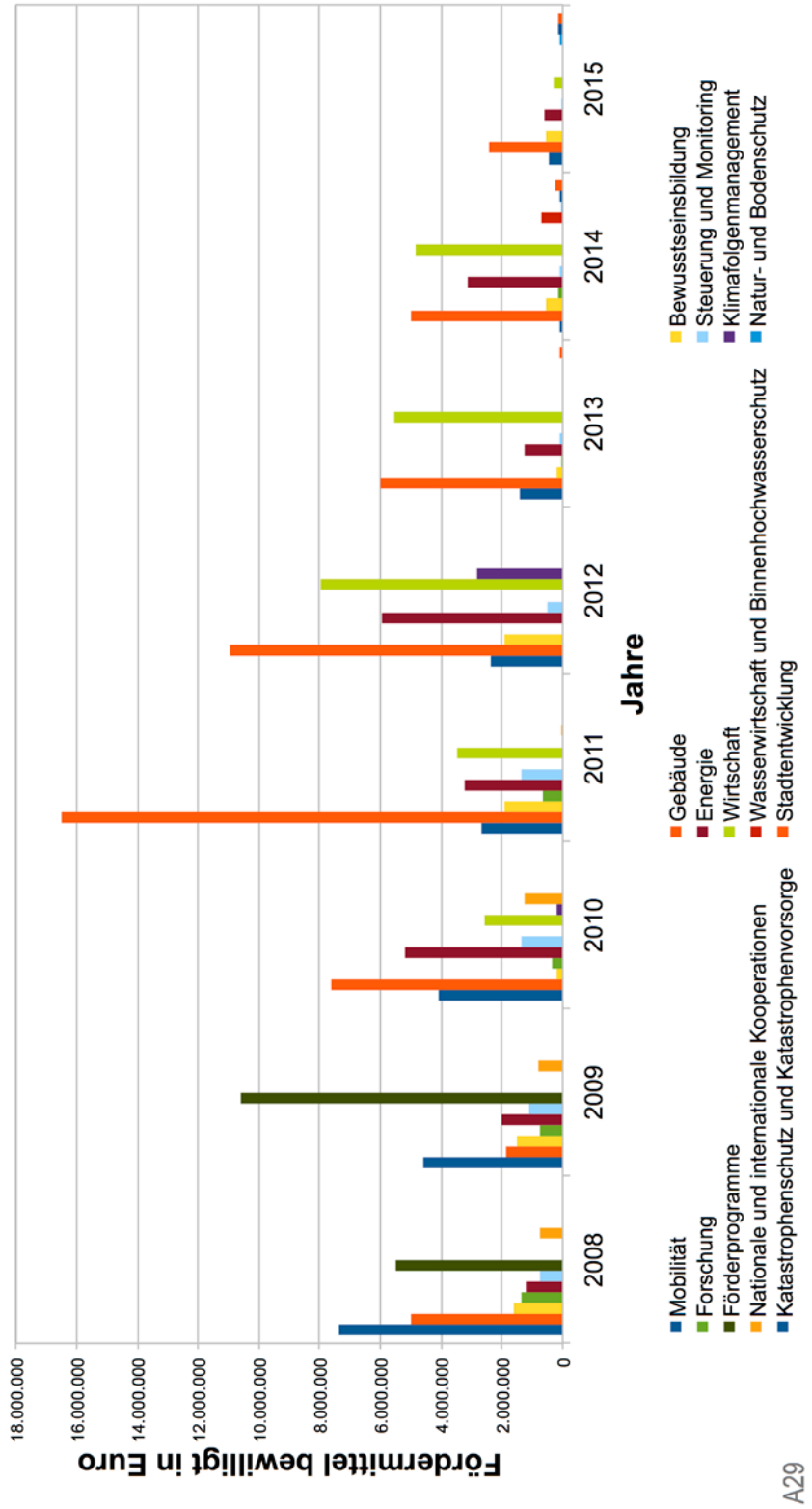


Abbildung 16: Bewilligte Fördermittel im Klimaschutztitel der Stadt Hamburg von 2008-2015 nach Themenbereichen.

Quelle: eigene Darstellung mit Daten aus Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2013a, 2011a).

Erfahrungswissen im Bereich der alternativen Antriebe konnten in Hamburg zudem in einer Reihe von Demonstrationsprojekten[49] gesammelt werden. Eine Darstellung der Projekte im Zeitverlauf findet sich in Abbildung 17. Es findet dabei eine Unterscheidung nach EU-Fördermitteln und nationalen Fördermitteln statt. Erfasst wurden nur Projekte, bei denen (zweispurige) Fahrzeuge mit innovativen, (lokal) emissionsfreien Antrieben eingesetzt werden. Da die batterieelektrischen Projekte ab 2009 Teil der Handlungswirkungsanalyse sind, enthält die Betrachtung nur Mobilitätsprojekte, bei denen Antriebe mit Wasserstoff und Brennstoffzelle zum Einsatz kommen.[50] Um die Größenordnung bzw. Sichtbarkeit der Projekte besser einschätzen zu können, wird zudem die Anzahl der eingesetzten Fahrzeuge angegeben.[51]

Eine etwas umfassendere Darstellung der in Abbildung 17 aufgeführten Projekte findet sich in Anhang 21.

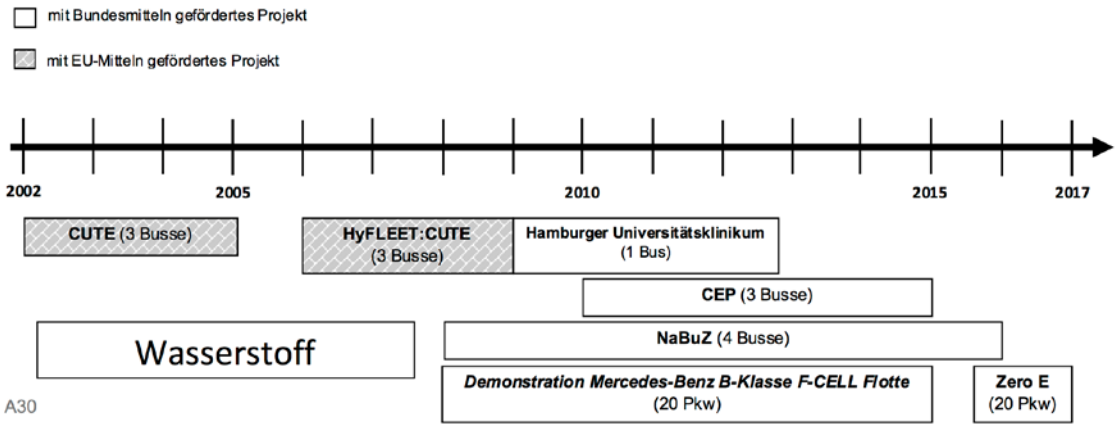


Abbildung 17: Öffentlich geförderte Demonstrationsprojekte in Hamburg im Bereich Wasserstoff und Brennstoffzellen im Zeitraum 2002-2017.

Quelle: eigene Darstellung.

Bei einer seit dem Jahr 2010 jährlich in Hamburg durchgeführten Befragung zum Klimawandel stuften über den gesamten Erfassungszeitraum fast die Hälfte der befragten Hamburger den Klimawandel als eine „große“ oder „sehr große“ Bedrohung für ihre Stadt ein (Ratter 2015).

Deutschlandweit nannten zwischen 2012 bis 2014 durchschnittlich ca. 20 % (Schack und Gellrich 2015), 2016 sogar 35 % Umwelt- und Klimaschutz als eines der zwei wichtigsten gesellschaftlichen Themenfelder (Benthin und Gellrich 2016).[52]

[49] Zumeist handelt es sich um RD&D-Projekte, bei denen nur der Demonstrationsteil im Sinne dieser Arbeit relevant ist.

[50] Ausgeschlossen von dieser Auflistung sind Studien sowie Projekte im Bereich Aviation, Maritime oder Rail bzw. reine Energiekonversationsprojekte.

[51] Dies ist sinnvoll, da für eine spätere Einordnung berücksichtigt werden muss, dass bspw. Batteriefahrzeuge deutlich billiger als Wasserstofffahrzeuge sind. Das Heranziehen von Fördersummen als Maßstab im Sinne eines „impact factors“ ist somit nicht ausreichend und soll stattdessen durch „Material auf der Straße“ ergänzt werden.

[52] Der Themenbereich „Umwelt- und Klimaschutz“ umfasst in der Studie die Themen Ökologie, Klimawandel und Nachhaltigkeit im Allgemeinen sowie eine Vielzahl konkreter Aspekte aus den Bereichen Umweltzerstörung und Umweltbelastung, Energie und Atomkraft, Artenvielfalt, Müll und Ressourcenverschwendung.

Auch für Unternehmen scheint die Relevanz der Themen Umweltschutz und Klimaschutz zu steigen. Abbildung 18 zeigt, dass die Investitionen der Unternehmen in Hamburg in den Umwelt- und Klimaschutz im Zeitraum 2007-2014 kontinuierlich gestiegen sind. Ebenso zählen die Themen Umwelt- und Klimaschutz bzw. Klimawandel zu den sogenannten gesellschaftlichen Megatrends (Zweck et al. 2015).

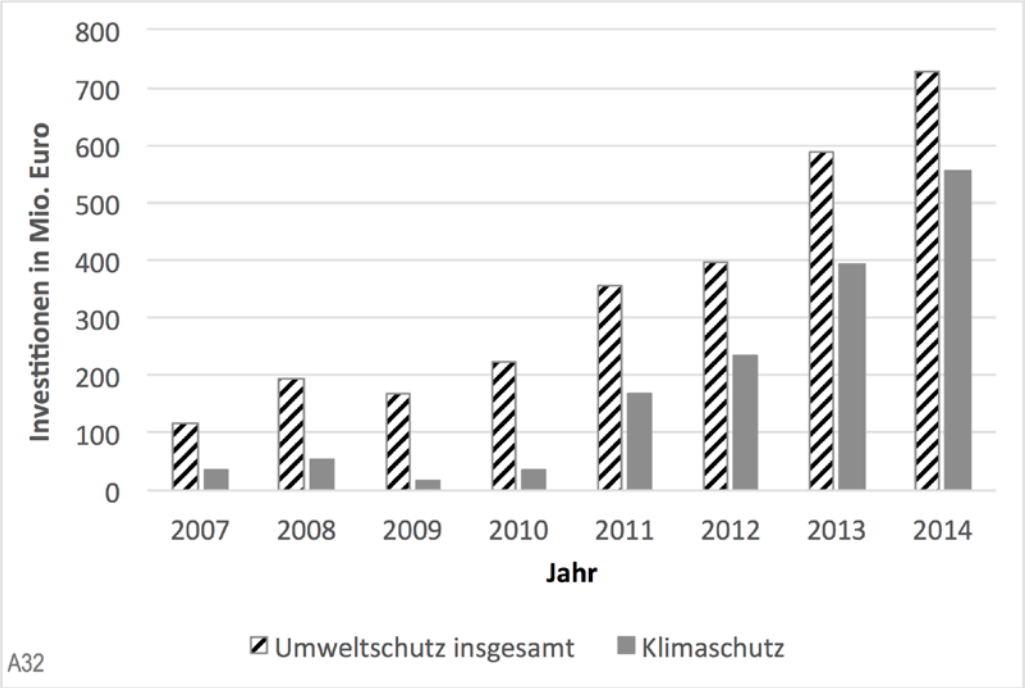


Abbildung 18: Umweltschutz- und Klimaschutzinvestitionen von Unternehmen in Hamburg (2007-2014).

Quelle: eigene Darstellung mit Daten von Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2011c); Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2015b).

Die deutsche Bundesregierung geht in ihrer Jahresprojektion vom 31.01.2018 von einem mittleren nominalen Wachstum des Bruttoinlandsproduktes (BIP) von jährlich 3,48 % bis 2022 aus (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Bundesministerium der Finanzen (2018), was vom Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung in Halle bestätigt und um eine Prognose der Entwicklung der Weltwirtschaft um 3,3 % im Jahr 2018 ergänzt wird (Gropp et al. 2018). Auch die im vorigen Kapitel erwähnten Megatrends Umwelt- und Klimaschutz werden maßgeblich die Entwicklungen in der Wirtschaft beeinflussen (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2008; Brautzsch et al. 2015; Zweck et al. 2015).

Der Hamburger Geschäftsklimaindikator, der durch die IHK Hamburg bestimmt wird und die aktuelle Geschäftslage sowie die Erwartungen für die zukünftige Lage umfasst, liegt nach der Weltwirtschaftskrise seit 2012 beständig über dem langfristigen Mittel und steigt weiter an. Dabei erwarten 64 % der Unternehmen für das nächste Jahr eine unveränderte Geschäftslage, 24 % der Unternehmen erwarten eine günstigere Lage und lediglich 12 % gehen von einer Verschlechterung der Geschäftslage aus (König 2018). Die Befragung ergab zudem, dass mehr Investitionen, insbesondere im Inland, geplant sind. 8 % der Unternehmen nannten Umweltschutzmaßnahmen als Grund für die geplanten Investitionen.

Die insgesamt positiv prognostizierte wirtschaftliche Entwicklung wird, so die Einschätzungen, im Bereich Verkehr neben dem Ausbau der Elektromobilität im Wirtschaftsverkehr auch neue urbane

Mobilitätskonzepte und ein verändertes, zunehmend multimodales Mobilitätsverhalten ermöglichen (Proff und Fojcik 2016). Hierbei spielt der Ausbau des Car-Sharing, der Einsatz autonomer Fahrzeuge sowie die Rückkehr zum Fahrrad eine Rolle. Die höheren Kosten für Elektrofahrzeuge und Infrastruktur begünstigen Car-Sharing-Konzepte zusätzlich. Autonome Fahrzeuge können hierbei eine bessere Ausnutzung des Fahrzeugpools und eine bedarfsgerechte Bereitstellung der Fahrzeuge ermöglichen. Für Unternehmen besteht ggf. die Möglichkeit, ihren Fahrzeugpool zu verkleinern, da die Fahrzeuge durch die bedarfsgerechte Bereitstellung effizienter genutzt werden und Standzeiten vermieden werden können. Dies ermöglicht die Einsparung von Kosten, die den höheren Anschaffungspreis eines Elektrofahrzeugs ausgleicht. Wenngleich diese Effizienzvorteile prinzipiell auch für verbrennungsmotorische Fahrzeuge zutrifft, so können Kommunen über gezielte Carsharing-Plätze für Elektrofahrzeuge oder kostenfreies Parken für Elektroautos die Nutzer neuer Mobilitätsdienstleistungen gezielt Richtung Elektromobilität führen. Zudem könnten autonome Elektrofahrzeuge eine effiziente Nutzung der Ladestationen unterstützen. Eine Vernetzung des Fahrzeugs mit der Ladestation könnte ermöglichen, dass voll aufgeladene Fahrzeuge die Station verlassen und auf einen gewöhnlichen Parkplatz wechseln (Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA 2017). Zudem könnte durch die Vernetzung der Fahrzeuge untereinander und die Eingabe der geplanten Parkzeiten eine optimale Reihenfolge für das Laden der Fahrzeuge bestimmt werden. Durch Informationen zur Netzauslastung könnten die Fahrzeuge optimal an die Ladestationen verteilt werden, so dass der Beitrag zur Netzentlastung erhöht wird.

4.6. Zusammenfassung

Die Frage, welche Rahmenbedingungen dem Planungsprozess zugrunde lagen (*Untersuchungsfrage* SA) konnte im vorangegangenen Kapitel beantwortet werden. So ist die Freie und Hansestadt Hamburg mit ihren rund 1,8 Millionen Einwohnern neben Lübeck die einzige Großstadt in der sie umgebenen Metropolregion Hamburg (Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2015). Die im Bundesvergleich verhältnismäßig hohe Bevölkerungsdichte (Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2015) führt zu einer hohen Konkurrenz um den öffentlichen Raum, sei es im ruhenden Verkehr (Parkraumdruck) (Senat der Freien und Hansestadt Hamburg 2013) oder im fließenden Verkehr (Stau) (Statista GmbH 2015). Obgleich Hamburg zwar eine im deutschlandweiten Vergleich geringere Pkw-Besitzquote hat (Follmer 2010a) – In Hamburg nutzen fast doppelt so viele Menschen öffentliche Verkehrsmittel wie der deutsche Durchschnitt – wird dieser Effekt durch die täglich mehr als 300 000 einfahrenden Pendler überkompensiert (Krstanoski 2013). Hinzu kommt der aufgrund des Hafens und der damit einhergehenden Warenumschläge stark ausgeprägte Wirtschaftsverkehr, der zu einer weiteren Belastung des Straßennetzes sowie Grenzüberschreitungen bei den Luftschadstoffen beiträgt: immer wieder kommt es an Hauptverkehrsstraßen in Hamburg zu überhöhten Immissionswerten für Stickstoffdioxid und Feinstaub (Institut für Hygiene und Umwelt 2018). Nicht anders sieht es bei der Emission von Treibhausgasen aus (Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein 2018). Auch hier ist in Hamburg wie in Deutschland der Straßenverkehr der größte Emittent im Verkehrssektor und damit für rund 20 % des gesamten Treibhausgasinventars verantwortlich (Europäische Umweltagentur 2018). Im Betrachtungszeitraum der vorliegenden Arbeit haben dabei in Hamburg die anfänglich leicht sinkenden Emissionen nach zehn Jahren sogar wieder ihren ursprünglichen Wert erreicht (Europäische Umweltagentur 2018). In Hamburg werden aus diesem Grund seit geraumer Zeit emissionsfreie Antriebe im Verkehrssektor in unterschiedlichen Anwendungen untersucht. Das damit aufgebaute Know-How bei der Einführung neuer Technologien kann ein Grund sein, weshalb in Hamburg der Bestand an Elektrofahrzeugen bereits doppelt so hoch ist wie im Bundesdurchschnitt, auch wenn absolut gesehen der 0,12%ige Anteil am Gesamtbestand ein äußerst niedriges Niveau darstellt (Kraftfahrt-Bundesamt 2018). Auch kann die günstige wirtschaftliche

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

Ausgangslage diese Entwicklung unterstützt haben: so hat parallel zur gesamtdeutschen Entwicklung Hamburg in den vergangenen Jahren eine positive Konjunkturentwicklung erfahren. Das Lohnniveau in der Hansestadt ist eines der höchsten der Republik und das BIP pro Kopf liegt 60 % höher als der bundesweite Durchschnitt (Kropp und Niebuhr 2006). Neue, zunächst noch teurere Technologien wie die Elektromobilität könnten somit potentiell von einer größeren Käuferschicht bei den Pkw-Nutzern beschafft werden. Das trifft vor allem auf den in Hamburg dominierenen Handel und das Dienstleistungsgewerbe zu, die von dem anhaltend guten Hamburger Geschäftsklimaindex profitieren (König 2018). Die höheren Anteile gewerblicher Halter bei den Fahrzeugzulassungen in Deutschland und Hamburg (Kraftfahrt-Bundesamt 2016) und die Bereitschaft gewerblicher Halter, teurere Fahrzeuge zu beschaffen (Kraftfahrt-Bundesamt 2018b), könnten damit wichtige Voraussetzungen sein, dass Elektrofahrzeuge auch in frühen Marktphasen beschafft werden, in der die Preisstrukturen sich noch nicht dem Massenmarkt angenähert haben. Die in Hamburg von gewerblichen Haltern erbrachten Fahrzeugfahrleistungen liegen zwar leicht unterhalb des Bundesdurchschnitts, sind aber immer noch doppelt so hoch wie die Fahrleistung privater Pkw-Halter (Wermuth et al. 2012) und könnten überdies helfen, dass Elektrofahrzeuge sich für gewerbliche Early-Adopters finanziell schneller amortisieren. Die in den vergangenen Jahren gesunkenen Kraftstoffpreise in Deutschland (Allgemeiner Deutscher Automobil-Club 2017) könnten diese Entwicklung jedoch abschwächen. In Hamburg bewegen sich die Kraftstoffpreise sogar noch leicht unterhalb des bundesdeutschen Durchschnitts.

Zusammenfassend lässt ich also feststellen, dass die Rahmenbedingungen für die Etablierung von Elektromobilität im untersuchten Planungsraum des Hamburger Wirtschaftsverkehrs durchaus großes Potenzial zur erfolgreichen Umsetzung bieten. Die nachfolgenden Analyseschritte der Planungsanalyse werden auf diesen Erkenntnissen aufbauen und weitere Aspekte und Einflussfaktoren des Planungsprozesses beleuchten.

5. Zielanalyse

In der Zielanalyse wird untersucht, welche politischen Ziele dem Planungsprozess zugrunde lagen (*Untersuchungsfrage ZA*). Das politische Zielsystem wird dazu beschrieben und dahingehend bewertet, ob es an die politische Ausgangssituation anknüpft und die erforderlichen Funktionen im Sachsystem sowie geeignete Rahmenbedingungen vorgibt (vgl. Flämig 2004, S. 54). Die Analyse wird für die Bundes- wie auch die Landesebene durchgeführt und bildet durch das im Rahmen der Zielanalyse operationalisierte Zielsystem anschließend den Ausgangspunkt für die spätere Wirkungsanalyse. Bei der Analyse wird unterschieden zwischen Ergebnis- bzw. Qualitätszielen und Handlungs- bzw. Vorgehenszielen.

5.1. Ergebnisziele Bundesebene

Mit der Unterzeichnung des Kyoto-Protokolls von 1997 stimmte Deutschland dem Ziel der Unterzeichnerstaaten zu, die globale Erderwärmung auf 2° Celsius gegenüber 1990 zu begrenzen. An dieser übergeordneten Zielsetzung orientiert sich die Klimaschutzpolitik der Bundesregierung, welche 2007 im *Integrierten Energie- und Klimaprogramm (IEKP)* (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2007), erstmals unter Einbezug von Elektromobilität als einer Maßnahme, erweitert und konkretisiert wurde. Das Programm wurde im Rahmen des *Energiekonzepts 2050* von 2010 (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2010) ergänzt und im Jahr 2013 thematisch auch im Koalitionsvertrag (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2013a) aufgegriffen.

Mit dem *IEKP* konkretisiert die Bundesregierung das Ziel, die Treibhausgasemissionen in Deutschland bis 2020 im Vergleich zu 1990 um 40 % zu senken. Dies soll über die Steigerung der Energieeffizienz und den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien realisiert werden. Dabei sollen stets die drei Aspekte Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit berücksichtigt werden.

Das Ziel der Emissionsreduzierung wird im *Energiekonzept 2050* im Jahr 2010 um weitere Vorgaben ergänzt. Bis 2050 soll eine Minderung der Treibhausgasemissionen Deutschlands um 80-95 % erreicht werden. Hierzu wird für 2030 ein Zwischenziel von einer Reduzierung um 55 %, für 2040 um 70 % festgelegt (jeweils bezogen auf das Referenzjahr 1990). Der Anteil der erneuerbaren Energien am Energieverbrauch soll dazu 2020 mindestens 18 %, 2050 mindestens 60 % betragen (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2010).

Der Energieverbrauch soll gleichzeitig bis 2020 um 20 % und bis 2050 um 50 % im Vergleich zum Jahr 2008 sinken. Für den Verkehrsbereich wird im Vergleich zu 2005 eine Reduzierung des Energieverbrauchs um 10 % bis 2020 und um 40 % bis 2050 angestrebt (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2010).

Im Koalitionsvertrag von 2013 bestätigt die Bundesregierung aus einer Koalition von CDU/CSU und SPD diese Ziele, ebenso im Koalitionsvertrag von 2017.

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

5.2. Ergebnisziele Landesebene (Hamburg)

Die übergeordnete Gestaltung der Umwelt-, Energie- und Verkehrspolitik auf Landesebene hat sich an den Gesetzen und programmatischen Schwerpunkten der Bundesebene zu orientieren.

Zusätzlich gibt es auf der Landesebene eigene Programme mit entsprechenden kommunalen Zielen. Diese Programme werden in der vorliegenden Analyse mittels Wahlprogrammen und Regierungserklärungen untersucht. Entgegen der definierten Systemgrenzen beginnt diese Analyse bereits im Jahr 2004, was dem Zuschnitt der Legislaturperioden in Hamburg geschuldet ist (vgl. Tabelle 16).

Ein kurzer Überblick der Legislaturperioden der Hamburger Bürgerschaft findet sich zudem in Anhang 12 und soll bei Bedarf helfen, die wechselnden politischen Konstellationen während der untersuchten Legislaturperioden besser einordnen zu können.

Tabelle 16: Übersicht über die Hamburger Senate seit 2004.

Legislaturperiode	18	19	20	21
Zeitraum	2004-2008	2008-2011	2011-2015	2015-2020
Regierung(skoalition)	CDU	CDU / GAL	SPD	SPD / B90-Grüne

Quelle: eigene Darstellung.

5.2.1. Zielsetzungen in der 18. Legislaturperiode (2004-2008, CDU)

Das politische Programm der CDU für die 18. Legislaturperiode in Hamburg enthält keine konkreten Zielsetzungen im Bereich Klimaschutz. Zwar wird im Wahlprogramm eine angestrebte Zusammenarbeit mit der Industrie als Maßnahme zur Verringerung des CO_2-Ausstoßes genannt (insofern ist die Verringerung ein nicht näher definiertes Ziel), u. a. durch die Einrichtung eines „Kompetenzclusters“ mit den Schwerpunkten erneuerbare Energien und Brennstoffzellentechnik (vgl. Landesverband der CDU in Hamburg 2004b, S. 23f.)

Allerdings fällt die Cluster-Arbeit im Regierungsprogramm für die beginnende Legislaturperiode nicht länger in den Bereich Klimaschutz, sondern soll den Wirtschaftsstandort Hamburg fördern (vgl. Landesverband der CDU in Hamburg 2004a, S. 5). Eine Reduktion von Treibhausgasen wird nicht mehr genannt. Auch wird für den Verkehrsbereich als Ziel „umweltfreundliche und sichere Mobilität“ (Landesverband der CDU in Hamburg 2004a, S. 28) angeführt, ohne jedoch zu konkretisieren, ob es hier um Luftreinhaltung oder Treibhausgasemissionen geht.

In der Regierungserklärung wird weder Klimaschutz, noch der vormals im Regierungsprogramm aufgeführte Themenbereich einer „umweltfreundlichen Verkehrspolitik“ erwähnt (vgl. Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2004). Dennoch wird kurz vor den Neuwahlen in Hamburg vom CDU-geführten Senat im August 2008 das *Hamburger Klimaschutzkonzept 2007-2012* ins Parlament eingebracht und beschlossen. Das Konzept sieht vor, dass „bis zum Jahr 2012 die CO_2-Belastung in Hamburg gegenüber 2007 um zusätzliche 2 Mio. t CO_2 jährlich gesenkt wird“ (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2007, S. 7).[53]

[53] Die sprachliche Ambivalenz kann suggerieren, es ginge um jährliche Einsparungen i.H.v. 2 Mio. t, aber das Ziel ist vielmehr, binnen vier Jahren insgesamt 2 Mio. t CO_2 einzusparen, um fortan auf diesem niedrigeren Niveau weiterzuarbeiten.

5.2.2. Zielsetzungen in der 19. Legislaturperiode (2008-2011, CDU/GAL)

Im Wahlprogramm von 2008 greift die CDU das Ziel des kurz zuvor verabschiedeten Klimaschutzkonzeptes auf, innerhalb von vier Jahren eine Reduzierung der CO_2-Emissionen um zwei Millionen Tonnen zu erreichen. Dies soll im Rahmen einer freiwilligen Selbstverpflichtung gemeinsam mit elf Industrieunternehmen erreicht werden. In einem Klimaschutzgesetz sollen die Ziele der Partei festgesetzt werden (vgl. Landesverband der CDU in Hamburg 2008; S. 37). Die GAL benennt in ihrem Wahlprogramm das Ziel, Hamburg zur Klimahauptstadt zu entwickeln. Hierzu wird eine Senkung der CO_2-Emissionen bis 2020 im Vergleich zum Jahr 1990 um 40 % angestrebt (Bündnis 90/Die Grünen 2008, S. 9). Bis 2050 ist das Ziel eine Senkung um 80 % und eine langfristige Nullemission von CO_2 (Bündnis 90/Die Grünen 2008, S.9). Der Klimaschutz soll durch verbindliche Gesetze unterstützt werden (Bündnis 90/Die Grünen 2008, S. 9).

Im Koalitionsvertrag von CDU und GAL wird die Bekämpfung des Klimawandels als politisches Ziel genannt und an dem Ziel (aus dem GAL-Wahlprogramm und angelehnt an die nationalen Ziele) der Reduzierung der CO_2-Emissionen um 40 % bis 2020 im Vergleich zum Jahr 1990 festgehalten. Ein Maßnahmenkatalog für mehr Klimaschutz im Verkehr soll erstellt werden, ebenso wie ein Programm zur Einführung von innovativen Antriebstechniken, u. a. mit Elektroantrieb (vgl. Landesverband Hamburg von Bündnis 90/Die Grünen und Landesverband der CDU in Hamburg 2008, S. 35ff.)

In der Regierungserklärung werden als Ziele herausgestellt, dass Wachstum und Klimaschutz gemeinsam verfolgt werden sollen, um das Ziel der CO_2-Reduktion bis 2020 zu erreichen. Zielsetzungen bezüglich des Klimaschutzes im Verkehrsbereich werden nicht erwähnt (vgl. Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2008, S. 21).

Das weiterhin gültige Klimaschutzkonzept wird lediglich aus formalen Gründen (Mittelbereitstellung im Haushaltsplan) der Bürgerschaft mehrfach als Fortschreibung vorgelegt (siehe Drucksachen 19/1752, 19/4906, 19/8311 und 20/2676).

5.2.3. Zielsetzungen in der 20. Legislaturperiode (2011-2015, SPD)

Ein Wahlprogramm der SPD für die 20. Legislaturperiode im Jahr 2011 gibt es nicht. Stattdessen veröffentlicht die SPD bereits vor der Wahl ein Regierungsprogramm. In diesem wird Klimaschutz nur unspezifisch als Ziel einer nachhaltigen Energie- und Verkehrspolitik erwähnt (Landesorganisation Hamburg der SPD 2011, S. 3, 8, 9) und als zentrale Maßnahme im Bereich Klimaschutz die Erarbeitung eines *Masterplans Klimaschutz* vorgestellt.

In der Regierungserklärung geht der Erste Bürgermeister auf das Thema Klimaschutz vor allem im Zusammenhang mit Energieeffizienz im Gebäudebereich ein (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2011d, S. 37).

Nach Auslaufen des *Hamburger Klimaschutzkonzeptes* Ende 2012 tritt im Juni 2013 als Folgeprogramm der sogenannte *Masterplan Klimaschutz* in Kraft (Hamburgische Bürgerschaft 2013). Während er inhaltlich vor allem einen Maßnahmenkatalog zu Erreichung der Hamburger Klimaschutzziele darstellt, so definiert er doch noch einmal die genauen Zielzahlen für die Hansestadt. Diese haben sich mit dem *Masterplan* im Vergleich zu der vorherigen Legislaturperiode verändert. Während das bisherige 40%ige CO_2-Reduktionsziel bis 2020 auf das Hamburger Treibhausgasinventar bezogen war, heißt es im Masterplan Klimaschutz nunmehr, dass „Hamburg weiterhin seinen Beitrag zur Erreichung der nationalen Klimaschutzziele leisten [will]: Reduzierung der CO_2-Emissionen um 40 % bis 2020 und um mindestens 80 % bis 2050“ (Hamburgische Bürgerschaft 2013, S. 2). Das Reduktionsziel für Hamburg selbst liegt bei einer Minderung der CO_2-Emissionen um 2 Mio. Tonnen bis 2020, also

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

die gleiche Menge wie im ausgelaufenen Klimaschutzplan, jedoch über einen weitaus längeren Zeitraum gestreckt (Hamburgische Bürgerschaft 2013, S. 33).

5.2.4. Zielsetzungen in der 21. Legislaturperiode (ab 2015, SPD/Grüne)

Im Wahlprogramm der Grünen finden sich für die 21. Legislaturperiode keine konkreten Ziele im Bereich Klimaschutz. Zwar heisst es, man wolle „Vorreiter im Klimaschutz werden“ (Landesverband Hamburg von Bündnis 90/Die Grünen 2015, S. 12), jedoch wird dies nicht mit messbaren Indikatoren unterlegt.

Das Regierungsprogramm der SPD (im Wahlkampf ohne Wahlprogramm) formuliert als Ziel „bis 2020 sollen rund zwei Millionen Tonnen CO_2 pro Jahr eingespart werden“ (Landesorganisation Hamburg der SPD 2015, S. 30), was einem ähnlichen Ansatz wie dem 2013 verabschiedeten *Masterplan Klimaschutz* entspricht.

Im *Koalitionsvertrag* zwischen der SPD und den Grünen wird vereinbart, bis 2050 die CO_2-Emissionen schrittweise um 80 % zu reduzieren (bezogen auf das Basisjahr 1990) und bis zum Jahr 2020 als Stadt „seinen Beitrag zum nationalen Klimaziel von 40 Prozent CO_2-Reduktion [zu] leisten“ (Landesorganisation Hamburg der SPD und Landesverband Hamburg von Bündnis 90/Die Grünen 2015a, S. 66).

Als Anschlussprogramm des im Dezember 2015 auslaufenden *Masterplans Klimaschutz* (Hamburgische Bürgerschaft 2013) wird im gleichen Monat der *Hamburger Klimaplan* (Hamburgische Bürgerschaft 2015) beschlossen. Dieser sieht weiterhin die schrittweise Reduktion von Hamburgs CO_2-Emissionen um mindestens 80 % (zum Basisjahr 1990) bis 2050 vor. Hinzugekommen ist ein verbindliches Zwischenziel für 2030, in welchem die CO_2-Emissionen die Hälfte der jährlichen Emissionen im Bezugsjahr 1990 ausmachen sollen. Darüber hinaus sollen bis 2020 rund 2 Mio. Tonnen CO_2-Emissionen im Vergleich zu 2012 eingespart werden (Übernahme des Reduktionsziels aus dem Masterplan Klimaschutz) (Hamburgische Bürgerschaft 2015, S. 2).

5.3. Vergleich und Analyse der Ergebnisziele

Im Folgenden werden die identifizierten Qualitätsziele hinsichtlich ihrer Inhalte verglichen und die Qualität der Formulierung analysiert. Tabelle 17 zeigt eine verdichtete Übersicht der Zielinhalte, die eine systematische Untersuchung der Maßnahmenwirkung in den nächsten Schritten ermöglicht. Die Qualität der einzelnen Zielformulierungen lässt sich anhand der SMART-Kriterien (spezifisch, messbar, akzeptiert, realistisch, terminiert) einordnen.

Tabelle 17: Beurteilung der politischen Ergebniszielsetzung(en) hinsichtlich der Treibhausgasreduktion nach SMART-Kriterien. Grau hinterlegte Zielkategorien erfüllen alle Kriterien.

Ziel	Fundstellen/Konkretisierung	Deutschland	Hamburg	spezifisch	messbar	akzeptiert	realistisch	terminiert
Treibhausgasreduktion	**IEKP**							
	Reduktion THG um 40 % bis 2020 ggü. 1990	x		x	x	x	x	x
	Energiekonzept 2050							
	Reduktion THG um 80-95 % bis 2050 ggü. 1990	x		x	x	x	x	x
	Hamburger Klimaschutzkonzept 2007-2012							
	Reduktion CO2 um 2 Mill. t bis 2012		x	x	x	x	x	x
	Masterplan Klimaschutz							
	Reduktion CO2 um 2 Mill. t bis 2020		x	x	x	x	x	x
	Reduktion THG um 40 % bis 2020 ggü. 1990 unterstützen		x			x	x	
	Hamburger Klimaplan							
	Reduktion CO2 um 80 % bis 2050 ggü. 1990		x	x	x	x	x	x
A133	Reduktion CO2 um 2 Mill. t bis 2020		x	x	x	x	x	x

Quelle: eigene Darstellung.

Sowohl die Bundesregierung als auch die Hamburger Politik legen die Reduzierung der CO_2-Emissionen als verbindliches, quantifizierbares Ergebnisziel fest. Hierzu werden mit dem *Integrierten Energie- und Klimaprogramm* von 2007 (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2007)

sowie dem Koalitionsvertrag von CDU und GAL von 2008 (Landesverband Hamburg von Bündnis 90/Die Grünen und Landesverband der CDU in Hamburg 2008) spezifische, messbare und terminierte Zielsetzungen formuliert. Insbesondere in Hamburg, wo dieses Ziel in Zusammenarbeit mit Industrieunternehmen im Rahmen einer freiwilligen Selbstverpflichtung erreicht werden soll, kann von einer ausreichenden Akzeptanz der Akteure ausgegangen werden. Durch die Formulierung von Zwischen- und Unterzielen, u. a. bezüglich des Energieverbrauchs und des Anteils erneuerbarer Energien sowie der Reduktionsziele für das Jahr 2030 (Bund: *Energiekonzept 2050*; Hamburg: *Klimaplan*), wird die Realisierbarkeit der Ziele unterstützt.

Vor 2007, dem Beginn des Betrachtungszeitraums der vorliegenden Arbeit, sind die Klimaschutzziele für Deutschland durch die Maßgaben auf EU-Ebene geregelt, hingegen für die Stadt Hamburg wenig präzise. Da in der Regierungserklärung des Hamburger Senats 2004 (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2004) auf den Themenbereich einer umweltfreundlichen Verkehrspolitik nicht eingegangen wird, kann allgemein von einer geringen Relevanz dieses Aspekts in der politischen Gestaltung vor dem Betrachtungszeitraum ausgegangen werden. Mit dem *Hamburger Klimaschutzkonzept* (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2007) und dem *Hamburger Klimaplan* (Hamburgische Bürgerschaft 2015) wird ab 2008 das Ziel der Bundesregierung, die Treibhausgasemissionen bis 2020 um 40 % zu senken, dann auch für Hamburg festgeschrieben. Dieses kann somit als übergeordnetes Qualitätsziel für sämtliche Maßnahmen im Bereich des Klimaschutzes und der damit verbundenen Energiepolitik angesehen werden. Auch wird die im *Masterplan Klimaschutz* (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2013a) vorübergehende „Aufweichung" der Klimaschutzziele[54] durch eine schwächere Formulierung als noch in den vorhergehenden Programmen durch die Wiederaufnahme einer verbindlichen Zielsetzung im *Hamburger Klimaplan* ersetzt.

Während für die Bundesregierung Elektromobilität bereits 2007 im *IEKP* als die Maßnahme aufgeführt wird, um die beabsichtigten Treibhausgasreduktionen im Verkehrssektor zu erzielen, wird in der Hamburger Landespolitik erst mit dem Koalitionsvertrag zur 21. Legislaturperiode (ab 2015) konkret das Thema Elektromobilität eingeführt, während in den vorherigen Legislaturperioden nicht konkretisiert wird, mit welcher Maßnahme die zugesagten Treibhausgasminderungsziele der Stadt im Verkehrssektor erreicht werden sollen. Details hierzu finden sich in der nachfolgenden Analyse der Handlungsziele.

5.4. Handlungsziele Bundesebene

Die Handlungs- bzw. Vorgehensziele der Bundesregierung für die Einführung und Verbreitung von Elektromobilität zur Zielerreichung des Ergebnisziels Treibhausgasreduktion im Verkehrssektor werden bereits im *IEKP* grob umrissen und dann im *Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität* (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009d) konkretisiert. Letzterer wird 2011 durch das *Regierungsprogramm Elektromobilität* (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b) nochmals ergänzt.

Die im *IEKP* schlicht „Maßnahme 26" genannte Förderung von Elektromobilität hat zum Ziel, durch „den Einsatz von Fahrzeugen mit Hybrid- und reinen Elektroantrieben [...] die Umweltbilanz des Verkehrs [zu] verbessern" (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2007, S. 43)

Die Marktentwicklung soll dazu beschleunigt und eine langfristige und koordinierte Forschungs- und Entwicklungsförderung ermöglicht werden. Unter Berücksichtigung der Energie- und Klimaziele soll

[54] Statt des zuvor noch vom geplanten Erreichens der Klimaschutzziele des Bundes auf Lokalebene, spricht der *Masterplan Klimaschutz* nur noch von einer generellen Unterstützung dieser Ziele auf Bundesebene.

der zusätzliche Bedarf an elektrischer Energie durch Elektrofahrzeuge aus erneuerbaren Energiequellen stammen (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2007, S.42).

Der *Nationale Entwicklungsplan Elektromobilität* von 2009 formuliert als ein maßgebliches Ziel der Bundesregierung, den Beitrag von Elektromobilität zur Umsetzung der energie- und klimapolitischen Ziele (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009d, S. 3f.). Hiermit verbunden ist der angestrebte Beitrag von Elektromobilität zur Umsetzung der Ausbauziele für erneuerbare Energien, der verbesserten Integration fluktuierender Erzeuger in die Netze (bspw. als Puffer) und damit langfristig der Erhöhung der Versorgungssicherheit. Ein weiteres Ziel ist die Weiterentwicklung Deutschlands zum „Leitmarkt für Elektromobilität" (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009d, S. 26) und die Sicherung der Führungsrolle der deutschen Automobil- und Zulieferindustrie. Als unterstützende, untergeordnete Vorgehensziele sind die Nutzung der Möglichkeiten eines innovationsorientierten Beschaffungsmanagements des öffentlichen Sektors vorgesehen, die Sicherung der strategischen Handlungsfähigkeit der deutschen Industrie und die Eröffnung neuer Chancen für mehr Wachstum durch die Etablierung neuer Geschäftsmodelle im Kontext der Elektromobilität. Durch die Unterstützung von Normung und Standardisierung soll Elektromobilität international ermöglicht und eine starke Positionierung der deutschen Industrie gefördert werden (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009d, S. 27ff.).

Weitere übergeordnete Handlungsziele sind die Vernetzung und der Austausch von Wirtschaft und Wissenschaft im Bereich der Forschung, die langfristige Sicherung von Kompetenzen und Innovationsdynamik sowie die Förderung der Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009d, S. 4f.). Das Elektrofahrzeug soll dazu beitragen, eine neue Mobilitätskultur und eine moderne Stadt- und Raumplanung zu etablieren. Die Bundesregierung sieht dafür vor, die Markteinführung von Elektrofahrzeugen, insbesondere im Nahverkehr, zu beschleunigen. Konkret soll das bedeuten, dass bis 2020 eine Million Elektrofahrzeuge eingesetzt werden. Für das Jahr 2030 sind über fünf Millionen Fahrzeuge geplant, 2050 soll der Verkehr in Städten überwiegend ohne fossile Brennstoffe auskommen (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009d, S. 18). Hierzu sollen die Rahmenbedingungen zur Schaffung einer bedarfsgerechten Infrastruktur für das Laden der Fahrzeuge geschaffen werden. Um die notwendige Aufgeschlossenheit der Gesellschaft gegenüber Elektromobilität zu fördern, soll die Umsetzung des Entwicklungsplans transparent und im breiten Dialog erfolgen. Ein regulatorischer Rahmen und ein Anreizsystem sollen die Akzeptanz und die Marktentwicklung der Elektromobilität stärken (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009d, S. 19).

Im *Regierungsprogramm Elektromobilität* wird das Ziel des Leitmarkts auch um das Ziel des „Leitanbieters für Elektromobilität" (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b, S. 7) ergänzt. Dies soll durch Innovationen im Bereich Fahrzeuge, Antriebe und Komponenten sowie der Einbindung der Fahrzeuge in die Strom- und Verkehrsnetze ermöglicht werden. Daher unterstreicht das Regierungsprogramm erneut das Ziel, Forschung und Entwicklung im Bereich Elektromobilität zu fördern (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b, S. 18). Die Industrie soll ihre technologische Führungsrolle sichern. Ein Schwerpunkt soll hierbei auf der Entwicklung verbesserter Batterien liegen. Mittelstand und Handwerk sollen stets einbezogen werden, um durch neue Wertschöpfungsketten Arbeitsplätze in diesen Bereichen erhalten zu können (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b, S. 19). Die Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen soll erreicht werden und somit gewährleisten, dass Mobilität unabhängig vom Ölpreis ist und bezahlbar bleibt. Des Weiteren sollen die Elektrofahrzeuge als mobile Speicher dienen, welche die Integration erneuerbarer Energiequellen in das Stromnetz unterstützen. Mittelfristig wird eine Rückspeisung des Stroms in das Netz angestrebt (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b, S. 5). Diese Ziele stehen ebenfalls im Einklang mit den Zielsetzungen des *Nationalen Entwicklungsplans Elektro-*

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

mobilität. Die Anzahl der geplanten Fahrzeuge, die bis 2030 eingesetzt werden sollen, wird auf mindestens sechs Millionen erhöht (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b, S. 10).

Auch die im Koalitionsvertrag von CDU, CSU und FDP von 2009 angekündigte (Merkel et al. 2009, S. 30) und 2013 fertiggestellte Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie (MKS) der Bundesregierung greift nochmals das Ziel auf, Deutschland als „Leitmarkt" für Elektromobilität zu etablieren und betont hierfür als Nebenziel vor allem eine deutschlandweit hinreichend verfügbare Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2013, S. 29).

Im Mai 2016 beschließt die Bundesregierung das *Marktanreizprogramm Elektromobilität* (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016b).[55] Das Anreizprogramm hat das Ziel, durch die nutzungsbezogene Förderung vor allem den Anteil von Elektrofahrzeugen auf der Straße zu erhöhen. Auch das im Jahr 2017 beschlossene *Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020* plant den verstärkten Einsatz von Elektrofahrzeugen, um dadurch die Luftqualität in deutschen Städten zu verbessern.

5.5. Handlungsziele Landesebene (Hamburg)

Im Koalitionsvertrag der 19. Legislaturperiode (2008-2011) vereinbaren CDU und Grüne nach der Wahl im Februar 2008 die Erstellung eines Programms zur Einführung von innovativen Antriebstechniken, u. a. mit Elektroantrieb (vgl. Landesverband Hamburg von Bündnis 90/Die Grünen und Landesverband der CDU in Hamburg 2008, S. 35ff.). Im Dezember des gleichen Jahres formuliert der Hamburger Senat im Rahmen der Fortschreibung des *Hamburger Klimaschutzkonzepts* für den Haushaltsplan 2009/2010 einen Prüfauftrag an die zuständigen Behörden, „Potenziale und konkrete Anwendungsmöglichkeiten zu untersuchen, um die Markteinführung umweltfreundlicher Antriebstechniken für Kraftfahrzeuge in Hamburg zu fördern und zu beschleunigen" (Hamburgische Bürgerschaft 2008, S. 84f.).

Nach der erfolgreichen Bewerbung der Hansestadt als *Modellregion Elektromobilität*, einem Förderprogramm des Verkehrsministeriums im Rahmen des *Konjunkturpakets II* von 2008, beabsichtigt der Hamburger Senat bis Mitte 2011 den Aufbau von 100 öffentlichen, mit Grünstrom betriebenen Ladesäulen in Hamburg (Hamburgische Bürgerschaft 2009, S. 90ff.). Ferner ist der Einsatz von zehn Dieselhybridbussen geplant. Der Einsatz von elektrischen Pkw wird zwar in der Drucksache erwähnt, jedoch nicht als konkretes Ziel quantifiziert.[56]

Im November 2011 beschließt der Senat zusätzlich zum Status der *Modellregion Elektromobilität* an der Ausschreibung für *Schaufenster Elektromobilität* der Bundesregierung teilzunehmen und definiert eine Reihe von Umsetzungszielen (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2011c). Da das Bewerbungsverfahren jedoch nicht erfolgreich verläuft, werden die geplanten Maßnahmen nicht umgesetzt.

Erfolgreich verläuft hingegen die Bewerbung der Stadt als *Europäische Umwelthauptstadt*, wozu sie 2011 durch die europäische Kommission ausgezeichnet wird (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2010). Bewertungsmaßstab der Ernennung zur *Umwelthauptstadt* ist dabei, dass Städte für

---

55 Übersicht und Informationen über das Marktanreizprogramm unter Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2016e).

56 „Ab Mitte 2010 werden im Rahmen eines Flottenbetriebs die ersten batteriebetriebenen Fahrzeuge, im ersten Projektstadium voraussichtlich zunächst 70 Pkw, in der Hamburger Innenstadt zum Einsatz kommen" (Hamburgische Bürgerschaft 2009, S. 91).

ihre bisherigen Erfolge und zukünftigen Planungen ausgezeichet werden. Eigenständige Zieldefinitionen finden, abgesehen von weichen Zielen, nicht statt.[57]

Im *Mobilitätsprogramm* wird 2013 das Thema Elektromobilität wieder aufgegriffen. Das Programm betont den verstärkten Aufbau von öffentlicher Ladeinfrastruktur und verweist auf die bestehenden Projekte, wobei es als Zielsetzung den Betrieb von „ca. 5 000 Elektrofahrzeugen in Hamburg bis 2016“ (Krstanoski 2013, S. 103) formuliert.

SPD und Grüne formulieren in ihren Wahlprogrammen für die 21. Legislaturperiode (ab 2015) weitreichende Zielsetzungen für den Ausbau der Elektromobilität. Die SPD setzt sich in ihrem Wahlprogramm die Erstellung eines *Masterplans Ladeinfrastruktur* für den bedarfsgerechten Ausbau der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge zum Ziel. Der Anteil an Neuzulassungen von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben soll deutlich gesteigert werden, wobei langfristig reine Batterieelektroantriebe angestrebt werden (vgl. Landesorganisation Hamburg der SPD 2015, S. 37). Die Grünen setzen sich den Ausbau der Umweltpartnerschaft zur Nachhaltigkeitspartnerschaft zum Ziel. Zudem soll eine Klimaagentur zur Förderung umweltfreundlicher Energien durch die Bündelung und die Vernetzung verschiedener Akteure in diesem Bereich entstehen (vgl. Landesverband Hamburg von Bündnis 90/Die Grünen 2015, S. 95).

In der Regierungserklärung wird das Ziel von 600 öffentlich zugänglichen Ladepunkte benannt (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2015b, S. 150). Die zeitliche Vorgabe, dies bis Mitte 2016 zu erreichen, wie sie noch im Wahlprogramm der SPD steht, wird in der Regierungserklärung nicht mehr angeführt. Das Ziel, bis 2017 einen neuen Luftreinhalteplan zu erstellen, wird sowohl in die Regierungserklärung als auch in den Koalitionsvertrag aufgenommen. Darüber hinaus sind laut Koalitionsvertrag das Weiterführen der Elektromobilitätsinitiative mit den Kammern und regelmäßige Berichte über die Umsetzung der Elektromobilitätsrichtlinie weitere Vorgehensziele. Bei der Beschaffung von Fahrzeugen für den Behördenfuhrpark sollen Elektrofahrzeuge Vorrang haben. Auf Bundesebene soll (über den Bundesrat) eine Änderung der Straßenverkehrsordnung erwirkt werden, um ordnungspolitische Maßnahmen, u. a. zur Einsparung von Emissionen, einfacher durchsetzen zu können (Landesorganisation Hamburg der SPD und Landesverband Hamburg von Bündnis 90/Die Grünen 2015a, S. 35ff.). Aus dem Wahlprogramm der SPD wird die Entwicklung des Mobilitätsprogramms zu einer umfassenden Verkehrsentwicklungsplanung im Koalitionsvertrag übernommen, aus dem Wahlprogramm der Grünen die Erstellung eines *Masterplans Energie und Klima* zur Minderung von CO_2-Emissionen (Landesorganisation Hamburg der SPD und Landesverband Hamburg von Bündnis 90/Die Grünen 2015a, S. 31 und S. 67). Im Dezember 2015 wird von der Hamburger Bürgerschaft der *Hamburger Klimaplan* verabschiedet, der den verstärkten Einsatz von Elektrofahrzeugen bei Behörden und kommunalen Unternehmen einfordert und dazu Zielzahlen für den Marktanteil von Elektrofahrzeugen zu bestimmten Zeitpunkten vorgibt. So sollen bis 2020 in den Fuhrparks der Kernverwaltung 50 % und in den Fuhrparks kommunaler Unternehmen (Beteiligungsgesellschaften der Freien und Hansestadt Hamburg) 35 % der eingesetzten Fahrzeuge elektrisch angetrieben werden (Hamburgische Bürgerschaft 2015, S. 38). Zusätzlich sollen der Einsatz von Elektrofahrzeugen im Taxigewerbe und im Wirtschaftsverkehr sowie der Aufbau von Schnellladesäulen gefördert werden (Hamburgische Bürgerschaft 2015, S. 38).

Sowohl die im Januar 2017 vorgelegte Drucksache „Mobilität in Hamburg – Ziele“ (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2017d) als Fortschreibung der kontinuierlichen Verkehrsentwick-

[57] Als weiche Ziele gelten in diesem Zusammenhang Öffentlichkeitsarbeit oder freiwillige Initiativen. So wurden im Rahmen der Umwelthauptstadt Baumpflanzaktionen oder Müllsammeln durchgeführt und die lokale Wirtschaft hat sich dazu bekannt, Umweltbelange stärker in den Fokus ihrer Arbeit zu stellen. Für weitere Aktionen siehe Freie und Hansestadt Hamburg (2011b) und Breckwoldt (2011).

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

lungsplanung, als auch der im Mai 2018 fertiggestellte *Green City Plan* als Umsetzungsplan des bundesweiten Förderprogramms *Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020,* beziehen sich in ihren übergeordneten Zielsetzungen stets auf den 2015 verabschiedeten *Hamburger Klimaplan* und werden daher an dieser Stelle nicht weiter behandelt.

5.6. Vergleich und Analyse der Handlungsziele

Die Handlungsziele der Bundesregierung für die Einführung von Elektromobilität weisen eine Zielhierarchie auf. Diese besteht aus einem übergeordneten Zieldreieck aus Umweltverträglichkeit, Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit, dass durch den *Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität* auf der obersten Ebene noch um die Entwicklung einer neuen Mobilitätskultur oder einer modernen Raumplanung („Gesellschaftliche/räumliche Entwicklung“) ebenso wie um die Entwicklung förderlicher Rahmenbedingungen ergänzt wird. Eine Ebene darunter finden sich die untergeordneten Handlungsziele, welche teils noch mit detaillierten Einzelzielen konkretisiert werden. Tabelle 18 verdeutlicht, wie sich die einzelnen Handlungszielsetzungen den jeweiligen Zielebene zuordnen lassen. Hierbei ist zu beachten, dass viele (untergeordnete) Handlungsziele sich mehreren Kategorien zuordnen lassen und sich gegenseitig beeinflussen können. Ein Beispiel für solch eine Zielkongruenz stellt der Ausbau der erneuerbaren Energien dar, welcher durch den Einsatz von Elektrofahrzeugen unterstützt werden soll: zum einen machen Elektromotoren die Nutzung erneuerbarer Energien für den Antrieb von Fahrzeugen erst möglich, zum anderen können sie als mobile Speicher dienen und somit die Integration von fluktuierenden Erzeugern (z. B. Wind- oder Solarenergie) erleichtern. Dabei wird sowohl das Handlungsziel einer verringerten Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen als auch das Ziel, weniger Treibhausgase zu emittieren, verfolgt. Ebenso werden Fortschritte in Forschung und Entwicklung nicht nur zu wirtschaftlichen, sondern in den meisten Fällen auch zu ökologischen Erfolgen beitragen.

Mit dem *Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität* wird 2009 überdies das Ziel aufgestellt, „Leitmarkt für Elektromobilität“ zu werden (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009d, S. 26). Im Regierungsprogramm Elektromobilität kommt das Ziel des „Leitanbieters für Elektromobilität“ hinzu (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b, S. 7). Zusätzlich zu dem Problem, dass beide Maßnahmenziele nicht mit messbaren Indikatoren hinterlegt wurden und daher vage bleiben, weist Klodt (2011) darauf hin, dass aufgrund einer Reihe von nicht kontrollierbaren Rahmenbedingungen im komparativen Marktumfeld oder aufgrund negativer Nebeneffekte des diskriminierenden Markteingriffes die „Leitmarkttheorie [...] letztlich ungeeignet ist als konkretes Konzept für die Forschungs- und Innovationspolitik“ (Klodt 2011, S. 3; vgl. auch Eisenkopf 2011).

Auch das erst mit dem *Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020* neu hinzugekommene Maßnahmenziel „Luftreinhaltung“ weist (für die Bundesebene) keine messbaren Indikatoren auf und steht somit losgelöst von den übrigen Zieldefinitionen, da das Programm alleine den Kommunen zugute kommen soll.

In Hamburg werden der Aufbau von 100 öffentlichen Ladesäulen und der Einsatz von zehn Dieselhybridbussen bis Mitte 2011 als Qualitätsziele formuliert (Hamburgische Bürgerschaft 2009, S. 90ff.)[58]. Die Anzahl von Ladesäulen wird 2015 in der Zieldefinition zwar auf 600 Stück erhöht (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2015b, S. 150), jedoch wird dieses Ziel nicht mehr mit einer zeitlichen Vorgabe unterlegt und entspricht mangels Terminierung daher nicht vollständig den SMART-

[58] In der Tabelle 18 unter „Ladeinfrastruktur bereitstellen“ und ‚Anzahl der Elektrofahrzeuge erhöhen’ subsummiert.

Kriterien[59]. Als Handlungsziele können der 2008 formulierte Prüfauftrag zum Potenzial für alternative Antriebstechniken[60] (Hamburgische Bürgerschaft 2008, S. 84f.) sowie die im Koalitionsvertrag 2015 vereinbarte Entwicklung eines *Verkehrsentwicklungsplans* und eines *Masterplans Energie und Klima* gelten (Landesorganisation Hamburg der SPD und Landesverband Hamburg von Bündnis 90/Die Grünen 2015a, S. 31 und S. 67) gelten. Weitere Handlungsziele sind die verstärkte Zusammenarbeit mit den Elektromobilitätsinitiativen der Kammern wie auch die Förderung von Elektrofahrzeugen in Behördenfuhrparks (Landesorganisation Hamburg der SPD und Landesverband Hamburg von Bündnis 90/Die Grünen 2015a, S. 35ff.). Diese sind zwar ebenfalls nicht terminiert, können aber aufgrund der bestehenden Aktivitäten der Kammern und Behörden als akzeptiert gelten.

Die im Klimaplan benannten Ziele hinsichtlich des Anteils von Elektrofahrzeuge in der Verwaltung sind aufgrund ihrer Quantifizierung gut überprüfbar. Hier hat die Freie und Hansestadt auch entsprechende Durchgriffsmöglichkeiten. Die Handlungsziele für die freie Wirtschaft sind hingegen nicht mit Zielzahlen oder Zeiträumen hinterlegt und somit nicht überprüfbar.

Tabelle 18 ordnet die genannten Handlungsziele nach Bundes- und Landesebene sowie im Hinblick auf die Erfüllung der SMART-Kriterien. Neben dem Ziel der Treibhausgasreduktion erfüllen nur die zwei beiden Ziele Elektrofahrzeugbestandserhöhung (Bundes- und Landesebene) und Ladesäulenaufbau (Landesebene) alle SMART-Kriterien hinreichend (in der Tabelle grau hinterlegt). Die Analyse der Handlungsziele mittels der SMART-Kriterien zeigt die Schwächen der übrigen Zieldefinitionen auf und macht deutlich, dass besonders den Zielen der gesellschaftlichen und räumlichen Entwicklung nur wenig Umsetzungswahrscheinlichkeit zukommt, da sie größtenteils keine der Zielkriterien erfüllen.

59 Die Aufstockung wird nicht gesondert in der tabellarischen Übersicht ausgewiesen.

60 Unter dem Ziel „Anzahl der Elektrofahrzeuge erhöhen“ subsummiert.

Tabelle 18: Beurteilung von Handlungszielen auf Bundes- und Landesebene nach SMART-Kriterien. Grau hinterlegte Zielkategorien erfüllen alle Kriterien.

Handlungszielkategorie	(über- und untergeordnete) Handlungsziele	Deutschland	Hamburg	spezifisch	messbar	akzeptiert	realistisch	terminiert
Umweltverträglichkeit	**Klimaschutz**							
	Treibhausgasemissionen senken	x	x	x	x	x	x	x
	Leitmarkt							
	Anzahl der Elektrofahrzeuge erhöhen	x	x	x	x	x	x	x
	Marktentwicklung beschleunigen	x				x	x	
	Ausbau erneuerbarer Energien							
	Zusätzlichen Bedarf an Energie mit erneuerbaren Energien decken	x		x		x	x	
	fluktuierende Erzeuger ins Netz integrieren (mobile Speicher)	x		x				
	Luftreinhaltung	x	x	x	x	x		
	Lärmvermeidung		x		x	x		
Versorgungssicherheit	**Versorgungssicherheit erhöhen**							
	Effizientere Stromnetze	x				x		
	Ausbau erneuerbarer Energien	x	x		x	x	x	
	Unabhängigkeit von Öl-Importen	x			x	x		
Wirtschaft	**Leitanbieter**							
	Wettbewerbsfähigkeit stärken	x				x		
	Normung und Standardisierung	x		x		x	x	
	Neue Geschäftsmodelle	x				x	x	
	Forschung und Entwicklung fördern	x						
	Vernetzung Wirtschaft und Wissenschaft	x				x		
	Innovationen					x		
Gesellschaftliche/räumliche Entwicklung	**Einwohner einbeziehen**							
	Akzeptanz fördern	x					x	
	Bedürfnisse zukünftiger Generationen beachten	x						
	Neue Mobilitätskultur	x						
	Moderne Stadt- und Raumplanung	x						
Rahmenbedingungen	**Änderung der Straßenverkehrsordnung bewirken**		x	x	x	x	x	
A37	**Ladeinfrastruktur bereitstellen**		x	x	x	x	x	x

Quelle: eigene Darstellung.

6. Maßnahmenanalyse

Die Zielanalyse im vorigen Kapitel konnte aufzeigen, wie auf Bundes- und Landesebene das Ergebnisziel Treibhausgasreduktion aufgestellt und detailliert wurde, unter anderem durch die Festlegung der Maßnahme, mit der dieses Ergebnisziel im Straßenverkehrssektor erreicht werden soll: nämlich der Etablierung von Elektromobilität. Die daraufhin identifizierten Handlungsziele für den Planungsprozess zeigen dabei, dass zur Erreichung dieses Oberziels nicht eine zentrale Maßnahme ausreicht, sondern vielmehr ein Maßnahmenbündel von (untergeordneten) Einzelmaßnahmen nötig ist, um die Anzahl der aufgestellten Handlungsziele realisieren zu können, da diese einen großen Bogen von technologischer Entwicklung und wirtschaftlichem Wachstum über Nutzerakzeptanz und Infrastrukturaufbau etc. überspannen.

Die nachfolgende Maßnahmenanalyse untersucht, welche einzelnen Maßnahmen dazu wie im Planungsprozess formuliert wurden (*Untersuchungsfrage MA*). Es geht also um die planerische Ausgestaltung der Umsetzung der übergeordneten Maßnahme „Etablierung von Elektromobilität“ zur (Ergebnis)Zielerreichung „Treibhausgasreduktion“. Die Analyse fokussiert dabei auf die in der Zielanalyse drei identifizierten, allen SMART-Kriterien genügenden Handlungsziele Treibhausgasreduktion, Elektrofahrzeuganzahlerhöhung und Ladeinfrastrukturbereitstellung.

Die Einzelmaßnahmen des oben genannten Maßnahmenbündels stellen dabei im politischen Prozess vor allem Programme dar. Dies können entweder Grundsatzprogramme sein, die lediglich eine Maßnahme inhaltlich ausgestalten, oder Förderprogramme, welche konkret eine Umsetzung unterstützen. Förderprogramme stellen neben den rechtlichen Rahmenbedingungen das zentrale politische Instrument der Technologieförderung dar[61].

Im Rahmen der Maßnahmenanalyse werden die identifizierten Programme zuerst deskriptiv dargestellt und anschließend im Hinblick auf die Qualität ihrer inhaltlichen Ausrichtung auf die in der Zielanalyse aufgezeigten Handlungsziele beurteilt. Dazu werden erneut die bereits in der Zielanalyse verwendeten SMART-Kriterien angesetzt.

Auch die rechtlichen Rahmenbedingungen, als das zweite zentrale Umsetzungsinstrument, werden sowohl auf Bundes- wie auch Landesebene dargestellt und bewertet.

Tabelle 19 und Tabelle 20 stellen zunächst einmal einen Überblick über die identifizierten und untersuchten Programme dar. Sie listen für jedes Programm dessen Kerninhalte für seine Implementation auf. Zusätzlich enthalten die Tabellen noch Informationen zur Laufzeit der Programme. Diese kann bei mit Finanzmitteln hinterlegten Förderprogrammen begrenzt sein oder bei Grundsatzprogrammen auch ohne eine Datumsangabe auskommen, also unbegrenzt gültig sein bzw. bis zu einer erneuten Policy-Anpassung mittels neuer Grundsatzprogramme. Auf Bundesebene ist zusätzlich noch der Umfang der bereitgestellten Haushaltsmittel angegeben, sofern vorhanden.[62]

Die Auflistungen in Tabelle 19 sowie Tabelle 20 sollen bewusst nur einen Überblick geben. Eine ausführlichere Darstellung der Inhalte der untersuchten Programme findet sich in Anhang 13.

---

61 NOW GmbH, persönliche Mitteilung Oliver Braune, März 2018.

62 Auf Landesebene wird diese Information im späteren Verlauf der Arbeit im Rahmen der Handlungswirkungsanalyse aufgeführt, weil die Mittel für die Programmumsetzung in vielen Fällen nicht originär aus dem Hamburger Haushalt bereitgestellt wurden, sondern bspw. im Rahmen der *Modellregion Elektromobilität Hamburg* aus Bundesmitteln beantragt wurden und somit sich der Mittelumfang erst im Nachhinein auf Grundlage der Bewilligungen beziffern lässt.

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

Tabelle 19: Übersicht über die Implementationsinhalte der Programme für Elektromobilität auf Bundesebene.

Programm	Veröffentlichung	Geltungszeitraum	Finanzmittel	Kerninhalte	Quelle
Integriertes Energie- und Klimaprogramm	August 2007	unbefristet	keine	Eckpunktepapier, niedriger Detaillierungsgrad; sieht neben Forschungsagenda und Netzlastmanagement v.a. Demonstrationsvorhaben und Feldversuche mit Elektrofahrzeugen vor	Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2007, S. 43
Konjunkturpaket II	März 2009	bis 2011	500 Mio. €	Sieht Modellvorhaben und Demonstrationsprojekte im Bereich innovativer Mobilitätskonzepte vor (150 Mio. €), u.a. acht "Modellregionen Elektromobilität"; inhaltliche Schwerpunkte sind BEV/PHEV Pkw, Nutzfahrzeuge, Zweiräder, Busse, Bahnen sowie Aufbau von Ladeinfrastruktur	Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009c, S. 417ff.
Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität	August 2009	bis 2020	keine	Umfangreiches Maßnahmenpaket mit vier Kernbereichen: Forschungsförderung im Bereich Batterien und Antriebssysteme, im Bereich Netzintegration, der Schaffung marktförderlicher Rahmenbedingungen sowie der Marktentwicklung durch Demonstrationsprojekte	Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009d, S. 27-34
Energiekonzept 2050	September 2010	unbefristet	keine	Bekräftigung der Maßnahmen aus dem Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität (s.o.) und Plan einer Kennzeichnungsverordnung von Elektrofahrzeugen als Grundlage für zukünftige Privilegierungen	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2010, S. 24ff.
Regierungsprogramm Elektromobilität	Mai 2011	bis 2013	1 Mrd. €	Zielsetzung, Leitmarkt und Leitanbieter zu werden, und Verabschiedung von acht Maßnahmenschwerpunkten: F&E-Programm, "Schaufenster- und Leuchtturmprojekte", Aus- und Weiterbildung, Entwicklung von Normen, Aufbau von Ladeinfrastruktur, Entwicklung von Recyclingmethoden, Erlass von Anreizmechanismen und internationale Kooperationen	Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b
Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie	Juni 2013	fortlaufend	keine	Fortwährend überarbeitetes Strategiepapier, sieht v.a. Aufbau von Ladeinfrastruktur für "Leitmarkt" als wichtig an, fordert mehr F&E an Fahrzeugen.	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2013, S. 29, 45
Elektromobilitätsgesetz	Juni 2015	bis 2026	keine	Ermöglicht Bevorrechtigungen für Elektrofahrzeuge im ruhenden wie fließenden Verkehr, z. B. freies Parken, Benutzung von Busspuren oder Zufahrtsbeschränkungen für nicht-batterieelektrische Fahrzeuge. Kommunen können selbst entscheiden, welche der erwähnten Maßnahmen sie umsetzen.	Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2015c
Marktanreizprogramm Elektromobilität	Mai 2016				Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016b
Kaufprämie	Juli 2016	bis 2019	600 Mio. €	Zeitlich befristeter Zuschuss für den Erwerb von Elektrofahrzeugen, gestaffelt nach rein-elektrisch oder extern aufladbare Hybridisierung	
Steuerbefreiung	November 2016	bis 2020	keine	Erlass der Kfz-Steuer für zehn Jahre und keine Anrechnung des geldwerten Vorteils beim Laden am Arbeitsplatz	
Ladeinfrastrukturförderung	Juli 2016	bis 2020	300 Mio. €	Zeitlich befristete finanzielle Zuschüsse für den Aufbau von Schnellladepunkten (200 Mio. €) und Normalladepunkten (100 Mio. €).	
Sofortprogramm Saubere Luft	01.12.17	bis 2020	400 Mio. €	Neben nicht Elektromobilitätsspezifischen Einzelmaßnahmen v.a. Fördergelder für Kommunen zur Umrüstung von öffentlichen Flotten auf Elektrofahrzeuge, wie Busse, sowie Aufbau von Ladeinfrastruktur	Lotsenstelle Fonds Nachhaltige Mobilität und Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2018

A112

Quelle: eigene Darstellung.

Tabelle 20: Übersicht über die Implementationsinhalte der Programme für Elektromobilität auf Landesebene.

Programm	Veröffentlichung	Geltungszeitraum	Kerninhalte	Quelle
Klimaschutzkonzept	August 07	bis 2012	Programm mit mehreren Fortschreibungen; sieht Einsatz von Hybridfahrzeugen im Taxigewerbe vor, Elektrofahrzeuge sollen im Rahmen der "Modellregion Elektromobilität" entwickelt werden. Ladeinfrastrukturaufbau soll nur mit grünem Strom erfolgen; Hamburg soll sich als Schaufenster Elektromobilität bewerben	Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2011a, S.29ff.
Luftreinhalteplan*	Dezember 12	offen	Programm mit mehreren Fortschreibungen; sieht Einführung von Elektrofahrzeugen im ÖPNV und MIV sowie Wirtschaftsverkehr vor; Umsetzung der "Modellregion Elektromobilität" soll Umstellung auf Elektromobilität v.a. auch in öffentlichen Fuhrparks erleichtern; ab dem Jahr 2020 sollen nur noch emissionsfreie Busse beschafft werden, im Hamburger Handwerk sollen 1.000 Elektrofahrzeuge eingesetzt werden.	Böhm und Wahler 2012, S. 8
Masterplan Klimaschutz	Juni 13	bis 2015	Forführung des ausgelaufenen Klimaschutzkonzeptes; fordert die Markteinführung von emissionsarmen Antrieben, sieht als Umsetzungsumfeld dafür die "Modellregion Elektromobilität Hamburg"	Hamburgische Bürgerschaft 2013, S.17
Lärmaktionsplan**	Juli 13	offen	Sieht Elektromobilität als eine Möglichkeit, Lärm zu reduzieren, verweist für konkrete Umsetzungen jedoch auf das Klimaschutzkonzept und die "Modellregion Elektromobilität Hamburg"	Sachau et al. 2008, S.95, Anhang V; Ohm et al. 2013, S. 15f.
Mobilitätsprogramm	November 13	offen	Dient als Interims-Programm bis zur Erstellung eines Verkehrsentwicklungsplans; formuliert vier Schwerpunkte für den Einsatz von Elektromobilität (Wirtschaftsverkehr, Quartiersentwicklung, intermodale Verknüpfungen und ÖPNV) und verweist zur Förderung hiervon auf die "Modellregion Elektromobilität Hamburg" und die dortige Projektlandschaft	Krstanoski 2013, S.5
Masterplan Ladeinfrastruktur	August 14	bis 2018	Der einmal aktualisierte Masterplan (Überarbeitung Sept. 2017) sieht den "bedarfsgerechten" Ladesäulenaufbau im öffentlichen Raum in Hamburg vor. Planzahl sind 592 öffentliche/halböffentliche Ladepunkte.	Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2014, S.4
Klimaplan	Dezember 15	offen	Sieht die Steigerung des Anteils an Elektrofahrzeugen im städtischen Fuhrpark auf 50 % bis zum Jahr 2020 vor, einen verstärkten Einsatz von Elektrofahrzeugen in öffentlichen Fuhrparks, Elektrofahrzeugen im Taxigewerbe und im Wirtschaftsverkehr vor.	Hamburgische Bürgerschaft 2015, S. 38
Mobilität in Hamburg	Januar 17	offen	Fordert den verstärkten Einsatz von Elektrofahrzeugen in öffentlichen Fuhrparks und dem ÖPNV, verweist aber in der Umsetzung auf die Zielzahlen des Klimaplans.	Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2017d
Ausbau Elektromobilität Hamburg	September 17	bis 2024	Das Programm ist formal eine Nachbewilligung im Haushalt, setzt aber neue Zielzahlen für die eingeplanten Mittel: 1.000 öffentliche/halböffentliche Ladepunkte bis Anfang des Jahres 2019, dazu 150 exklusive für Carsharing. Hinsichtlich des weiteren Einsatzs von Elektrofahrzeugen in öffentlichen Fuhrparks wird auf den Klimaplan verwiesen.	Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2017c, S. 17
Green City Plan	Mai 18	bis 2020	Stellt den erforderlichen Umsetzungsplan des Bundesprogramms "Saubere Luft" dar und fokussiert auf die Elektrifizierung von Taxiflotten, des Wirtschaftsverkehrs sowie des weiteren Ausbaus der öffentlichen Ladeinfrastruktur.	Freie und Hansestadt Hamburg 2018, S. 45-49

*aus dem Jahr 2004, 1. Fortschreibung im Jahr 2012, dort Elektromobilität
**aus dem Jahr 2007, 2. Stufe im Jahr 2013, dort Elektromobilität

A113

Quelle: eigene Darstellung.

6.1. Untersuchung der Maßnahmenformulierung auf Bundesebene

Die Analyse deckt auf, dass eines der drei (allen SMART-Kriterien genügenden) Handlungsziele der Zielanalyse, nämlich die Verminderung der Treibhausgasreduktion (in der Tabelle grau hinterlegt), in keinem der Programme mit konkreten Implementationsschritten hinterlegt ist. Angesichts der noch in Diskussion befindlichen Bewertung, inwieweit Elektromobilität in einer integrierten Betrachtung überhaupt positiv zum Klimaschutz beiträgt (diese Frage ist deshalb ja auch Thema der vorliegenden Arbeit), ist dies im Hinblick auf die Zielerreichung ein deutlicher Mangel, da die Bundesregierung offenbar nur auf einen positiven Klimaeffekt in der Nutzungsphase der Elektrofahrzeuge setzt. Um die Klimawirkung über den kompletten Lebenszykus der Fahrzeuge, der auch Aspekte wie Fahrzeugherstellung, Stromgestehung und Recycling umfasst, mit zu berücksichtigen, bräuchte es einer diesbezüglichen spezifischen Ausgestaltung von Förderprogrammen, z. B. den verpflichtenden Einsatz von Ökostrom oder Batterierecyclingquoten, um die Implementation auf ihre Wirkung hin zu steuern oder ihr volles Potenzial zu heben.

Auch das zweite zentrale Handlungsziel, die Anzahl von Elektrofahrzeugen in Deutschland zu erhöhen, wird nur in weniger als der Hälfte der Programme mit konkreten Implementationsschritten untermauert. Dies ist jedoch eventuell der Tatsache geschuldet, dass für einen Fahrzeughochlauf erst einmal hinreichend entwickelte Produkte existieren müssen. So beeinhalten fast alle der untersuchten Programme in ihren Implementationsschritten entweder einen Forschungsschwerpunkt oder einen Fokus auf Markteinführungen. In Kombination mit den dann auch finanziell wesentlich stärker untermauerten „Beschaffungsprogrammen“[63] (Konjunkturpaket, Marktanreizprogramm, Sofortprogramm) lässt sich hier ein kohärentes Konzept erkennen, welches, auch in der zeitlichen Abfolge der Programme, miteinander kompatibel scheint. Dies trifft auch auf das dritte, alle SMART-Kriterien erfüllende Handlungsziel des Aufbaus der Ladeinfrastruktur zu. Dieses Ziel wird durchgängig und parallel zu den übrigen Implementationsschritten in allen „Beschaffungsprogrammen“ adressiert.

Während Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten trotz ihrer zumeist befristeten Laufzeit langfristige Wettbewerbsvorteile sichern können, da die erlangten Erkenntnisse, Erfahrungen und Innovationen nicht reversibel sind, bergen demgegenüber „Beschaffungsprogramme“, also Förderprogramme, deren Fokus weniger auf RD&D liegt, sondern auf dem staatlich unterstützten Erwerb von Fahrzeugen oder Infrastruktur (wie beispielsweise auch der geförderte Aufbau von Ladeinfrastruktur), die Gefahr, dass ihr Beitrag zur Zielerreichung in dem Fall, dass damit keine tragfähigen Nutzungs- oder Geschäftsmodelle initiiert wurden, mit dem Ende der Förderung auch ihre Wirkung verlieren. Vorteil wiederum ist die Implementation dieser Programme über Förderrichtlinien, die ein großes Maß an Freiheiten in der konkreten Umsetzung vor Ort erlauben. So ist zumindest eine hohe äußere Kompatibilität der Implementation mit den kommunalen Rahmenbedingungen möglich.

Der schon in der Zielanalyse als problematisch erkannte, da unzureichend definierte Bereich der gesellschaftlichen und räumlichen Entwicklung stellt sich auch in der Maßnahmenanalyse als politisch nur unzureichend geplanter Themenkomplex dar, weil er nur mit wenigen konkreten Implementationschritten hinterlegt ist. Lediglich im *Konjunkturpaket II* soll im Rahmen der Demonstrationsprojekte eine breite gesellschaftliche Akzeptanz für die neue Technologie geschaffen werden. Die übergeordnete institutionelle Einbettung sieht zudem die Beteiligung der Zivilgesellschaft in der *Nationalen Plattform Elektromobilität* vor.
Die Versorgungssicherheit als geostrategisches Ziel der Bundesregierung wird in keinem der analysierten Programme mit konkreten Implementationsschritten im Bereich Elektromobilität adressiert.

[63] Die Arbeit greift bei der Formulierung nur die von den Bundesressorts gerne bei infrastrukturlastigen Förderprogrammen verwendete Betonung der Beschaffung auf; es handelt sich formal um reguläre, mit Haushaltsmitteln hinterlegte Förderprogramme (vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2018).

Da es sich um einen eher indirekten Effekt der Kombination von Elektromobilität, verstärktem Zubau von erneuerbaren Energien und Sektorkopplung handelt, könnten jedoch alle Aktivitäten, die auf einen Fahrzeughochlauf abzielen, der Zielkategorie Versorgungssicherheit untergeordnet werden. Allerdings fehlt bei indirekten Effekten seitens der Bundesregierung jegliche Steuer- und Kontrollmöglichkeit für die Zielerreichung.

Tabelle 21 gibt noch einmal in tabellarischer Form eine Übersicht über die Analyseergebnisse.

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

Tabelle 21: Adressierung von Handlungszielen durch konkrete Implementationsschritte in den unterschiedlichen Programmen auf Bundesebene.

Zielkategorie	Ziele	Deutschland	Integriertes Energie- und Klimaprogramm	Konjunkturpaket II	Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität	Energiekonzept 2050	Regierungsprogramm Elektromobilität	Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie	Elektromobilitätsgesetz	Marktanreizprogramm Elektromobilität	Sofortprogramm Saubere Luft	Institutionelle Einbettung
Umweltverträglichkeit	**Klimaschutz**											
	Treibhausgasemissionen senken	x										
	Leitmarkt											
	Anzahl der Elektrofahrzeuge erhöhen	x		x						x	x	
	Marktentwicklung beschleunigen	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
	Ausbau erneuerbarer Energien											
	Zusätzlichen Bedarf an Energie mit erneuerbaren Energien decken	x	x									
	fluktuierende Erzeuger ins Netz integrieren (mobile Speicher)	x			x	x						
	Luftreinhaltung	x									x	
	Lärmvermeidung											
Versorgungssicherheit	**Versorgungssicherheit erhöhen**											
	Effizientere Stromnetze	x										
	Ausbau erneuerbarer Energien	x										
	Unabhängigkeit von Öl-Importen	x										
Wirtschaft	**Leitanbieter**											
	Wettbewerbsfähigkeit stärken	x										
	Normung und Standardisierung	x			x	x	x					x
	Neue Geschäftsmodelle	x		x			x					x
	Forschung und Entwicklung fördern											
	Vernetzung Wirtschaft und Wissenschaft	x		x			x					x
	Innovationen	x	x	x	x	x	x				x	x
Gesellschaftliche/räumliche Entwicklung	**Einwohner einbeziehen**											
	Akzeptanz fördern	x		x								x
	Bedürfnisse zukünftiger Generationen beachten	x										
	Neue Mobilitätskultur	x										
	Moderne Stadt- und Raumplanung	x										
Rahmenbedingungen	**Änderung der Straßenverkehrsordnung bewirken**											
A42	**Ladeinfrastruktur bereitstellen**	x		x			x	x		x	x	

Quelle: eigene Darstellung.

6.2. Untersuchung der Maßnahmenformulierung auf Landesebene

Die durchgeführten Analysen auf Landesebene zeigen, dass alle in der Zielanalyse identifizierten Handlungsziele der Hamburger Politik im Bereich Elektromobilität durch eines oder mehrere Programme adressiert werden. Dabei fällt auf, dass Elektromobilität als Lösungsstrategie für eine Vielzahl von städtischen Problemfeldern in den Bereichen Klima-, Umwelt- und Gesundheitsschutz gesehen wird. Während dies für die äußere Kompatibilität der Implementation über ein großes Spektrum politischer Handlungsfelder in Hamburg vorteilhaft sein mag, stellt sich die Frage, ob dabei nicht der Wirkumfang, den die geplante Umsetzung in Summe bieten können, überschätzt wird. Zumal in den Zielkategorien Umweltverträglichkeit und Versorgungssicherheit (in denen zwei der drei den SMART-Kriterien entsprechenden Ziele liegen) beispielsweise immer wieder auf den gleichen Pool von Demonstrationsprojekten der *Modellregion Elektromobilität Hamburg* zurückgegriffen wird.

Dies bietet zwar auf der einen Seite den Vorteil, dass deren Implementation durch die ihnen zugrundeliegenden, einheitlichen Förderrichtlinien in sich schlüssig und zudem noch kompatibel mit den bundesweiten Programmen in den gleichen Zielkategorien sind. Gleichzeitig aber ist ihre Implementation mittels des Instrumentes „Förderprojekt“ zeitlich befristet. Diese zeitliche Komponente, in Kombination mit einer nicht hinreichenden institutionellen Verankerung in der Region, birgt bei (Bundes)förderprojekten die Gefahr, dass nach Auslaufen der Fördermittel die angestoßenen Transformationsprozesse folgenlos enden. Nicht hinreichend institutionell verankert sind Transformationsprozesse beispielsweise dann, wenn für sie keine eigenen Haushaltstitel für Implementationsaktivitäten bereitgestellt werden. Dies trifft in Hamburg für die Aktivitäten zu den Zielkategorien Umweltverträglichkeit und Versorgungssicherheit zu.

Eine Ausnahme bildet die Zielkategorie Rahmenbedingungen. Hier sind im Rahmen des *Masterplans Ladeinfrastruktur* und der anschließenden Haushaltsnachbewilligung in der Drucksache *Ausbau der Elektromobilität in Hamburg* eigene Hamburgische Haushaltsmittel für einen stadtweiten Aufbau von Ladesäulen im öffentlichen und halböffentlichen Raum vorgesehen (auch wenn weiterhin auf komplementäre Fördermittel des Bundes zurückgegriffen wird). Tabelle 22 gibt noch einmal in tabellarischer Form eine Übersicht über die Analyseergebnisse.

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

Tabelle 22: Adressierung von Handlungszielen durch konkrete Implementationsschritte in den unterschiedlichen Programmen auf Landesebene.

Zielkategorie	Ziele	Hamburg	Hamburger Klimaschutzkonzept	Masterplan Klimaschutz	Luftreinhalteplan	Lärmaktionsplan	Mobilitätsprogramm	Masterplan Ladeinfrastruktur	Klimaplan	Mobilität in Hamburg	Ausbau der Elektromobilität in Hamburg	Green City Plan Hamburg
Umweltverträglichkeit	**Klimaschutz**											
	Treibhausgasemissionen senken	x	x	x					x			
	Leitmarkt											
	Anzahl der Elektrofahrzeuge erhöhen	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
	Marktentwicklung beschleunigen											
	Ausbau erneuerbarer Energien											
	Zusätzlichen Bedarf an Energie mit erneuerbaren Energien decken											
	fluktuierende Erzeuger ins Netz integrieren (mobile Speicher)											
	Luftreinhaltung	x			x							x
	Lärmvermeidung	x				x						
Versorgungssicherheit	**Versorgungssicherheit erhöhen**											
	Effizientere Stromnetze											
	Ausbau erneuerbarer Energien	x	x					x	x			
	Unabhängigkeit von Öl-Importen											
Wirtschaft	**Leitanbieter**											
	Wettbewerbsfähigkeit stärken											
	Normung und Standardisierung											
	Neue Geschäftsmodelle											
	Forschung und Entwicklung fördern											
	Vernetzung Wirtschaft und Wissenschaft											
	Innovationen											
Gesellschaftliche/räumliche Entwicklung	**Einwohner einbeziehen**								x			
	Akzeptanz fördern											
	Bedürfnisse zukünftiger Generationen beachten								x			
	Neue Mobilitätskultur											
	Moderne Stadt- und Raumplanung											
Rahmenbedingungen	**Änderung der Straßenverkehrsordnung bewirken**	x	x									
A41	**Ladeinfrastruktur bereitstellen**	x						x	x		x	x

Quelle: eigene Darstellung.

6.3. Rechtliche Rahmenbedingungen Bundesebene

Zur Schaffung förderlicher rechtlicher Rahmenbedingungen für die Etablierung von Elektromobilität wurden von der Bundesregierung auch eine Reihe von Gesetzen, Erlassen und Regularien als Maßnahme in Umsetzung gebracht, welche nachfolgend dargestellt werden. Die Untersuchung berücksichtigt dabei nicht nur deutsche Rechtsakte, sondern auch die auf europäischer oder internationaler Ebene, soweit Deutschland an deren Umsetzung gebunden ist.

Eine detaillierte Darstellung findet sich in Anhang 27.

Der bisher als Prüfzyklus geltende *Neue Europäische Fahrzyklus* (NEFZ) für den Ausstoß von CO_2 von Pkw wurde 2015 um Messverfahren für elektrische Antriebe erweitert und aufgrund der Kritik am bisherigen Prüfverfahren ab 2018 durch den realistischeren WLTP-Prüfzyklus (Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure) ersetzt. Die darin kombinierte Berechnung von Verbräuchen bei Hybriden stellt einen Anreiz für die Hersteller dar, Hybride mit (möglichst hoher) rein elektrischer Betriebsmöglichkeit herzustellen.

Reinelektrische Fahrzeuge werden weiter als komplett emissionsfrei angesehen (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2007). Ihr Stromverbrauch muss aber ab 2011 von den Herstellern über einen Energieausweis ausgewiesen werden (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011a).

Die EU strebt mit der kontinuierlichen Absenkung der zulässigen CO_2-Emissionswerte bei Neuwagen für die Hersteller im konventionellen Segment einen Effizienzanreiz an. Ab 2020 sollen die Pkw-Flotten der Hersteller maximal 95 g CO_2 pro km ausstoßen (Rat der Europäischen Union und Europäisches Parlament 2009). Emissionsarme Fahrzeuge werden dabei in der Berechnung der Flottengrenzwerte begünstigt, womit die Fahrzeuge ein Anreiz für Hersteller sind, mehr Elektrofahrzeuge im Markt abzusetzen.

Um der bisher noch vielerorts mangelnden Infrastrukturabdeckung als Hemmnis bei der Einführung von Elektromobilität zu begegnen, sieht die EU den Aufbau einer EU-weiten „Infrastruktur für alternative Kraftstoffe“ vor (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2014a). Die Richtlinie beinhaltet auch die konkrete Aufforderung an die Mitgliedsländer, Elektromobilität zu fördern, u. a. durch die Bereitstellung öffentlich zugänglicher Ladepunkte. Die Bundesregierung greift die Umsetzung der Richtlinie im November 2016 im Rahmen eines *Nationalen Strategierahmens* (NSR) auf (Deutscher Bundestag 2016).

Als Anreiz für private und gewerbliche Halter, die noch oftmals teuren Elektrofahrzeuge zu beschaffen, gibt es seit 2002 Steuererleichterungen bei der Kraftfahrzeugsteuer, die zuletzt 2016 auf einen Befreiungszeitraum von zehn Jahren angehoben wurde (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2016a). Ergänzt wurde dieser fiskalische Anreiz durch die (vorteilhaftere) Anpassung der pauschalen Dienstwagenbesteuerung (*1- %-Regel*) für Elektrofahrzeuge (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2013b).

Auch die 2016 eingeführte, von der NPE (und der dort vertretenen Industrie) seit Jahren geforderte Kaufprämie für Elektrofahrzeuge richtet sich an Verbraucher und Unternehmen und unterstützt diese bei der Beschaffung eines Elektrofahrzeugs mit 4 000 Euro für ein BEV bzw. 3 000 Euro für ein PHEV (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016a).

Hochschulen und Forschungseinrichtungen stehen auf EU-Ebene über die bekannten mehrjährigen Förderprogramme Mittel für die Forschung zu Elektromobilität zur Verfügung. Unter dem Titel *Horizont 2020* deckt das 8. Forschungsrahmenprogramm den Zeitraum von 2014-2020 ab (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2013). In Deutschland wurde im Anschluss an das *Kon-*

junkturpaket II der zentrale Haushaltstitel für die Forschungsförderung von Elektromobilität 2010 durch die Errichtung eines *Energie- und Klimafonds (EKF)* geschaffen (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2010), in dem alle verfügbaren Mittel für die Förderung von Elektromobilität gebündelt werden sollten. Zulauf erhält der Fonds u. a. aus dem Verkauf von CO_2-Verschmutzungszertifikaten.

Die Nutzung öffentlicher Ladeinfrastruktur wird für die Nutzer durch die 2016 erlassene Ladesäulenverordnung vereinfacht, indem die Verordnung Mindestanforderungen an Zugänglichkeit und Standardisierung festlegt (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2016c). Für Betreiber hingegen ist das im gleichen Jahr erlassene Strommarktgesetz von größter Bedeutung, da es sie durch die Einordung von Ladesäulen als Letztverbraucher von (teuren) Netzbetreiberpflichten entbindet (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2016b).

Die Freihaltung solcher Ladeeinrichtungen im öffentlichen Raum wird bereits 2015 durch das Elektromobilitätsgesetz ermöglicht (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2015c), das noch eine Reihe anderer Priviligierungen von Elektrofahrzeugen im fließenden wie ruhenden Verkehr vorsieht. Die Umsetzung kann aber erst wirksam erfolgen mit der Vergabe von Sonderkennzeichen ab 2016 (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2015b).

6.4. Rechtliche Rahmenbedingungen Landesebene

Neben der projektbasierten Maßnahmenimplementation hat die Freie und Hansestadt Hamburg auch Veränderungen an den rechtlichen Rahmenbedingungen vorgenommen, die der Einführung und sukzessiven Marktdurchdringung mit Elektrofahrzeugen dienlich sind.

So aktualisiert die Hamburger Verwaltung im August 2014 ihre *Allgemeinen Kraftfahrzeugbestimmungen*, welche die Beschaffung von behördlichen Dienstfahrzeugen für direkte Dienststellen der Freien und Hansestadt Hamburg („Kernverwaltung“) regelt. Sie schreibt den beschaffenden Dienststellen vor, „bei Ersatz- oder Erweiterungsbeschaffungen in den EU-Fahrzeugklassen M 1 und N 1 (=Pkw u. leichte Nutzfahrzeuge) sind grundsätzlich Elektrofahrzeuge als Leasingfahrzeuge zu beschaffen. Die Beschaffung von Fahrzeugen, die ausschließlich oder überwiegend durch Verbrennungsmotoren angetrieben werden – hierzu gehören auch Fahrzeuge mit Mischantrieben – ist zu begründen.“ (Finanzbehörde Hamburg 2015, S. 4).

Als Ausnahmetatbestände lässt die Richtlinie in ihrer Anlage 2 die Kombination folgender Situationen zu:

- die tägliche Fahrstrecke beträgt in der Regel mehr als 80 km
- die Fahrt wird an Orten beendet, an denen keine Lademöglichkeit besteht oder diese nicht installiert werden kann
- ein elektrobetriebenes Fahrzeug mit der erforderlichen Größe oder Ausstattung ist am Markt nicht verfügbar.

Die Richtlinie gilt für alle von ihr erfassten Dienststellen ab Erlass und hat keine zeitliche Begrenzung. Sie kann zudem durch die verantwortlich koordinierende Stelle, in diesem Fall die Finanzbehörde, jederzeit aktualisiert und an die Marktsituation, z. B. im Hinblick auf die gängigen verfügbaren Reichweiten von BEV, angepasst werden.

Bereits 2010 und 2013 hat die Stadt Hamburg im Rahmen zweier Bundesratsinitiativen zusammen mit den Ländern Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg eine bundesweit einheitliche Regelung für die Ladesituation im öffentlichen Straßenraum gefordert (Freie und Hansestadt Hamburg (2015d). Mit Verkündigung des Elektromobilitätsgesetzes (EmoG) am 11.06.2015 gibt es seit diesem

Zeitpunkt eine Ermächtigungsgrundlage, aufgrund derer jede Kommune in Deutschland in Rechtsverordnungen als Bevorrechtigungen für Elektrofahrzeuge unter anderem auch Ermäßigungen oder Befreiungen von Parkgebühren erlassen kann (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2015c). Die Stadt Hamburg ändert daraufhin im Dezember 2015 ihre kommunale Parkgebührenordnung und erlaubt ab dem 01.11.2015 Nutzern von Elektrofahrzeugen das gebührenfreie Parken an Parkscheinautomaten im Stadtgebiet unter Beachtung der jeweils angegebenen Höchstparkzeit (i. d. R. zwei Stunden) (Freie und Hansestadt Hamburg 2015c). Die Regelung ist zeitlich begrenzt bis zum Ende 2020. Voraussetzung für das gebührenfreie Parken an einem Parkscheinautomaten ist die Auslage einer Parkscheibe, damit die Höchstparkzeit kontrollierbar ist. Mit Einführung der neuen Kfz-Kennzeichen für Elektrofahrzeuge (ebenfalls Teil des EmoG) sind die Fahrzeuge auch für die Parkraumüberwachungsmitarbeiter der Stadt („Politessen“) nach außen hin zuverlässig als Elektrofahrzeuge erkennbar. Um auch bereits in Betrieb stehenden Elektrofahrzeugen, die noch die alten Kfz-Kennzeichen tragen, bis zur Umrüstung auf die neuen Nummernschilder die Möglichkeit zu geben, die neuen Parkprivilegien zu nutzen, versendet der Hamburger Landesbetrieb Verkehr (LBV) an alle Halter von BEV eine entsprechende Ausnahmegenehmigung, die vorübergehend im Fahrzeug ausgelegt werden kann (Freie und Hansestadt Hamburg 2015d).

Im Immobilienbereich sind die gesetzlichen Möglichkeiten der Rahmensetzung zugunsten der verstärkten Anwendung von Elektromobilität (Carsharing, Ladeinfrastruktur) noch nicht gegeben (Stand 12/2018) und beschränken sich auf städtebauliche Verträge oder auf (die nur in Hamburg existierenden) Anhandgabeverfahren bei städtischen Grundstücken. Innerhalb dieses Rahmens schreibt die Stadt Hamburg beim Entwicklungsvorhaben *Mitte Altona* Stellplätze für Carsharing mit Elektrofahrzeugen vor und seit 2017 für alle Bauvorhaben in der östlichen HafenCity auch verbindliche Mindestvorgaben für die Vor- und Ausrüstung der Tiefgaragen mit Ladeinfrastruktur (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2017c, S. 18).

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

7. Maßnahmenwirkungsanalyse

In der nachfolgenden Maßnahmenwirkungsanalyse wird die geplante Reduktion von Treibhausgasemissionen durch den Einsatz von Elektrofahrzeugen auf ihre Wirksamkeit in einem klimabilanziellen Ansatz überprüft, indem die Treibhausgasemissionen rein elektrisch angetriebener Fahrzeuge denen vergleichbarer konventioneller Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor über den gesamten Produktlebenszyklus gegenübergestellt werden (*Untersuchungsfrage MWA-1*). Die Ergebnisse dienen als Grundlage für die in einem zweiten Schritt untersuchte Effektivität der Maßnahme hinsichtlich der Minderung des Treibhausgasausstoßes im Straßenverkehrssektor (*Untersuchungsfrage MWA-2*). Die Effektivität der Maßnahme bemisst sich dabei an dem (exemplarisch berechneten) Treibhausgasreduktionspotenzial, welches mit dem Einsatz von Elektrofahrzeugen insgesamt gehoben werden kann. Hierfür berücksichtigt *Untersuchungsfrage MWA-2* nicht nur die aktuelle, sondern auch die prognostizierte Marktdurchdringung mit Elektrofahrzeugen und erweitert die Untersuchung um Szenarien für den Markthochlauf von Elektrofahrzeugen. In beide Untersuchungen fließen jeweils auch die Ergebnisse aus der Situationsanalyse ein und sind als solche im Text als Vergleichsgrößen genannt.

7.1. Höhe des Treibhausgasausstoßes eines BEV im Vergleich zum ICEV

Untersuchungsfrage MWA-1 lautet „Wie hoch ist der Treibhausausstoß eines BEV im Vergleich zum ICEV?“ und zieht einen Vergleich des Treibhausgasausstoßes zwischen rein batterieelektrischen Fahrzeugen (BEV) sowie zwei Varianten verbrennungsmotorischer Antriebe (ICEV), nämlich dem Ottomotor und dem Dieselmotor. Ziel des Kapitels ist es zu überprüfen, in wie weit das von Politik und Medien oftmals per se als klimafreundlich eingestufte Elektrofahrzeug hinsichtlich seiner Klimabilanz gegenüber den noch vorherrschenden verbrennungsmotorischen Technologien tatsächlich einzuordnen ist. Die Analyse dient zugleich als Datengrundlage für nachfolgende Berechnungen von Hochlaufszenarien.

Alle Berechnungen im Kapitel erfolgen exemplarisch und auf Grundlage eines Lebenszyklusansatzes. Somit werden neben den Emissionen aus der Betriebsphase auch die Emissionen aus der Herstellung und Entsorgung der Fahrzeuge berücksichtigt.

Dieser klimabilanzielle Ansatz ist bei jeglichen Technologievergleichen mit Elektrofahrzeugen zwingend erforderlich angesichts der zu herkömmlichen Technologien vollkommen unterschiedlichen Anteile von Herstellung/Entsorgung und Betriebsphase an den Emissionen über die gesamte Lebensdauer. Die durch die Fahrzeugelektrifizierung verursachte Verlagerung von Emissionen aus der Betriebs- in die Herstellungsphase (v. a. Batterieherstellung) würde bei einer ausschließlichen Betrachtung der Nutzungsphasen der zu vergleichenden Technologien zu Verzerrungen führen. Ähnliche Probleme sind auch von anderen Innovationen im Fahrzeugbau bekannt, beispielsweise dem Leichtbau mit Aluminium oder Karbon, wo in der Nutzungsphase zwar Verbrauchseinsparungen im Fahrzeug erzielt werden können, die Herstellung der eingesetzten Materialien gegenüber den üblicherweise genutzten Materialien jedoch ein Vielfaches an Emission verursacht (vgl. Weymar und Finkbeiner 2016). Inwieweit die Innovationen dann über die Lebensdauer eines Fahrzeugs wirklich zu einer geringeren Treibhausgasbelastung führen, hängt von der anschließenden Betriebsphase ab, also auf wie viele Fahrtkilometer sich ein während der Herstellung/Entsorgung aufgebauter „Rucksack“ an Treibhausgasen verteilen kann, und wie viele Kilometer das Fahrzeug von den niedrigeren Emissionen profitieren kann. Somit kommt der Fahrleistung bei der Berechnung der absoluten Treibhausgasmenge über die Lebenszeit eines Fahrzeugs eine besondere Bedeutung zu.

Wie im Methodenteil erläutert, stellt die angenommene Fahrleistung von 150 000 Kilometern über die Lebensdauer eines Pkw einen statistisch gesicherten Wert dar, der vom Kraftfahrt-Bundesamt über die gesamte deutsche Pkw-Flotte ermittelt wurde. Gleichzeitig konnte im Hamburger Forschungsprojekt *Wirtschaft am Strom* gezeigt werden, dass unter den Bedingungen des Flottenversuchs die tatsächliche Fahrleistung der Elektrofahrzeuge, über alle Wirtschaftszweige gemittelt, nur bei rund der Hälfte dieses Wertes liegt (vgl. Flämig et al. 2018a, S. 78). Dieser Wert wird daher der Vollständigkeit halber zwar auch in den Berechnungen zur Nutzenschwelle in Abbildung 21 eingezeichnet. Nichtsdestotrotz wird für alle Vergleichs- und Potenzialberechnungen unabhängig von der Antriebsart die oben genannte bundesdeutsche Gesamtfahrleistung von 150 000 km genutzt. Auch wenn dieser Wert derzeit noch fast ausschließlich aus Daten von Verbrennungsfahrzeugen errechnet wird, ist davon auszugehen, dass die im Projekt *Wirtschaft am Strom* beobachteten niedrigen Fahrleistungen noch stark durch den Innovationscharakter des Projektes beeinflusst waren und sich mittelfristig die Fahrleistungen von Elektrofahrzeugen denen von verbrennungsmotorischen angleichen werden.

Dies legt auch eine Auswertung der bei Tagesende noch verfügbaren Restreichweiten der untersuchten Elektrofahrzeuge im Projekt nahe. Hierfür wurden all die Fahrzeuge betrachtet, deren Tagesfahrleistungen unterhalb der deutschlandweiten Durchschnittswerte im Wirtschaftsverkehr liegen (vgl. Situationsanalyse).[64] Beim Fahrzeugmodell Renault Zoe trifft dies auf rund 80 % aller fahraktiven Tage zu, beim Modell Renault Kangoo auf knapp 90 %. Die Auswertung sollte prüfen, ob das Nichterreichen der üblichen Tagesfahrleistungen möglicherweise auf einen leeren Akku in den Fahrzeugen und damit zum verfrühten Abbruch der Tagesroute zurückzuführen sei. Dazu wurde die am Tagesende dieser „unterdurchschnittlichen Fahrtage“ noch in den Energiespeichern der Fahrzeuge vorhandene Restreichweite (über den im BEV-TUDS aufgezeichneten Ladezustand *SOC* und die fahrzeugspezifischen, mittleren Energieverbräuche) untersucht. Anschließend prüfte die Auswertung, ob diese Restreichweite noch ausgereicht hätte, um die bundesdurchschnittliche Tagesfahrleistung im Wirtschaftsverkehr zu erreichen.

Abbildung 19 zeigt die Auswertungsergebnisse getrennt nach Fahrzeugmodellen und Wochentagen (Montag-Freitag, Samstag-Sonntag, analog zu der Erhebungsmethodik der KID; Anzahl Fahrzeuge/untersuchte Fahrten Kangoo n=27/8920; Zoe n=65/17975; Einsatzzweck: Wirtschaftsverkehr). Die realen Tagesfahrleistungen sind inklusive Streuung als untere Säule (grau) dargestellt, darüber baut die verbleibende Restreichweite (rautiert) auf. Zusätzlich eingezeichnet als Referenz sind die je nach Wochentag geltenden, bundesdurchschnittlichen Tageskilometerleistungen im Wirtschaftsverkehr nach KID 2010 (Wermuth et al. 2012).

[64] Im entsprechenden Kapitel in der Situationsanalyse ist ersichtlich, dass die Tageskilometerleistungen für den Wirtschaftsverkehr in Hamburg (Daten aus der Hamburger Aufstockung der Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland 2010) unterhalb der bundesdeutschen Werte liegen, so dass die genutzten deutschlandweiten Werte ein konservatives, anspruchsvolleres Szenario darstellen.

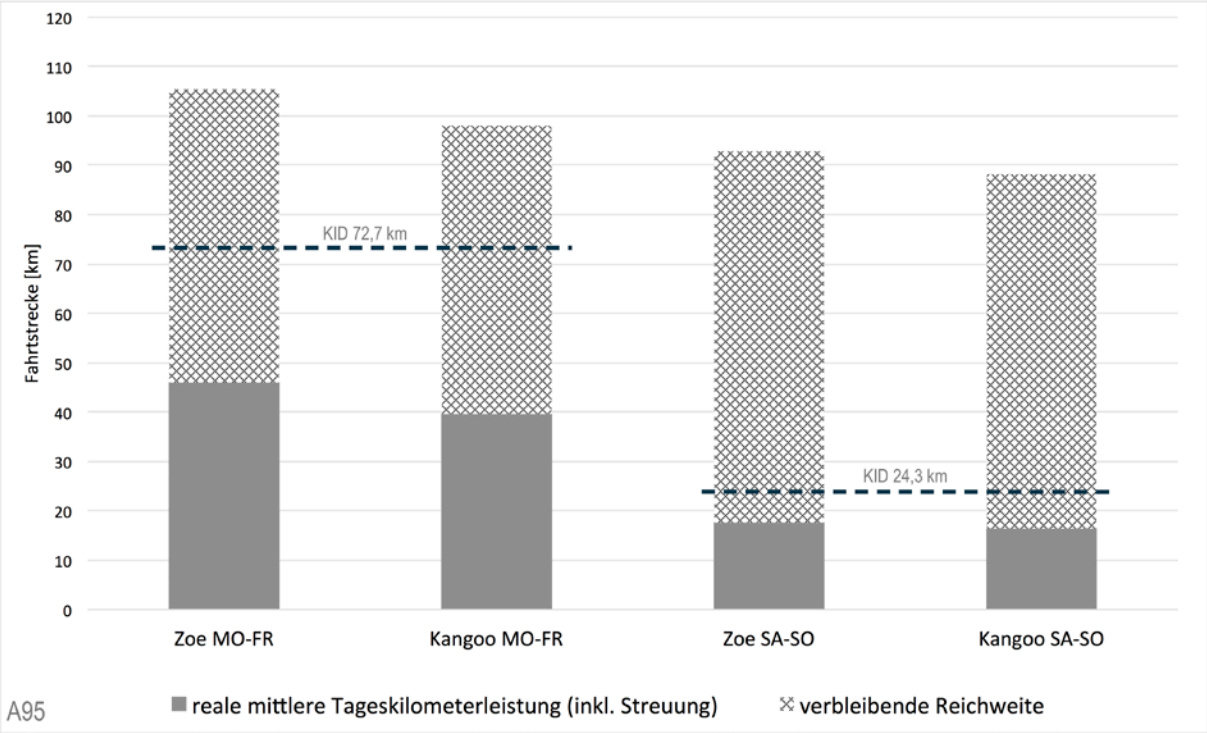


Abbildung 19: Durchschnittliche reale Tageskilometerleistungen (inkl. Streuung) und verbleibende Restreichweiten (basierend auf SOC Tagesende) bei unterdurchschnittlich genutzten BEV in den untersuchten Wirtschaftsverkehrsflotten.

Quelle: eigene Darstellung.

Es ist zu erkennen, dass an allen betrachteten unterdurchschnittlichen Fahrtagen am Tagesende noch genügend Batteriekapazität zur Verfügung stand, um weitere Fahrten durchzuführen. In jedem Fall bis zum bundesdeutschen Durchschnittswert, meist auch noch darüber hinaus, so dass vermutlich nicht die mangelnde Reichweite der Elektrofahrzeuge der begrenzende Faktor war, der zu einer unterdurchschnittlichen Auslastung der betrachteten BEV führte, sondern betriebliche oder nutzerspezifische Gründe (vgl. Dütschke et al. 2015). Somit ist die Berechnung der Betriebsphase der BEV mit 150 000 km, also einer den Verbrennern gleichenden durchschnittlichen Lebensfahrleistung, gerechtfertigt.

Ein zweiter, wichtiger Aspekt bei der Betrachtung von Treibhausgasemissionen während der Betriebsphase ist im Hinblick auf Elektrofahrzeuge das eingesetzte Stromprodukt, das einen entscheidenen Einfluss auf die fahrtbezogenen Emissionen hat. Aus diesem Grund erfolgen die Vergleichsauswertungen bei den BEV nicht nur für das Laden mit „normalem“ Netzstrom (dt. Strommix), sondern als Variante auch für das Laden mit Grünstrom (dt. Grünstrommix) (siehe für deren genaue Definitionen das Methodenkapitel 2.3.4.2). Demgebenüber liegen die Beimischungen von Bioanteilen in den handelsüblichen Flüssigkraftstoffen als Pflichtbeimischung vor; eine Wahl hat der Verbraucher nicht, wodurch bei Benzin und Diesel auch keine Varianten gerechnet werden müssen.

Um nun einen Vergleich der Treibhausgasemissionen über die oben beschriebene Lebensfahrleistung von 150 000 km vorzunehmen, sind zunächst die Herstellungs- und Entsorgungsaufwände für die betrachteten Fahrzeugtechnologien zu berechnen. Wie im Methodenteil ausführlich beschrieben, liegen diese Werte als Literaturwerte vor und unterscheiden sich zwischen BEV und ICEV vor allem im Hinblick auf die batteriespezifischen Teile (Herstellung Batteriesystem, Herstellung Leistungselektro-

nik), während die Herstellung der Karosserie und Elektromotor/Verbrennungsmotor sowie die Entsorgung am Lebensende bei allen Antriebsarten nahezu gleichauf liegen.

Die Betriebsphase errechnet sich anschließend aus der Summe der Verbräuche hochgerechnet auf die Gesamtfahrleistung von 150 000 km inklusive der Vorkette der Kraftstoffe. Bei den BEV kommt noch ein Aufschlag von 20 % für Ladeverluste hinzu, die nicht im Fahrzeug messbar sind und daher hinzugerechnet werden müssen (vgl. Methodenkapitel 2.3.4.2). Die dem zugrunde liegenden, technologiespezifischen Verbrauchswerte sind Realwerte aus dem im Methodenteil beschriebenen Feldversuch. Die Fehlerbalken bilden dabei die Bandbreite der Verbräuche im Feldversuch ab, bei dem eine Mischflotte aus zwei Fahrzeugsegmenten zum Einsatz kam. Näheres zu den Grundannahmen und Rahmenbedingungen der durchgeführten Vergleichsrechnungen sind im Methodenteil zu finden.

Abbildung 20 zeigt den Vergleich der gesamten Treibhausgasemissionen über den kompletten Lebenszyklus der zwei untersuchten Technologien in jeweils zweifacher Ausprägung: reinelektrische Fahrzeuge (BEV), welche einmal mit dem deutschen Strommix (*Graustrom*) und einmal mit dem deutschen Grünstrommix (*Grünstrom*) während der Nutzungsphase geladen werden, sowie verbrennungsmotorische Fahrzeuge (ICEV), die einmal mit Benzin und einmal mit Diesel betrieben werden (BEV n=96, ICEV n=11; MDS-Daten siehe Methodenteil, Klein/Kompaktklasse, BEV 56822 Fahrten, ICEV 3855 Fahrten).

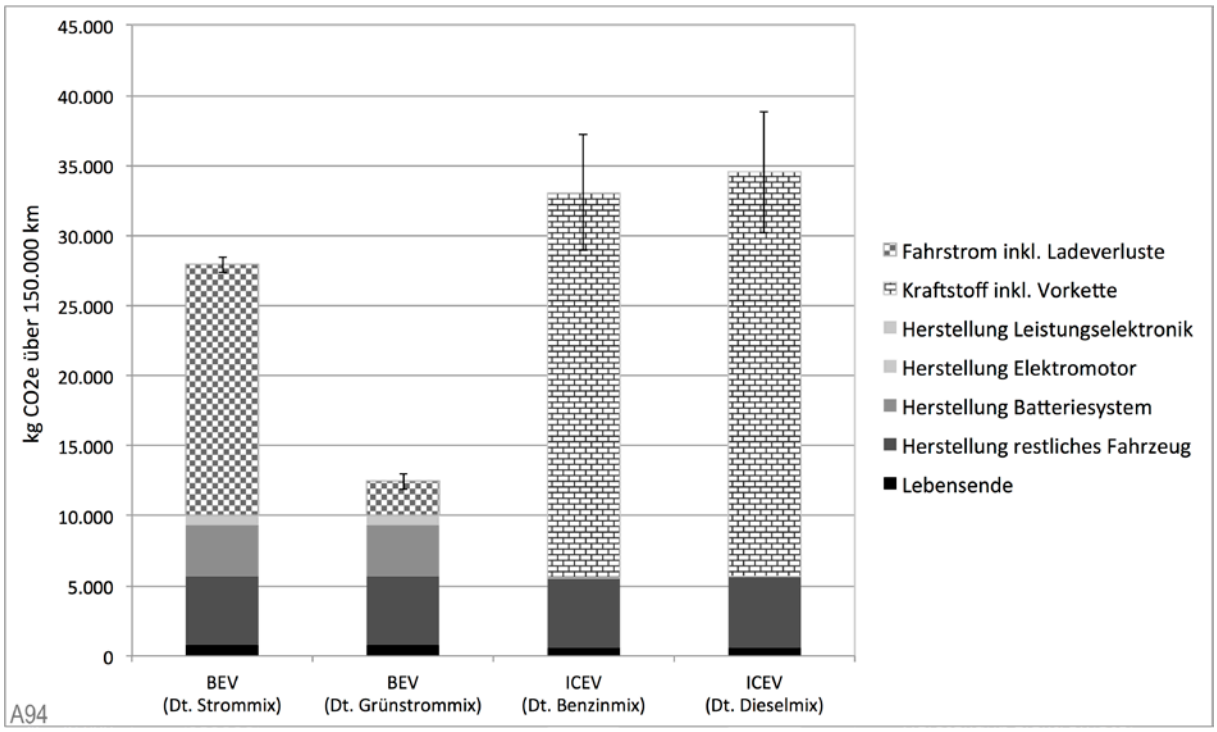


Abbildung 20: Vergleich der Treibhausgasemissionen über den kompletten Lebenszyklus von BEV und ICEV bei unterschiedlichen Stromprodukten.

Quelle: eigene Darstellung.

Es ist zunächst zu erkennen, dass hinsichtlich der emittierten Treibhausgase über den gesamten Lebenszyklus die BEV selbst bei Betrieb mit Graustrom noch leicht unterhalb der beiden ICEV-Technologien liegen. Bei den beiden ICEV-Varianten weicht das Verhältnis der Verbrauchswerte der Diesel-Fahrzeuge zu denen der Benziner von der Literatur ab (üblicherweise erzielt der Diesel bessere Werte in der Betriebsphase als der Benziner), was auf Verzerrungen in der untersuchten ICEV-

Stichprobe zurückzuführen ist, die bei den Benzinern komplett aus Kleinwagen und bei den Dieselfahrzeugen überwiegend aus Fahrzeugen der Kompaktklasse besteht (siehe Kap. 2.3.4.1).

Da es sich bei den ICEV der untersuchten Stichprobe zudem nicht um Neuwagen handelt, ist damit zu rechnen, dass deren Verbrauchswerte ohnehin etwas oberhalb der besten verfügbaren Motorentechnologie für Diesel oder Benzin liegen. Ein Vergleich mit einem *best-in-class*-Ansatz[65] würde möglicherweise bessere Verbrauchswerte für die ICEV liefern, aber gleichzeitig auch den „Vorsprung" der BEV in der Gesamtbetrachtung schrumpfen lassen. Dieser „Vorsprung" gerät bei mit Graustrom betriebenen Elektrofahrzeuge noch weiter unter Druck, wenn bei den zur Berechnung der Treibhausgasemissionen der Betriebsphase genutzten Emissionsfaktoren für Graustrom der jeweils am Strommarkt nachfrageabhängige Erzeugungsmix berücksichtigt wird (vgl. Faria, Marques et al. 2013, S. 279f.). So dominieren gerade nachts, wenn Elektrofahrzeuge bspw. auf dem Betriebsgelände laden, die meist auf Kohleverstromung basierenden Grundlastkraftwerke den Netzstrom[66]. Hawkins et al. (2012, S. 56) machen in diesem Zusammenhang darauf aufmerksam, dass beim Einsatz von Kohlestrom reinelektrische Elektrofahrzeuge sogar 17-24 % höhere Emissionen als Diesel- oder Benzinfahrzeuge aufweisen.

Ihr volles Potenzial bei der Emissionsminderung spielen die BEV daher nur bei Nutzung von Grünstrom aus (vgl. auch Transport & Environment 2017). Dadurch sind Einsparungen in der Betriebsphase um den Faktor sieben gegenüber dem deutschen Strommix möglich, wie ebenfalls in Abbildung 20 ersichtlich. In der gesamtbilanziellen Betrachtung liegen die mit Grünstrom betriebenen BEV der Stichprobe bei etwas weniger als der Hälfte der Emissionen gegenüber den beiden betrachteten Verbrennungsmotortechnologien. Diese Ergebnisse decken sich mit Erkenntnissen anderer Studien (vgl. Krug et al. 2018, S. 58; Hawkins et al. 2012; Ellingsen et al. 2016). Allerdings muss im Zusammenhang mit Grünstrom immer auch auf die Diskussion hinsichtlich seines realistischen Beitrags zur Energiewende hingewiesen werden. Ohne eine nachgewiesene Zusätzlichkeit (*Additionality*, vlg. Kranzl 2018) besteht durch den getrennten Handel von Strom und Herkunftsnachweisen die Gefahr des sogenannten „greenwashings" von Strom aus fossilen Quellen.

Weiter zeigt Abbildung 20 den großen Einfluss der Batterieherstellung auf die Klimabilanz der Elektrofahrzeuge. Da die für ihre Herstellung verwendeten Materialien im Vergleich zu den restlichen Bauteilen des Fahrzeugs, wie Kunststoff und Metall, einen vergleichsweise hohen ökologischen Fußabdruck besitzen, kommt der Auslegung der Batteriegröße ein entscheidener Einfluss hinsichtlich der Klimabilanz zu. Noch hat die Recycling-Quote nicht das Maß erreicht, die notwendig ist, um substantielle Anteile an Primärmaterialien durch Sekundärstoffe zu ersetzen und damit die Klimabilanz der Batterieherstellung messbar zu verbessern oder den Einsatz größerer Batterien im Zuge der Reichweitenerhöhung klimabilanziell auf dem Niveau der bisher verwendeten kleineren Batteriegrößen zu halten (Ellingsen et al. 2016). Besonders zu nennen sind hier die Aktivmaterialien der Elektroden, z. B. Nickel oder Kobalt (Romare und Dahllöf 2017). So sind die Emissionen der Herstellungs- und Entsorgungsphase bei den BEV fast doppelt so hoch wie bei den ICEV. Dies unterstreicht die zuvor erwähnte Bedeutung der Betriebsphase für die Effektivität von Elektrofahrzeugen im Hinblick auf eine Reduktion von Treibhausgasemissionen. Mit welcher Dynamik sich dabei die Fahrleistung in der Betriebsphase auf die klimabilanzielle Betrachtung der untersuchten Fahrzeugtechnologien auswirkt und wann es zu einem Überschreiten der Nutzenschwelle kommt, also die BEV ihren „Klimarucksack" aus der Herstellungsphase „herausgefahren" haben, zeigt Abbildung 21 (Anzahl Fahrzeuge n=96 BEV,

65 Der *best in class*-Ansatz (auch *forerunner*-Ansatz genannt) sieht jeweils das verbrauchsgünstigste vergleichbare Serienmodell als Benchmark vor, vgl. Schallaböck und Carpantier (2012).

66 Für eine Übersicht über die Emissionsfaktoren der üblichen grundlastfähigen Energieträger (z. B. Braunkohle mit einem doppelt so hohen Emissionswert als der deutsche Strommix) siehe Lübbert (2007).

n=11 ICEV, Fahrdaten basierend auf MDS-Daten; weitere Annahmen und Rahmenbedingungen siehe Methodenteil).

Im Gegensatz zur vorherigen Betrachtung der Fahrzeuggesamtlebensdauer liegt in ihr der Fokus auf der Kilometerabhängigkeit beim Vergleich der Treibhausgasemissionen. Der zugrundeliegende Berechnungsansatz sieht vor, dass die Herstellungs- und Entsorgungsaufwände, da sie unabhängig von der Fahrleistung als erbracht gelten können, den „Sockel“ an Treibhausgasen bilden, mit welchen die jeweiligen Fahrzeuge in ihre Betriebsphase starten und zu denen die kilometerbasierten Emissionen dann hinzugerechnet werden.

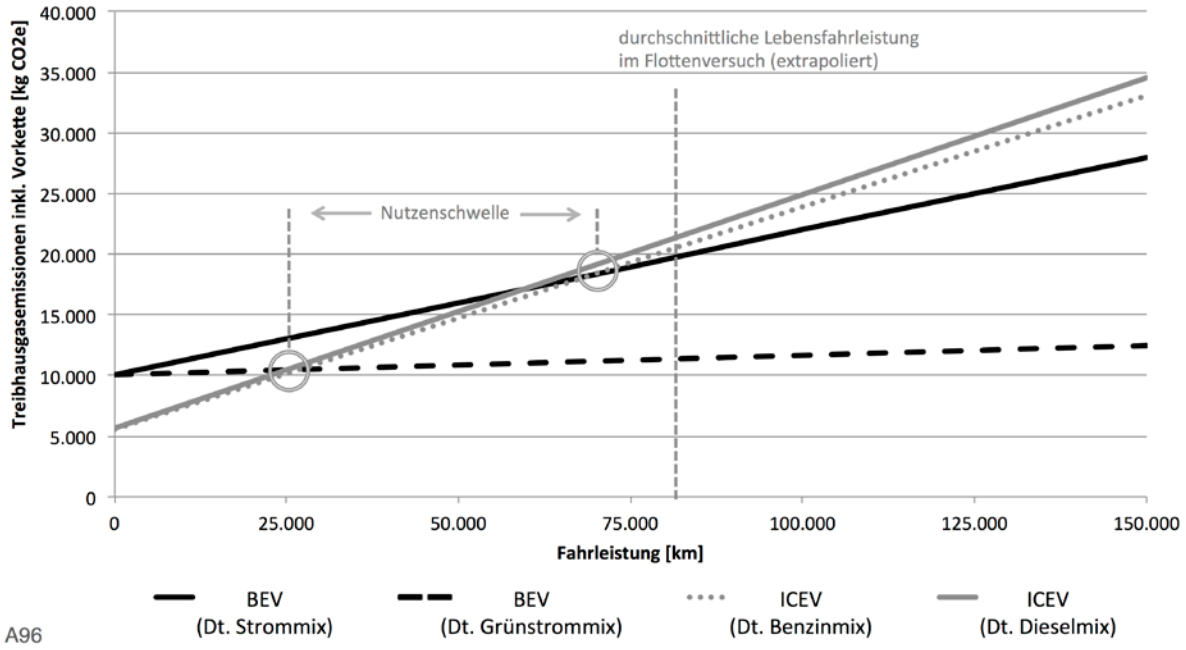


Abbildung 21: Vergleich der Treibhausgasemissionen über den kompletten Produktlebenszyklus von BEV und ICEV in Abhängigkeit ihrer Gesamtfahrleistungen.

Quelle: eigene Darstellung.

So ist in der Grafik auch gut erkennbar, wie sich diese Klima-Rucksäcke“ (also die Treibhausgasemissionen aus der Herstellungs- und Entsorgungsphase) für beide Technologien (BEV, ICEV) unterscheiden (bei Wertepunkt 0 auf der X-Achse). Da, wie bereits erwähnt, die Herstellung und Entsorgung von konventionellen Fahrzeugen weniger klimaintensiv ist, haben ICEV in dieser Betrachtung anfangs einen geringeren Treibhausgasausstoß, aber schon ab einer Fahrleistung von rund 25 000 Kilometer (über den gesamten Lebenszyklus des Fahrzeugs) sind unter klimabilanziellen Gesichtspunkten mit Grünstrom betriebene reinelektrische Batteriefahrzeuge vorteilhafter als ihre verbrennungsmotorischen Pendants. Wird ein BEV hingeben mit Graustrom betrieben, verschiebt sich die Nutzenschwelle, ab derer ein BEV eine bessere Klimabilanz über den Lebenszyklus aufweist als ein ICEV, auf eine Gesamtfahrleistung von knapp 70 000 Kilometern. Die (auf zwölf Jahre extrapolierten) Fahrleistungen im untersuchten Feldversuch (in der Abbildung als gestrichelte vertikale Linie etwas oberhalb der 75 000-km-Marke eingezeichnet, Herleitung siehe auch Flämig 2018a) liegen so nur knapp oberhalb der klimabilanziellen Nutzenschwelle.

Diese Nutzenschwelle liegt bei Held et al. 2016 (S. 39) für Dieselfahrzeuge sogar bei 125 000 km, also fast doppelt so hoch, bezieht sich aber bei den Verbrauchswerten der Dieselfahrzeuge in der Betriebsphase auf Normverbräuche und nicht auf Realdaten, wie in der vorliegenden Auswertung.

Dennoch wäre unter dem oben erwähnten *best-in-class*-Ansatz bei den ICEV damit zu rechnen, dass sich durch den Einsatz neuer, sparsamer Verbrennerfahrzeuge die Nutzenschwelle für BEV weiter nach hinten verschiebt, und die Klimabilanz von mit Graustrom betriebenen BEV nur geringfügig besser ist als die von verbrennungsmotorischen Fahrzeugen. Dieses Ergebnis deckt sich mit anderen Studien (bspw. Hawkins et al. 2012; Faria, Marques et al. 2013, S. 280ff.). Der Betrieb von BEV mit Grünstrom ist daher aus Sicht der Klimabilanz unablässlich.

Der Einfluss von Fahrleistung und Stromprodukt ist in Abbildung 22 auch noch einmal in kilometerbasierter Darstellung zu sehen (Anzahl Fahrzeuge n=96 (BEV), n=11 (ICEV), Fahrdaten basierend auf MDS-Daten). Hierbei wurde der aus der Herstellung/Entsorgung resultierende „Klimarucksack“ auf den ersten Fahrkilometer komplett aufgeschlagen (da ja bereits auch komplett angefallen) und für jeden weiteren Fahrkilometer wurden dann nur noch die entsprechenden Emissionen der Nutzungsphase hinzugerechnet (zur besseren Übersichtlichkeit wurde auf die Darstellung der Werte <20 000 km verzichtet). So kann durch die Grafik noch besser herausgearbeitet werden, wie groß der Einfluss der Nutzungsphase gerade bei BEV ist, die in der Herstellungsphase gegenüber ICEV mehr Emissionen verursachen, dann aber in der Nutzungsphase (mit Grünstrom) wesentlich weniger. Bei ihnen verbessert sich ihre Klimabilanz mit jedem Kilometer, allerdings müssen sie dafür mit Grünstrom geladen werden, um im Vergleich zu verbrennungsmotorischen Fahrzeugen eine Reduktion des Treibhausgasausstoßes erzielen zu können.

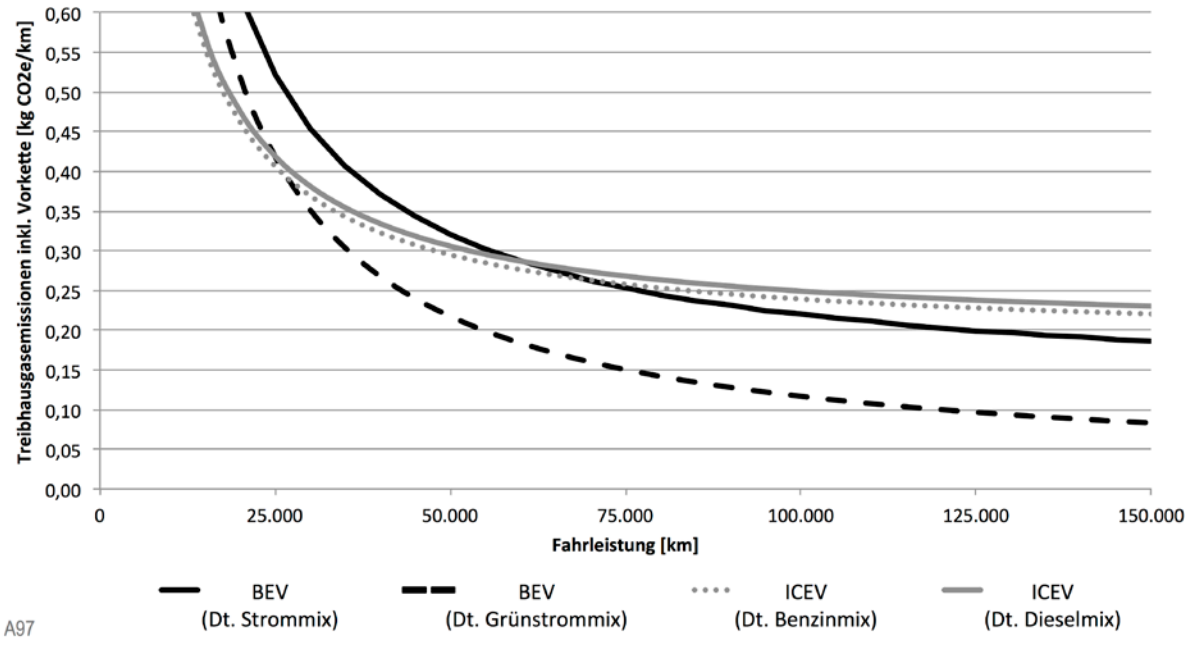


Abbildung 22: Vergleich der Treibhausgasemissionen pro gefahrenem Kilometer inkl. Vorkette von BEV und ICEV in Abhängigkeit ihrer Gesamtfahrleistungen.

Quelle: eigene Darstellung.

Wie nunmehr eingehend erläutert, bestimmt eine Kombination aus Herstellungsaufwänden („Klimarucksack“) und Stromprodukt, wie schnell sich die Nutzung von BEV gegenüber ICEV klimabilanziell amortisieren kann (vgl. Abbildung 21). Während in der Betriebsphase die zwei Stromprodukte Graustrom und Grünstrom als Variablen zur Verfügung stehen, werden die Herstellungsaufwände von BEV maßgeblich durch die Größe des Batteriesystems bestimmt.

Aufgrund der bisher niedrigen und daher als Kaufhemmnis geltenden Reichweiten von BEV gegenüber ICEV (vgl. Flämig et al. 2018d, S. 48f.; Götz et al. 2011) sind mittlerweile eine Reihe von Elektro-

fahrzeugen optional auch mit größeren Traktionsbatterien erhältlich, unter den deutschlandweit (und europaweit) meistverkauften BEV-Modellen (Kraftfahrt-Bundesamt 2017d, für Europa: Statista 2018b), beispielsweise der Nissan Leaf (40 kWh), der Renault Zoe (41 kWh) oder der BMW I-3 (42 kWh)[67]. Auch wenn dadurch für die Fahrzeugnutzer die Einsatztauglichkeit der Elektrofahrzeuge durch den Reichweitengewinn und schnellere Ladezeiten steigt[68], so hat diese technische Entwicklung auf die klimabilanzielle Beurteilung von BEV als klimaschonende Alternative für ICEV einen großen Effekt.

Abbildung 23 zeigt die Treibhausgasemissionen während der Herstellungs-/Entsorgungsphase für drei repräsentative Elektrofahrzeugauslegungen im Pkw-Bereich. Zusätzlich eingezeichnet ist eine modellhafte Auslegung eines Fahrzeugs aus der Kleinwagen/Kompaktklasse mit einer beispielhaften Batteriegröße von 40 kWh. Die Daten für die ersten drei Fahrzeuggrößen entsprechen Literaturdaten für reale Auslegungen (vgl. Held et al. 2016), während das Fahrzeug mit der modellhaften Batteriegröße von 40 kWh für den Anteil des Batteriesystems auf Basis der Literaturdaten durch Extrapolation gebildet wurde. Es ist zu erkennen, dass der Anteil der Emissionen für die Herstellung des Batteriesystems gegenüber den kleineren Batterieauslegungen deutlich ansteigt und somit die Treibhausgasemissionen in der Summe im Vergleich zu Fahrzeugen ähnlicher Größe deutlich höher liegen.

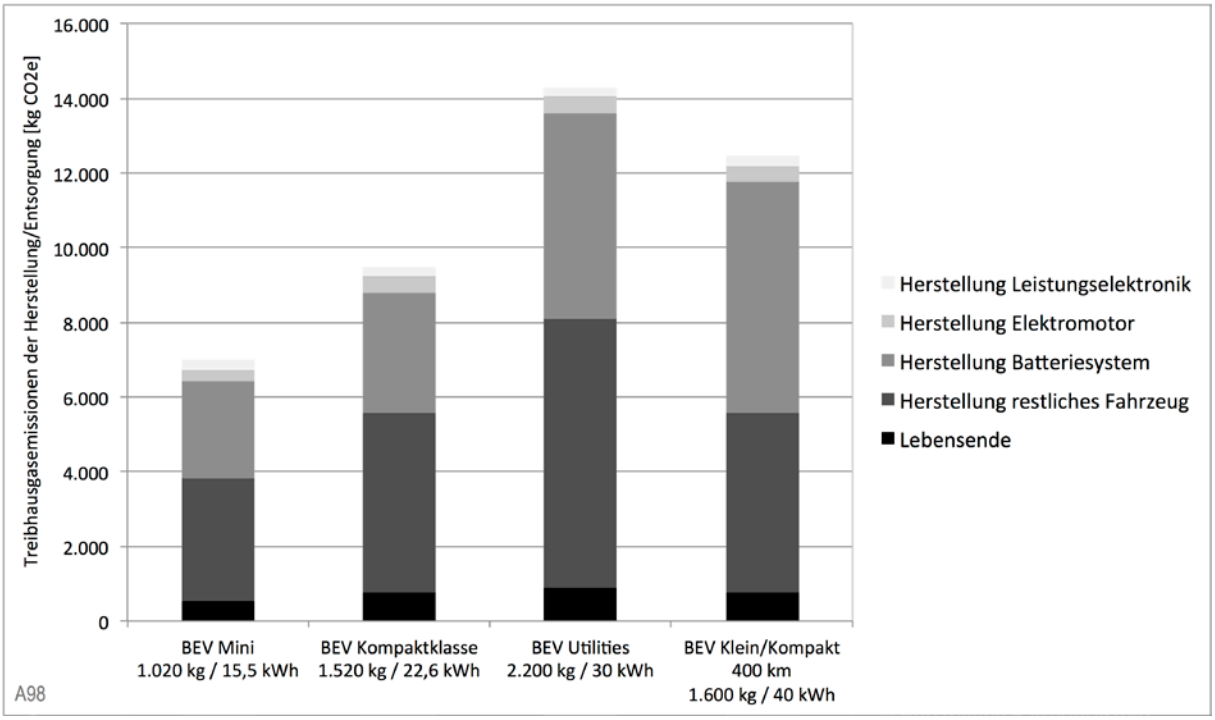


Abbildung 23: Treibhausgasemissionen der Herstellungs- und Entsorgungsphase von BEV mit unterschiedlicher Fahrzeugauslegung, insbesondere Batteriekapazität.

Quelle: eigene Darstellung.

Im Hinblick auf den gesamten Lebenszyklus der Fahrzeuge bedeutet dies für die Betriebsphase, dass durch den nun höheren Startwert bei den Emissionen zum Beginn der Betriebsphase (bei Wertepunkt 0 auf der X-Achse) sich in deren Verlauf entsprechend die Nutzungsschwellen verschieben, ab denen ein BEV mit einer 40 kWh-Batterie einen Klimavorteil gegenüber einem ICEV darstellt.

67 Quelle: Hersteller, siehe auch Schwarzer (2018).

68 Die höhere Zahl von Zellen in den größeren Batterien führt neben einer höheren Leistungsabgabe auch zu einer besseren und damit schnelleren Stromaufnahme der Batterie.

So muss bei der Nutzung von Grünstrom ein BEV mit einer 40 kWh großen Batterie rund 14 000 Kilometer mehr zurücklegen als ein Fahrzeug mit halb so großer Batterieauslegung, um über den Lebenszyklus betrachtet weniger Treibhausgase als ein Verbrennungsmotorfahrzeug auszustoßen (Abbildung 24 unter Bezug auf Abbildung 21). Beim Einsatz von Graustrom erhöht sich bei der betrachteten vergrößerten Batterieauslegung das Erreichen der Nutzenschwelle sogar um rund 40 000 Kilometer (Abbildung 24, Anzahl Fahrzeuge n=96 (BEV), n=11 (ICEV), Fahrdaten basierend auf MDS-Daten).

In diesem Fall wird eine Gesamtfahrleistung von etwa 110 000 Kilometern benötigt, um über den Lebenszyklus betrachtet weniger Treibhausgase als ein Verbrennungsmotorfahrzeug auszustoßen (Abbildung 24).

Unter Berücksichtigung eines *best-in-class*-Ansatzes[69] ist es somit möglich, dass ein BEV mit einer 40 kWh-Batterie (oder größer) es innerhalb der zu erwartenen Lebenszeit von 12 Jahren nicht schafft, seinen durch die Herstellung/Entsorgung nunmehr vergrößerten „Klimarucksack“ in der Betriebsphase zu kompensieren und zu einer Treibhausgasreduktion im Straßenverkehrssektor beizutragen (vlg. Kreyenberg 2016, S. 153ff.; Cox und Bauer 2018; Helms et al. 2011). Die aktuelle Entwicklung (Stand Dezember 2018), BEV mit größeren Batteriekapazitäten für eine verbesserte Reichweite anzubieten, birgt demnach die Gefahr, dass dies bei Nutzung von Graustrom auf Kosten des Klimavorteils von rein batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen gegenüber herkömmlichen Fahrzeugantrieben geschieht. Bei solchen BEV mit vergrößerten Batteriekapazitäten ist somit die Nutzung von Grünstrom *conditio sine qua non*.

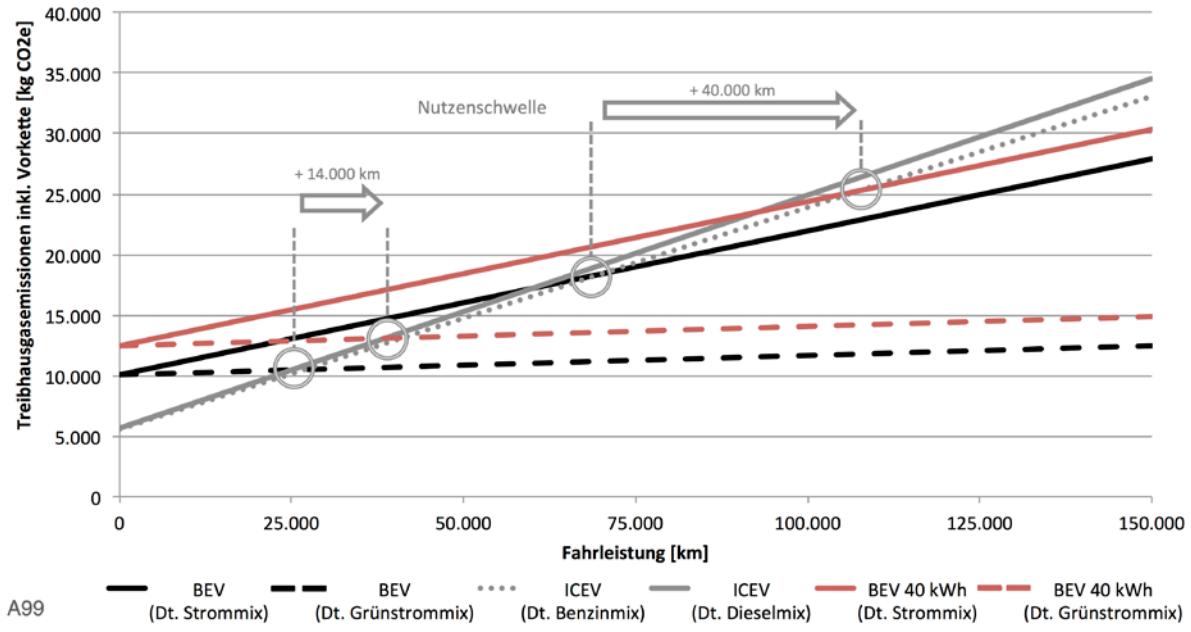


Abbildung 24: Vergleich der Treibhausgasemissionen über den kompletten Produktlebenszyklus von BEV und ICEV in Abhängigkeit ihrer Gesamtfahrleistungen.

Quelle: eigene Darstellung.

[69] Siehe oben, es wäre hierbei davon auszugehen, dass sich die Verbrauchswerte der ICEV verbessern und somit die Nutzenschwelle noch weiter nach hinten geschoben wird.

7.2. Effektivität von BEV zur Treibhausgasreduktion im Straßenverkehrssektor

Im folgenden Kapitel soll untersucht werden, in welchem Maße reinelektrische Batteriefahrzeuge (BEV) zur gesamthaften Treibhausgasreduktion im Straßenverkehrssektor beitragen können. Während *Untersuchungsfrage MWA-1* hierfür als Vorarbeit einen Vergleich des Treibhausgasausstoßes von BEV zu verbrennungsmotorischen Fahrzeugen (ICEV) auf der Ebene des einzelnen Fahrzeugs aufzeigt, wird durch die *Untersuchungsfrage MWA-2* der Blick geweitet auf den gesamtdeutschen Pkw-Bestand und eine Abschätzung des zu hebenden Reduktionspotenzials von Treibhausgasen im Straßenverkehrssektor durch den Einsatz von BEV vorgenommen. *Untersuchungsfrage MWA-2* lautet daher „Wie effektiv sind BEV zur Treibhausgasreduktion im Straßenver-kehrssektor?“. Diese Abschätzung orientiert sich an den ebenfalls im vorherigen Kapitel errechneten Emissionsmengen von ICEV und nicht an den nur summarisch veröffentlichten Gesamtemissionsmengen von Treibhausgasen aus dem Straßenverkehr. Zwar geht die Berechnung von einem bis zum Ende des Betrachtungszeitraums unveränderten Fahr- und Mobilitätsverhalten aus, dennoch erlaubt die Berechnung mittels Einzelbetrachtung von Fahrzeugen jederzeit eine Anpassung dieser Parameter und bietet somit ein flexibleres, weil pro Fahrzeug ausgewiesenes Werkzeug für den Emissionsmengenvergleich als eine Berechnung über die Gesamtemissionsmenge für den gesamten Straßenverkehr.

Wie im Methodenteil erläutert, dient die Hochrechnung nicht nur der Bestimmung des Status quo bei der Marktdurchdringung (und damit des Implementationserfolgs) zum Untersuchungszeitpunkt (Flottenversuch zwischen 2015-2017), sondern berücksichtigt auch die von der Bundesregierung als politische Meilensteine definierten Anteile von Elektrofahrzeugen am Pkw-Gesamtbestand in den Jahren 2020 und 2030.

Somit kann die vorliegende Hochrechnung eine (durch den Ceteris-paribus-Ansatz mit Fehlern behaftete, aber insgesamt valide) ex-ante Beurteilung der Effektivität von Elektromobilität als einer Maßnahme zur Reduktion von Treibhausgasen im Verkehrssektor im Hinblick auf den Zielhorizont der Jahre 2020/2030 liefern.

Um die in den Szenarien der Jahre 2020/2030 nicht berücksichtigten Marktdynamiken dennoch abzubilden, wird, quasi als Sensitivitätsanalyse, ein drittes Markthochlaufszenario für 2050 berechnet. Dieses bildet, wie im Methodenteil beschrieben, ein Maximalszenario und damit die „obere Begrenzung“ in der Maßnahmenwirkung ab. Tabelle 23 fasst noch einmal die untersuchten Markthochlaufszenarien zusammen.

Tabelle 23: Übersicht über die genutzten Markthochlaufszenarien für Elektrofahrzeuge bei der Beurteilung der Effektivität der Maßnahme.

Szenario	Bezugsjahr	Anzahl Elektrofahrzeuge
MWA-2a	2018	aktuelle Bestandszahlen
MWA-2b	2020	1 Mio.
MWA-2c	2030	6 Mio.
MWA-2d	2050	60 % aller Pkw

Quelle: eigene Darstellung.

Während das Szenario MWA-2d sich aus einer maximalen, aber dennoch realistischen politischen Entwicklung im Bezug auf die Einführung von Elektrofahrzeugen ableitet, stehen die Szenarien MWA-2b und MWA-2c, also die angestrebten Markthochläufe für BEV für 2020 und 2030, politisch fest (siehe Zielanalyse). Mehrere Studien der vergangenen Jahre setzen sich zwar mit der Frage ausei-

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

nander, wie wahrscheinlich diese postulierten Markthochläufe sind und welcher Anteil von BEV am Pkw-Gesamtbestand in den Jahren 2020/2030 jeweils realistisch zu erwarten ist (Trommer et al. 2013; Wietschel et al. 2014b; Peters et al. 2012; Hacker et al. 2011). Die Frage möglicher Entwicklungen ist für die vorliegende Auswertung jedoch nicht von Bedeutung, da die Maßnahmenwirkungsanalyse ex-post die Effektivität der Maßnahme anhand realer Bestandszahlen bemisst, wohingegen ex-ante die verabschiedeten politischen Maßnahmen in ihrer originären Formulierung (=Planzahlen) auf ihr Potenzial zur Treibhausgasreduktion hin untersucht werden, um sie als Teil des Planungsprozesses zu bewerten.

Grundlage aller Potenzialberechnungen ist der antizipierte Anteil von BEV am Pkw-Gesamtbestand zu den untersuchten Zeitpunkten. In Deutschland sind zum 01.01.2018 rund 46 Mio. Pkw zugelassen (Kraftfahrt-Bundesamt 2018h). Tabelle 24 zeigt, wie sich davon der Markthochlauf von BEV in den untersuchten Szenarien ableitet.

Tabelle 24: Umrechnung der prognostizierten Anteile von Elektrofahrzeugen in absolute Fahrzeugzahlen von BEV unter Berücksichtigung eines Zuschlags zur Kompensation von PHEV-Anteilen.

Szenario	Bezugs-jahr	Anzahl Elektrofahr-zeuge gesamt	Anteil BEV am Bestand Elektrofahrzeuge (inkl. Zuschlag für PHEV)	Anzahl BEV absolut	Anteil BEV am Bestand Pkw
MWA-2a	2018	53 861	55 %	29 624	0,06 %
MWA-2b	2020	1 000 000	69 %	687 500	1,48 %
MWA-2c	2030	6 000 000	83 %	4 950 000	10,65 %
MWA-2d	2050	27 884 756	100 %	27 884 756	60,00 %

Quelle: eigene Darstellung.

Die in *Untersuchungsfrage MWA-1* berechneten Treibhausgasreduktionen, die durch BEV mit unterschiedlichen Stromprodukten pro Fahrzeug zu erzielen sind, können in einem zweiten Schritt auf die berechneten BEV-Fahrzeugmengen der vier Szenarien angewendet werden. Diese Eingangsdaten berücksichtigen dabei die sich über die Zeit verändernden Strommixe (dt. Strommix, dt. Grünstrommix, vgl. Tabelle 6; siehe für deren genaue Definitionen das Methodenkapitel 2.3.4.2).

Bei den Berechnungen wird zudem davon ausgegangen, dass jeweils die gleichen Fahrzeugsegmente substituiert werden. Damit ist die Konsistenz bei den Hochrechnungen sichergestellt. Basierend auf der aktuellen Marktsituation (Stand 2018) wird davon ausgegangen, dass eine Substitution von ICEV mit BEV vor allem in den unteren und mittleren Pkw-Segmenten stattfindet, wo derzeit auch das größte Angebot von BEV zu finden ist (vgl. Erläuterungen S. 26). Demnach werden für die Substitutionsberechnungen die Emissionswerte der Segmente Kleinwagen/Kompaktklasse herangezogen. Anschließend erfolgt eine Hochrechnung auf die jeweilige Anzahl von BEV. Die so ermittelten Reduktionsmengen pro Markthochlaufszenario repräsentieren dabei die mögliche Einsparung von Treibhausgasen, die bei einer Substitution von ICEV durch BEV in jedem der Szenarien zu erzielen ist.[70]

[70] Abgeleitet wird dieser Wert aus dem Delta des streckenbezogenen Treibhausgasausstoßes eines BEV (mit entsprechendem Stromprodukt) und dem eines ICEV, hochgerechnet auf die erwartete Gesamtfahrleistung und Anzahl von BEV-Fahrzeugen.

Tabelle 25 gibt eine Übersicht über die Berechnungsergebnisse in tabellarischer Form.

Tabelle 25: Reduktionspotenziale für Treibhausgase bei unterschiedlichen Markthochläufen von BEV und unter Verwendung unterschiedlicher Stromprodukte.

Szenario	Bezugsjahr	Treibhausgas-reduktionsmenge über Fzg.-Lebensdauer [Mio. t CO_{2e}]		jährliches Treibhausgas-reduktions-potenzial im Pkw-Sektor [%]	
		Graustrom	Grünstrom	Graustrom	Grünstrom
MWA-2a	2018	0,17	0,63	0,01	0,05
MWA-2b	2020	6,41	14,94	0,53	1,24
MWA-2c	2030	62,65	109,34	5,22	9,11
MWA-2d	2050	528,81	620,95	44,07	51,75

Quelle: eigene Darstellung.

Abbildung 25 stellt die bei den unterschiedlichen Markthochläufen zu erzielenden Reduktionsmengen an Treibhausgasen zudem grafisch in zweifacher Weise dar: die Säulen im Diagramm zeigen die über den gesamten Lebenszyklus der Fahrzeuge zu erzielende absolute Reduktion an Treibhausgasen als Millionen Tonnen CO_2-Äquivalent, wohingegen das Kreisdiagramm die prozentuale Reduktion am jährlichen Treibhausgasinventar des Pkw-Verkehrs (Umweltbundesamt 2018) ausweist.

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

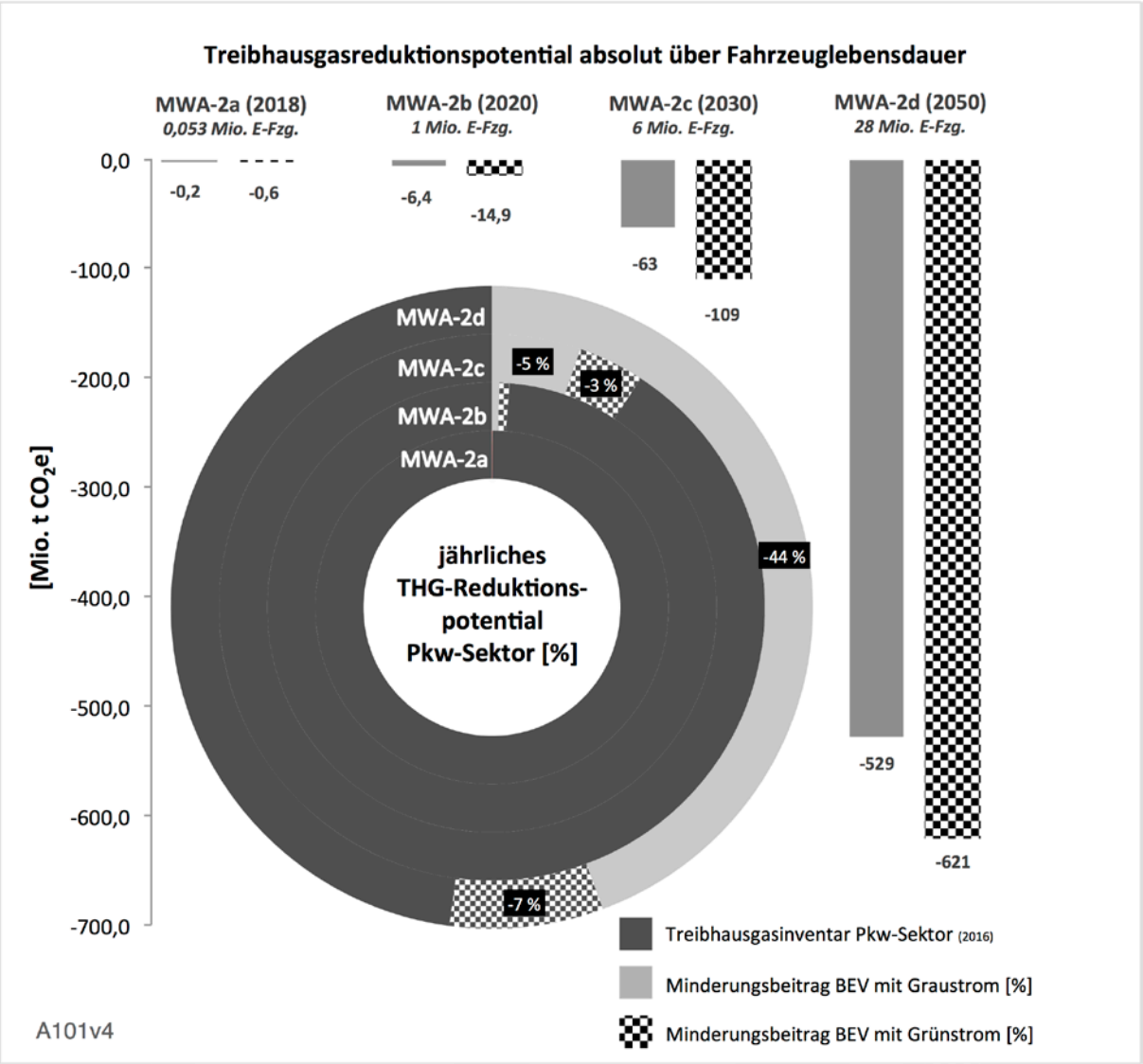


Abbildung 25: Absolutes Treibhausgasreduktionspotenzial bei Substitution von ICEV mit BEV über den gesamten Fahrzeuglebenszyklus (Säulen) je nach Markthochlauf. Zusätzlich ausgewiesen als prozentualer Anteil am jährlichen Treibhausgasinventar des Pkw-Sektors (Ringdiagramm).

Quelle: eigene Darstellung.

In beiden Darstellungsformen (tabellarisch oder grafisch) ist ersichtlich, dass die Reduktionsmenge über die gesamte Lebensdauer der Fahrzeuge von 0,2 Mio. Tonnen CO_2-Äquivalent (0,6 Mio. Tonnen bei Nutzung von Grünstrom) im Jahr 2018 aufgrund der niedrigen Fahrzeugzahlen noch sehr gering ist. Selbst das von der Bundesregierung formulierte Ziel von einer Million Elektrofahrzeugen 2020 ergibt nur eine Reduktion von rund 6 Mio. Tonnen CO_{2e} (15 Mio. Tonnen bei Nutzung von Grünstrom) und hat daher, gemessen an den gesamten jährlichen Emissionen des Pkw-Verkehrs, nur eine geringe klimaentlastende Wirkung (0,5-1,2 %). Aufgrund der zu den betrachteten Zeitpunkten noch wesentlich besseren Treibhausgasbilanz von Grünstrom gegenüber Graustrom hat die Wahl des Stromproduktes 2020 und 2030 (Szenario MWA-2b, MWA-2c) einen großen Einfluss auf die Klimabilanz der BEV. Durch eine konsequente Verwendung von Grünstrom kann somit die Effektivität der Maßnahme bis 2030 trotz der ansonsten noch niedrigen Marktanteile von BEV deutlich gesteigert werden.

Bei einem Anteil von 28 Millionen Elektrofahrzeugen im Jahr 2050 (Szenario MWA-2d) ist eine deutliche Emissionsreduktion von Treibhausgasen im Pkw-Verkehr möglich: bei der Nutzung von Graustrom um rund 44 Mio. Tonnen, das entspricht 44 % des jährlichen Treibhausgasausstoßes im Pkw-Sektor. Obgleich durch den fortschreitenden Ausbau der erneuerbaren Energien der Emissionsfaktor von Graustrom sich an den von Grünstrom angenähert hat (siehe Tabelle 6 im Methodenteil), ist die Nutzung von Grünstrom auch im Jahr 2050 noch um den Faktor drei klimafreundlicher[71], auch wenn im Kreisdiagramm das zusätzliche Reduktionspotenzial bei Grünstromnutzung auf die jährlichen Treibhausgasemissionen gerechnet „nur“ noch 7 % beträgt (siehe Kreisdiagramm). Dieser Effekt kommt durch den hohen Ausstoß von Treibhausgasen bei der Herstellung/Entsorgung im Verhältnis zu dem bei sinkenden Emissionsfaktoren geringer werdenen Einfluss der Betriebsphase zustande.

Das durch den Einsatz von Elektromobilität zu hebende Treibhausgasreduktionspotenzial soll in einem abschließenden Schritt an den gesamten deutschen Treibhausgasemissionen gespiegelt werden, um die Relevanz der Maßnahme im Kontext der allgemeinen Klimaschutzbemühungen der Bundesregierung zu bewerten. Dies geschieht wieder anhand der bereits verwendeten Szenarien.

Abbildung 26 zeigt die Menge der jährlichen deutschen Treibhausgasemissionen. Der Vollständigkeit halber sind in der Abbildung zusätzlich der Anteil des Verkehrssektors und der für die Arbeit relevanten Untereinheiten aufgeführt.

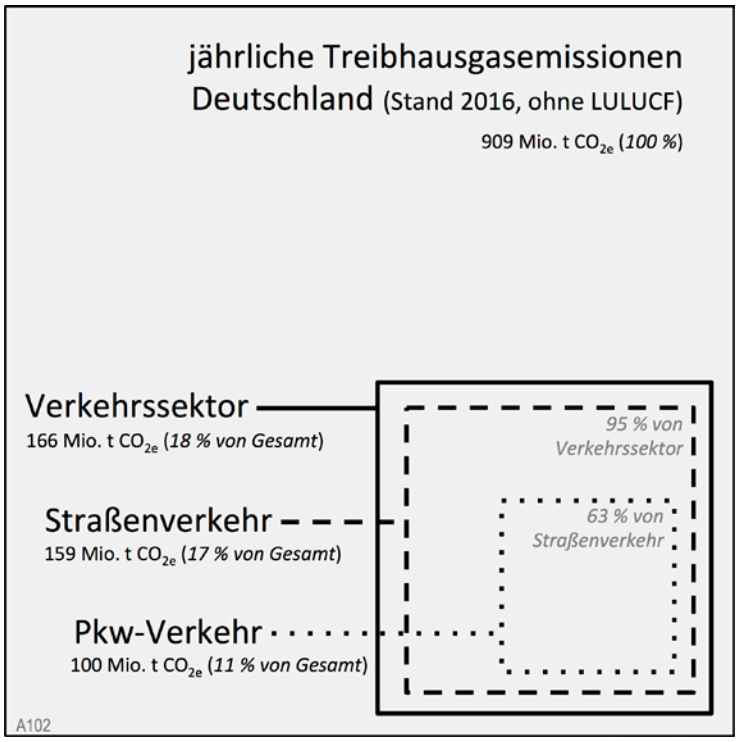


Abbildung 26: Jährliche deutsche Treibhausgasemissionen (ohne Landnutzungsänderungen LULUCF) im Berichtsjahr 2016 als Kohlendioxidäquivalente. Eingezeichnet die Anteile des Verkehrssektors und seiner Untereinheiten.

Quelle: eigene Darstellung mit Daten von Umweltbundesamt (2018).

[71] Bezogen auf den gefahrenen Kilometer in der Betriebsphase.

Der gesamte deutsche Treibhausgasausstoß betrug im Jahr 2016[72] 909 Mio. Tonnen Kohlendioxidäquivalente, von denen 166 Mio. Tonnen (18 %) auf den Verkehrssektor entfielen (Umweltbundesamt 2018). Innerhalb des Verkehrssektors dominiert bei den Emissionen mit 95 % der Straßenverkehr, von dem 63 % der Pkw-Verkehr ausmacht.

Auf Grundlage dieser Zahlen werden die für die drei in der Zukunft liegenden Szenarien (MWA-2b, MWA-2c, MWA-2d) zu erzielenden Reduktionsmengen am gesamten deutschen Treibhausgasinventar errechnet (Tabelle 26).

Tabelle 26: Jährlich zu realisierendes Reduktionspotenzial an Treibhausgasen durch BEV am gesamten deutschen Treibhausgasinventar bei unterschiedlichen Markthochläufen.

Szenario	**Bezugsjahr**	**jährliches Reduktionspotenzial durch BEV am gesamten dt. Treibhausgasausstoß [Mio. t. CO_{2e}]**	
		Graustrom	Grünstrom
MWA-2b	2020	0,53	1,24
MWA-2c	2030	5,22	9,11
MWA-2d	2050	44,07	51,75

Quelle: eigene Darstellung.

Hierbei ist methodisch zu berücksichtigen, dass die genutzten kilometerbasierten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge auf einer lebenszyklusbasierten Betrachtung beruhen (Vorkette und Betriebsphase), während das Umweltbundesamt im Rahmen der Kyoto-Berichterstattung das deutsche Treibhausgasinventar im Verkehrssektor lediglich auf Grundlage der Betriebsphase erfasst. Die prozentualen Anteile, um die der Einsatz von BEV die gesamten deutschen Treibhausgasemissionen mindern kann, sind in Abbildung 27 für die drei berechneten Markthochlaufszenarien abgetragen.

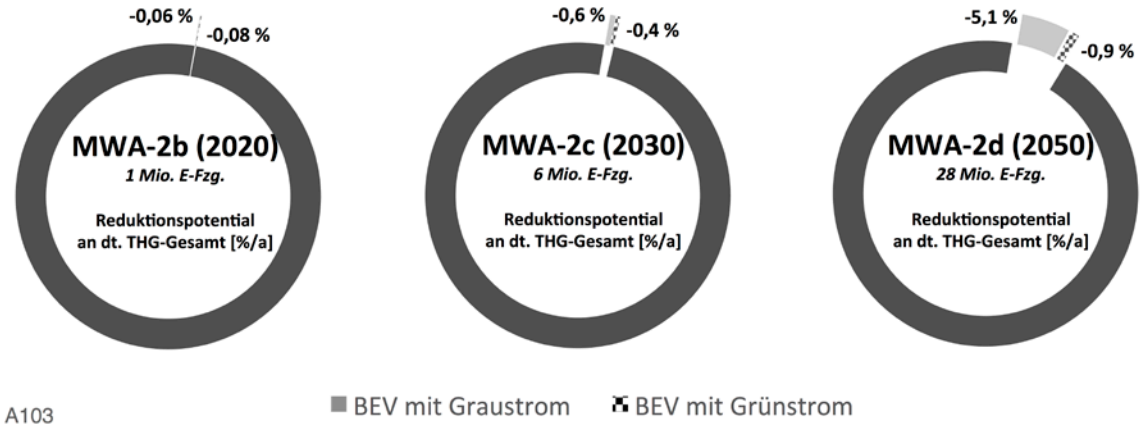


Abbildung 27: Prozentualer Anteil der möglichen Treibhausgasreduktion durch BEV am gesamten deutschen Treibhausgasinventar bei unterschiedlichen Markthochlaufszenarien und verschiedenen Stromprodukten.

Quelle: eigene Darstellung.

[72] Die Kyoto-Berichterstattung der Treibhausgasemissionen wird aufgrund der umfangreichen Datenzusammenstellungen in der Regel mit zwei Jahren Verzögerung veröffentlicht (und ist zu unterscheiden von den mit einem Jahr Verzögerung erscheinenden Prognoseberechnungen).

Es wird deutlich, dass die zu erzielenden Treibhausgaseinsparungen bei den von der Politik antizipierten Marktanteilen von BEV am Pkw-Bestand in den Jahren 2020 bis 2030 nur einen Bruchteil des gesamten deutschen Treibhausgasinventars ausmachen. Erst 2050 kann eine rund 5%ige Minderung erzielt werden. Dies entspräche fast der Hälfte des durch den Pkw-Vekehr verursachten Treibhausgasanteils am deutschen Treibhausgasinventar (11 %, vgl. Abbildung 26). Dies würde allerdings ein dem Szenario zugrunde liegendes, vollständiges Zulassungsverbot für verbrennungsmotorische Pkw ab 2040 erfordern und deren Substitution mit reinen BEV statt mit nur teilelektrifizierten Fahrzeugen. Beispielsweise gehen Kreyenberg et al. (2015, S. 124ff.) beim gleichen Zeithorizont von großen Anteilen von Hybridfahrzeugen (PHEV) am Bestand aus. Dies würde das mögliche Reduktionspotenzial von Treibhausgasen durch Elektromobilität in diesem Bereich noch weiter sinken lassen. Ziel der Politik muss es deshalb sein, den Anteil von reinelektrischen Antrieben voranzutreiben und bei Fördermaßnahmen entsprechend zu bevorzugen. Gleichzeitig müssen neben dem Pkw-Sektor auch die übrigen Bereiche des Verkehrssektors bei der Reduktion von Treibhausgasen gleichermaßen miteinbezogen werden. Dies kann durch Elektromobiliät oder (übergangsweise) auch andere Technologien erfolgen, denn während für Pkw heute bereits elektromobile Alternativen zur Verfügung stehen, befinden sich für die restlichen Bereiche des Verkehrssektors oder selbst für die übrigen Teile des Straßenverkehrs, allen voran der Straßengüterverkehr, emissionslose/-arme Antriebskonzepte größtenteils noch in der Entwicklung. Hier müssen dann zusätzlich Optionen wie die allgemeine Reduktion der getätigten Wege (Stichwort „Verkehrswende“) oder, wo Wege erforderlich sind, die bekannten Optimierungsstrategien der Verkehrsplanung („vermeiden, verlagern, verbessern“) in Betracht gezogen werden, um weitere Treibhausgasreduktionspotenziale zu erschließen. In den zurückliegenden Jahren wurden die technischen Verbrauchsoptimierungen bei verbrennungsmotorischen Fahrzeugen nicht nur durch einen Anstieg der eingesetzten Fahrzeuggrößen und ihrer Motorisierung, sondern vor allem auch durch eine insgesamt gestiegene Verkehrsleistung überkompensiert. Schätzungen zufolge wird gerade im Güterverkehr die Verkehrsleistung in den kommenden Jahrzehnten noch einmal deutlich ansteigen (International Transport Forum 2017, S. 60; Shell Deutschland Oil GmbH 2014; Bergk et al. 2016). Auch wenn Reduktion und Verzicht gesellschaftspolitisch niemals eine leicht zu vermittelnde Policy-Option darstellt, so muss der Verkehrssektor angesichts seiner seit Jahren unverändert hohen Emissionsanteile am gesamten Treibhausgasinventar nunmehr alle sich bietenden Möglichkeiten der Dekarbonisierung nutzen, um seinen Beitrag zur Erreichung der deutschen Klimaziele zu leisten.

7.3. Einbindung der Akteure in die Förderung von Elektromobilität

Untersuchungsfrage MWA-3 zeigt auf, welche Akteure wie in die Förderung von Elektromobilität eingebunden wurden. Dabei wird herausgearbeitet, wer als öffentlich Handelnder die Verantwortung für die Koordinierung von einzelnen Programmen übernahm, und ob für diesen Koordinator Prüfmechanismen zur Verfügung standen. Ferner wird untersucht, ob die Programme bereits Akteure benannten oder ob die Akteurskonstallation sich frei zusammenstellen konnte.

Zum vollständigen Bild gehören zudem die Laufzeit der untersuchten Programme, inklusive der Aspekte Befristung oder Abbruchkriterium, sowie die zur Verfügung stehenden Haushaltsmittel, sofern es sich um eine finanzielle Förderung handelt. Nicht alle Programme sind zwangsläufig mit einem Haushaltstitel hinterlegt. Vielmehr können Programme auch eine politische Richtungsentscheidung darstellen, in dem sie politische Ziele verankern, Verantwortlichkeiten innerhalb des „politischen Apparates“ festlegen und die zur Umsetzung nötigen Akteure benennen.

7.3.1. Programme Bundesebene

Das 2007 erlassene ***Integrierte Energie- und Klimaprogramm***[73] (IEKP) (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2007) ist ein unbefristetes Programm, welches Eckpunkte der bundesdeutschen Klima- und Energiepolitik definiert. Es formuliert die politischen Ziele (im entsprechenden Politikbereich) und legt für den Maßnahmenbereich Elektromobilität die verantwortlichen Ressorts in der politschen Umsetzung fest. Dies sind die folgenden vier Ministerien: Wirtschaftsministerium, Verkehrsministerium, Forschungsministerium und Umweltministerium. Als Eckpunkteprogramm ist es nicht mit Haushaltsmitteln unterlegt. Im Programm werden als maßgebliche Akteure für die Umsetzung der Maßnahme die Automobilindustrie, die Energiebranche und die Wissenschaft benannt. Diese sind somit von den verantwortlichen Ressorts durch gezielte Fördermaßnahmen zu adressieren.

Solch eine gezielte Fördermaßnahme erfolgt ab 2009 mit dem ***Konjunkturpaket II***, das für die Entwicklung von Elektromobilität im Rahmen der „Förderung anwendungsorientierter Forschung im Bereich Mobilität“ (Titelgruppe 06) 500 Millionen Euro Bundesmittel zur Verfügung stellt (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009c). Die Programmumsetzung erfolgt durch alle vier im IEKP als öffentliche Handelnde festgelegten Ministerien (BMWi/BMVBS/BMBF/BMU), zusätzlich wird eine kleine Anzahl von Forschungsprojekten zum Thema synthetische Kraftstoffe durch das (damalige) Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz projektiert (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie et al. 2009). Die umfangreichste Akteurseinbindung findet dabei in dem vom (damaligen) BMVBS verantworteten Programm *Modellregionen für Elektromobilität* statt, für dessen Demonstrationsprojekte mit Elektrofahrzeugen 130 Millionen Euro bereitstehen. Als Konjunkturpaket ist die Laufzeit des Programmes begrenzt und endet 2011. Während die Automobilindustrie und ihre Zulieferer als für die Bereitstellung der in den Modellprojekten eingesetzten Elektrofahrzeuge verantwortlich gesehen werden, sollen Akteure der Energiebranche die Einbindung der neuen Technologie in die bestehenden Elektrizitätsnetze sicherstellen und exemplarisch Netzdienstleistungen untersuchen. Kommunen sind angehalten, im Rahmen der Modellregionen die ordnungsrechtliche Einbindung von Elektromobilität in den Städten und Gemeinden zu beurteilen und Änderungsbedarfe zu formulieren. Gleichzeitig sind Kommunen zusammen mit den Verbrauchern (dazu zählt in diesem Kontext auch die kommunale Wirtschaft) die Nutzerbasis für die ersten Fahrzeugflotten. Die konkrete Akteurszusammenstellung vor Ort ist dabei nicht definiert, sondern formt sich im Rahmen der einzelnen Umsetzungsprojekte. Als politisches Steuerelement wird für das Modellregionenprogramm die Förderung mittels Förderrichtlinie genutzt. Deren Anwendung ist in der Bundeshaushaltsordnung (§44 BHO) geregelt, so dass diese Art der Förderung ein transparentes und geordnetes Verfahren für die Vergabe von Haushaltsmitteln an die beteiligten Akteure darstellt.

Wenige Monate nach Inkrafttreten des *Konjunkturpakets II*, im August 2009, detailliert die Bundesregierung mit dem ***Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität*** (NEE) (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009d) den von ihr vorgesehenen Fahrplan für die Einführung von Elektromobilität in Deutschland noch weiter. Die im NEE aufgeführten Arbeitsbereiche sind in drei zeitliche Phasen unterteilt, nämlich die Marktvorbereitung, den Markthochlauf und den Volumenmarkt. Jener soll 2020 erreicht werden, so dass die Gültigkeit des Entwicklungsplans im Jahr 2020 endet. Aufbauend auf die im IEKP festgelegten Verantwortlichkeiten werden die vier Ministerien BMWi, BMVBS, BMBF und BMU erneut als öffentliche Handelnde und Koordinatoren benannt. Neben den bereits im IEKP identifizierten Schlüsselakteuren Automobilindustrie, Energiebranche und Wissenschaft werden wie auch im *Konjunkturpaket II* erneut die Kommunen und Verbraucher (Fahrzeugnutzer) als Akteure benannt, die für die Umsetzung der geplanten Aktivitäten eingebunden

[73] Zur besseren Übersicht und Auffindbarkeit werden die Programme in Fettdruck geschrieben.

werden müssen. Wie auch das IEKP ist der NEE nicht mit Haushaltsmitteln hinterlegt, sondern soll öffentliche Handelnde, notwendige Akteure und die zwischen beiden Ebenen zu bearbeitenden Themengebiete festlegen und inhaltliche Zielvorgaben benennen. Der NEE sieht selbst keine Prüfmechanismen vor, benennt aber die Nationale Plattform Elektromobilität (NPE) als „abgleichende Instanz“, welche die Fortschritte auf dem Gebiet der Elektromobilitätseinführung beobachten und in ihrer Funktion als Beratungsgremium der Bundesregierung notwendige Änderungen in der Forschungsagenda formulieren soll.

Im ***Energiekonzept 2050*** (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2010) werden 2010 keine detaillierten Verantwortlichkeiten oder Akteure festgelegt. Vielmehr wird betont, dass „erst durch die Kopplung der Elektromobilität an erneuerbaren Strom [Elektrofahrzeuge] praktisch zu Nullemissionsfahrzeugen [werden]“ und „langfristig als Stromspeicher zum Ausgleich von Angebot und Nachfrage beitragen“ (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2010, S. 24), so dass hier indirekt eine Einbindung der Energiebranche herausgelesen werden kann. Auch will die Bundesregierung einschlägige gesetzliche Änderungen initiieren und damit Voraussetzungen „für eine Privilegierung von Elektrofahrzeugen schaffen, z. B. durch kostenloses Parken“ (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2010, S. 24), womit indirekt die Kommunen angesprochen werden. Insgesamt enthält das *Energiekonzept 2050* jedoch wenige Möglichkeiten, die Implementation effizient umzusetzen und zu steuern. Es mangelt an Zuweisung von Verantwortlichkeiten und Definition von Umsetzungsakteuren, auf die sich die öffentlich Handelnden zwecks effizienter Umsetzung fokussieren sollten. Die Laufzeit des *Energiekonzeptes 2050* ist nicht befristet.

Das im Mai 2011 veröffentlichte ***Regierungsprogramm Elektromobilität*** weitet den in den vorangegangenen Programmen definierten Akteurskreis auf „alle Akteure entlang der Wertschöpfungskette“ (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b, S. 15) auf und konkretisiert diese darauffolgend als „die Branchen Automobil, Maschinen- und Anlagenbau, Energieversorgung (konventionelle wie alternative Energieformen), Elektroindustrie, Chemieindustrie, Metallindustrie, Informationstechnologien“ (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b, S. 16). Als Schnittstelle zu der Wissenschaft und der Zivilgesellschaft wird die NPE erneut in den Mittelpunkt gerückt (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b, S. 17). Als öffentliche Handelnde benennt das Regierungsprogramm für die im Programm aufgeführten „Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen“ die vier Ministerien BMWi, BMVBS, BMBF und BMU (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b, S. 19). Für Aktivitäten in den Bereichen „Aus- und Weiterbildung“ wird als verantwortliches Ministerium das BMBF benannt (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b, S. 31). Im Bereich „Normen, Standards und Vorschriften“ verweist die Bundesregierung in ihrem Regierungsprogramm auf die durch die NPE bereits vorgelegten Entwicklungsstudien („Normungsroadmap“) und die darin benannten Umsetzungsakteure. Da die NPE jedoch ein Beratungsgremium ist und keine eigenen Finanzmittel besitzt oder ausschütten kann, ist dieser Themenbereich seitens der Verantwortlichkeit öffentlich Handelnder ohne leitende politische Koordinierungsebene. Ähnlich verhält es sich mit den Bereichen „Ladeinfrastruktur und Anreize“: im ersteren Fall wird auf das Engagement der Privatwirtschaft verwiesen und zusätzlich angeboten, durch eine Informationsveranstaltung der GGEMO interessierten Kommunen Möglichkeiten der rechtlichen Umsetzung im öffentlichen Raum aufzuzeigen. Im letzteren Fall wird lediglich auf „die Bundesregierung“ verwiesen. Auch wenn beispielsweise fiskalische Anreize im Steuerrecht von den entsprechenden Verwaltungseinheiten ausgearbeitet und ins Parlament eingebracht werden können, so fehlt doch eine klare Rechenschaftspflicht von Ressorts gegenüber der Regierung (und auch untereinander im ressortübergreifenden Wettbewerb um öffentlichkeitswirksame Umsetzungserfolge), so dass dies als Mangel im Regierungsprogramm gewertet werden muss. Zur Umsetzung all der aufgeführten Umsetzungsschritte hat das Regierungsprogramm formal einen Geltungszeitraum bis zum Ende der Legislaturperiode (September 2013), spricht aber selbst von einer Gültigkeit bis mindestens 2017,

danach wird die „Bundesregierung [über neue Maßnahmen] befinden“ (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b, S. 11). Explizite Prüfmechanismen sieht das Regierungsprogramm nicht vor. Das *Regierungsprogramm Elektromobilität* wird vom BMVBS mit einer aktualisierten Förderrichtlinie für das von ihr betreute *Modellregionen*-Programm begleitet (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2011).

Die ***Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie*** (MKS) der Bundesregierung benennt 2013 als verantwortliche öffentlich Handelnde für die weitere Forschung und Entwicklung im Bereich batterieelektrischer Antriebe die NPE, wobei im Gegensatz zum *Regierungsprogramm Elektromobilität* die Aufgabe der NPE lediglich als Beraterin für die Forschungsagenda gesehen wird, und die Ministerien in ihren „bestehenden Ressortzuständigkeiten“ (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2013, S. 75) agieren sollen, also konkrete Förderaktivitäten initiieren können. Akteure werden nicht explizit genannt, so dass unklar bleibt, wer als Adressat von Förderaktivitäten in Frage kommt oder auf welche frühen Märkte erste Nutzungskonzepte abzielen sollen, um den prognostizierten Markthochlauf zu gestalten. Für Förderaktivitäten im Bereich Ladeinfrastruktur wird auf den noch bestehenden Forschungsbedarf hinsichtlich Art und räumlicher Verteilung der Installationen verwiesen und das Förderprogramm der *Schaufenster Elektromobilität* als geeignete Erprobungsumgebung zu diesem Thema benannt. Die Verantwortung für die *Schaufenster* liegt ressortübergreifend bei den vier Ministerien BMWi, BMVBS, BMBF und BMU (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2013, S. 29). Der Handlungshorizont der MKS erstreckt sich bis 2050 (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2013, S. 14), allerdings ist nicht vorgesehen, dass die in der MKS ausgearbeitete Strategie bis zu diesem Zeitpunkt unverändert bleibt. Vielmehr versteht die Bundesregierung die MKS von 2013 als „lernende Strategie“ (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2013, S. 13), welche kontinuierlich weiterentwickelt werden soll. So hat 2017 das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur eine erste Aktualisierung veröffentlicht (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017d). Dieser Weiterentwicklungsprozess stellt einen fortlaufenden Prüfmechnismus dar.

Das ***Elektromobilitätsgesetz*** (EmoG) vom Juni 2015 nimmt innerhalb der Programme insofern eine Sonderstellung ein, als es als Gesetz keine Handelnden und keine Akteure definiert, sondern vielmehr vom Gesetzgeber umgesetzt wird und jedem, auf den der Tatbestand zutrifft, die Rechte und Pflichten zuspricht, die es beinhaltet. Das Gesetz ist mit seiner Verkündigung gültig (11. Juni 2015) und „tritt mit Ablauf des 31. Dezember 2026 außer Kraft“ (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2015c, §8), was darin begründet ist, dass das EmoG Privilegien für Elektrofahrzeuge festschreibt, die zu einem späteren Zeitpunkt (post 2026) bei einer prognostizierten höheren Marktdurchdringung mit Elektrofahrzeugen nicht mehr notwendig sind.

Zum gleichen Zeitpunkt aktualisiert das Verkehrsministerium erneut seine Förderrichtlinie und führt in dieser nunmehr drei separate Fördergegenstände ein. Neben den bisher nur förderfähigen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sind jetzt auch reine Investitions- und Beschaffungsmaßnahmen sowie „kommunale Elektromobilitätskonzepte“ (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2015, §2) förderfähig. Dies ist insofern relevant, als damit das Konzept der *Modellregionen Elektromobilität* inoffiziell[74] beendet und die von der NPE antizipierte Markthochlaufphase konkret

[74] Die bisher auf die *Modellregionen Elektromobilität* und *Schaufenster Elektromobilität* beschränkten Fördermöglichkeiten stehen durch die neue Förderrichtlinie nun faktisch jedem Antragssteller zur Verfügung. Der Begriff „inoffiziell’“wurde hier gewählt, weil dieser Tatbestand nicht aktiv publiziert wurde mit Rücksicht auf die bereits in den entsprechenden Regionen gebildeten „Marken“, also einem politischen Programm mit Wiedererkennungswert. Zwar kann man den Hinweis auf die Beendigung der Regionsprogramme im Internet finden (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017j), aber die Modellregionen und Schaufenster bezeichnen sich noch weiterhin als *Modellregion Elektromobilität* (siehe Hamburg) (Stand Mai 2018).

unterstützt wird. Für die Akteurslandschaft bedeutet dies, dass nunmehr bundesweit jeder Antragsteller zum Akteur werden kann.

Das im Mai 2016 von der Bundesregierung beschlossene ***Marktanreizprogramm Elektromobilität*** (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016b) besteht aus drei Modulen: einer Kaufprämie, steuerlichen Vorteilen für Fahrzeugnutzer und der Förderung von Ladeinfrastuktur. Für die Finanzierung der Kaufprämie steht seitens des Bundes die Summe von 600 Mio. Euro zur Förderung zur Verfügung, die nochmals in gleicher Höhe von den am Programm teilnehmenden Herstellern aufgebracht wird (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016b, S. 6). Die Antragskoordination und Ausschüttung erfolgt durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Bafa) als verantwortlich, öffentlich Handelnden. Als Akteure kommen alle antragsberechtigten Verbraucher in Frage, also sowohl Privatpersonen wie auch Wirtschaftsunternehmen als Nutzer von Fahrzeugen. Von der Förderung ausgenommen sind Kommunen und Einrichtungen des Bundes sowie die an der Kaufprämie teilnehmenden Automobilhersteller und ihre Töchter (z. B. Leasingunternehmen). Das Programm ist zeitlich befristet bis zum Juni 2019 (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016a, S. 4) und hat als Abbruchkriterium die vorzeitige Ausschöpfung der zur Verfügung stehenden Mittel. Als Prüfinstanz des Programms ist die Bafa betraut, die im Rahmen der Antragsbearbeitung die Fördervoraussetzungen überprüft. So wird nicht nur die Fördervoraussetzung der Antragssteller geprüft, sondern auch erst nach Vorlage eines Kaufbelegs und der Zulassung des geförderten Fahrzeugs die volle Fördersumme ausgezahlt. Um Mißbrauch im Rahmen von Exportgeschäften zu vermeiden, sieht die Bafa zudem in ihren Regularien eine Mindeshaltedauer des Neufahrzeugs von „mindestens sechs Monaten auf den Antragsteller in der Bundesrepublik Deutschland“ vor (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle 2018b, S. 2). Dies stellt einen festgelegten und pönalisierbaren Prüfmechanismus dar.

Die mit dem Marktanreizprogramm verlängerte Kfz-Steuerbefreiung für Elektrofahrzeuge von bisher fünf auf zehn Jahre richtet sich an alle Verbraucher (i. S. v. Fahrzeugnutzer, also Privatpersonen und Wirtschaftsunternehmen) (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016b, S. 6), während die steuerliche Erleichterungen im Einkommenssteuergesetz sich nur an Arbeitnehmer richtet, die fortan ihr Elektrofahrzeug beim Arbeitgeber aufladen können, ohne den geladenen Strom als geldwerten Vorteil versteuern zu müssen (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2016a). Die Förderung ist zeitlich bis Ende 2020 begrenzt. Die daraus resultierende Belastung des Bundeshaushalts wird nicht beziffert. Da es sich um Mindereinnahmen handelt, sind keine gesonderten Fördermittel für diesen Schritt notwendig. Die zuvor noch im Gesetzentwurf für die steuerliche Förderung von Elektrofahrzeugen aufgeführte Sonderabschreibung für Elektrofahrzeuge und Ladeinfrastruktur im betrieblichen Bereich (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2015d, Anlage 1) wurde aus dem Umsetzungspaket genommen und ist, ebenso wie die Steuerbefreiung für das Laden von E-Bikes, nicht mehr Teil des finalen Gesetzestextes.

Der Ausbau von Ladeinfrastruktur ist im Rahmen des Markanreizprogramms mit Fördergeldern in Höhe von 300 Mio. Euro unterlegt (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016b, S. 6) und zeitlich befristet bis 2020 (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017b, S. 6; in leichter Anpassung auch Juni 2017: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017c). Die Förderung wird über (bisher) zwei (Stand April 2018) aufeinanderfolgende Förderaufrufe ausgeschüttet: den ersten im Februar 2017 (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017e), den zweiten im September 2017 (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017g). Um den bundesweit flächendeckenden Aufbau von Ladeinfrastruktur zu fördern, sehen beide Förderaufrufe als eine Art Kontrollmechanismus Zuteilungsschlüssel für jedes Bundesland vor, welche die Anzahl von geförderten Infrastruktureinrichtungen über das Programm je Region begrenzt. Zudem wird mit dem zweiten Förderaufruf die bereits im ersten Aufruf eingeführte Berichts-

pflicht für Ladeeinrichtungen nochmals verschärft und sieht nunmehr jährliche Rückmeldung zur technischen Ausstattung, Nutzung und zur Zugänglichkeit der Ladesäulen vor (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017g, S. 5), um eine bessere Kontrolle der Programmumsetzung zu gewährleisten. Verantwortlich für diese Säule des Förderprogramms ist das Verkehrsministerium (BMVI). Als Akteure können neben Privatpersonen und Unternehmen auch Kommunen in die Vorzüge der Förderung kommen.[75] Die Mittel für die Förderung werden aus dem Sondervermögen des *Energie- und Klimafonds* bereitgestellt (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2016f).

Mit dem ***Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020*** stellt die Bundesregierung ab Dezember 2017 noch einmal weitere 1 Mrd. Euro für die Förderung zur Verfügung, welche auf das neu hinzugekommene Maßnahmenziel „Luftreinhaltung" in Kommunen abzielt. Neben der Förderung der Digitalisierung des Verkehrs und der Nachrüstung von Diesel-Bussen im ÖV sieht das Programm im Themenfeld Elektromobilität als Kernaktivität die Elektrifizierung des Verkehrs in luftschadstoffbelasteten Kommunen vor. Hierfür stehen knapp 400 Mio. Euro zur Verfügung (Lotsenstelle Fonds Nachhaltige Mobilität und Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2018), deren Bereitstellungsmodalitäten in der im Dezember 2017 dazu veröffentlichten Förderrichtlinie festgeschrieben werden (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017f). Noch im Dezember 2017 erfolgt ein erster Aufruf zur Antragseinreichung, in dessen Fokus kommunale Fahrzeugflotten und der ÖPNV ebenso wie Elektrofahrzeuge im Taxigewerbe und in Carsharing-Flotten stehen (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017a, S. 5). Verantworlich für die Koordination des Programms ist das Verkehrsministerium, antragsberechtigt sind als Akteure neben Kommunen und kommunalen Unternehmen auch Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft, wenn die Kommune bestätigt, dass die Fahrzeugbeschaffung Teil eines kommunalen Elektromobilitätskonzeptes ist (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017a, S. 1). Im Hinblick auf den Beitrag der geförderten Elektrofahrzeuge für den allgemeinen wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn formuliert die Förderrichtlinie keine spezifischen Anforderungen an die geförderten Fahrzeuge oder an die Ladeinfrastruktur, sondern lässt diesen Punkt offen und verweist auf den jeweiligen Förderaufruf (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017f, Punkt 4.1). Die Förderung differenziert zwischen wirtschaftlich tätigen Unternehmen (Förderhöhe 40-60 %) und Kommunen, deren Investitionsmehrkosten im Falle finanzschwacher Kommunen mit bis zu 90 % gefördert werden können. Der Geltungszeitraum des Programms ist bis 2020 begrenzt. Steuerungselemente des Programms stellen die einzelnen Aufrufe dar (Stand April 2018 sind noch weitere Aufrufe zu erwarten), auf Einzelprojektebene nur die oben erwähnten Berichtspflichten.

Hinsichtlich der institutionellen Einbettung sind die von der Bundesregierung bereits im IEKP im Jahr 2007 festgelegten Zuständigkeiten im Bereich Elektromobilitätsförderung zwischen den vier Ministerien BMVBS (jetzt BMVI), BMWi, BMU (jetzt BMUB) und BMBF bisher konstant geblieben (Stand April 2018), bis auf wenige Ausnahmen, wo Aufgaben im Bereich der Förderausschüttung delegiert wurden (Kaufprämie durch Bafa) oder originär in den Zuständigkeitsbereich anderer Ressorts fallen (Steueranreize durch Finanzministerium). Der Dialog zwischen den öffentlich Handelnden und den bundesweiten Umsetzungsakteuren findet auf der Organisationsebene innerhalb der NPE statt, bei dem formal alle Anspruchsgruppen mit ihren Spitzenvertretern repräsentiert sind. Auf der kommunalen und Einzelakteursebene ist dies nur im Rahmen der genehmigten Einzelvorhaben möglich. Als zwischengeschaltete Ebene kann die für die Koordination und Steuerung des BMVI-Programms *Mo-*

[75] Die in der Übersichtstabelle entstehende Diskrepanz der in der Maßnahmenanalyse aufgeführten Fördersumme von 1 Mrd. Euro und der aus Ladeinfrastrukturförderung und Kaufprämie entstehenden Summe von nur 900 Mio. Euro ist auf die Förderung der Beschaffung von Elektrofahrzeugen für den bundeseigenen Fuhrpark i.H.v. 100 Mio. Euro zurückzuführen, die jedoch nicht über die antragsbasierte Förderung bereitgestellt werden müssen (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2018b).

dellregionen Elektromobilität zuständige NOW gelten. Prüf- und Kontrollmöglichkeiten stehen den verantwortlichen Organisationen auf programmatischer Ebene wie auch auf Einzelmaßnahmenebene zur Verfügung (über die Berichtspflichten von Förderempfängern), jedoch sind die steuernden wie auch disziplinarischen Elemente in der Regel nicht gegeben.

Tabelle 27 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die identifizierten Programme, ihren Geltungszeitraum, die ihnen eventuell zugeordneten Haushaltsmittel und Fördermodalitäten sowie festgelegte Handelnde und identifizierte Akteure. Dabei bemisst sich der Geltungszeitraum eines Programms maßgeblich daran, ob mit dem Programm Kostenzusagen verbunden sind, da diese über die laufende Legislaturperiode hinweg nicht möglich sind. Programme ohne Kostenfolge können hingegen länger laufen oder unbefristet sein.

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

Tabelle 27: Übersicht über Kernparameter der Programme und der in ihr eingebundenen Akteure.

Maßnahme	Veröffentlichung	Geltungszeitraum	Finanzmittel	Förderrichtlinien	Aufrufe	festgelegte Handelnde	identifizierte Akteure
Integriertes Energie- und Klimaprogramm	August 2007	unbefristet	keine	nein	nein	BMWi/BMVBS/BMBF/BMU	Automobilindustrie, Energiebranche, Wissenschaft
Konjunkturpaket II	März 2009	bis 2011	500 Mio. €	ja	ja	BMWi/BMVBS/BMBF/BMU	Automobilindustrie, Energiebranche, Wissenschaft, Kommunen, Verbraucher
Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität	August 2009	bis 2020	keine	nein	nein	BMWi/BMVBS/BMBF/BMU	Automobilindustrie, Energiebranche, Wissenschaft, Kommunen, Verbraucher
Energiekonzept 2050	September 2010	unbefristet	keine	nein	nein	keine	(Energiebranche, Kommunen, Verbraucher)
Regierungsprogramm Elektromobilität	Mai 2011	bis 2013	1 Mrd. €	ja	ja	BMWi/BMVBS/BMBF/BMU	Industrie, Kommunen, Wissenschaft, Verbraucher
Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie	Juni 2013	fortlaufend	keine	nein	nein	BMWi/BMVBS/BMBF/BMU	keine
Elektromobilitätsgesetz	Juni 2015	bis 2026	keine	nein	nein	keine	keine
Marktanreizprogramm Elektromobilität	Mai 2016						
Kaufprämie	Juli 2016	bis 2019	600 Mio. €	ja	nein	Bafa	Verbraucher
Steuerbefreiung	November 2016	bis 2020	keine	nein	nein	BMF	Verbraucher
Ladeinfrastrukturförderung	Juli 2016	bis 2020	300 Mio. €	ja	ja	BMVI	Verbraucher, Kommunen
Sofortprogramm Saubere Luft	Dez 17	bis 2020	400 Mio. €	ja	ja	BMVI	Kommunen, gewerbliche Verbraucher
Institutionelle Einbettung	nicht zutreffend	n. z.	n. z.	n. z.	n. z.	BMWi/BMVBS/BMBF/BMU/BMF/Bafa/NPE/NOW	A43

Quelle: eigene Darstellung.

7.3.2. Programme Landesebene (Hamburg)

Wie zuvor auf Bundesebene durchgeführt, wird im nachfolgenden Abschnitt eine Darstellung der Programme der Landesebene im Hinblick auf die Akteurseinbindung vorgenommen. Im Unterschied zur Bundesebene ist zu beachten, dass es hier oftmals eine zweite, untergeordnete Umsetzungsebene gibt: Förderprogramme, die wiederum Teil übergeordneter (Förder)Programme sind. Diese können zudem auf Maßnahmen der Bundesebene (also bspw. Finanzmittel aus Bundesförderprogrammen) zurückgreifen, werden hier aber dennoch unter die Landespolitik subsumiert. Eine tabellarische Übersicht der über- wie untergeordneten Programme findet sich in Tabelle 28. Aufgrund des damit verbundenen höheren Detaillierungsgrades der verfügbaren Informationen soll dabei nur eine verkürzte Darstellung stattfinden. Eine detaillierte Darstellung inklusive der Nennung aller Akteure in den einzelnen Projektkonsortien findet sich in Anhang 28.

Das bereits im Dezember 2008 in der ***1. Fortschreibung des Hamburger Klimaschutzkonzepts 2007-2012*** beschlossene Ziel, „ein Programm zur Elektromobilität“ zu initiieren (Hamburgische Bürgerschaft 2008, S. 84), wird ab 2009 im Rahmen des *Konjunkturpakets II* und der darin vorgehaltenen Bundesmittel für die Förderung von Elektromobilitätsprojekten in Modellregionen umgesetzt (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009c). Zuvor konnte sich Hamburg erfolgreich als *Modellregion Elektromobilität* mit vier Projekten bei der Vergabe von Fördermitteln des Bundes durchsetzen: drei Projekte adressieren den Wirtschaftsverkehr, ein Projekt den ÖPNV und ein Projekt sieht die Koordinierung der Aktivitäten vor (Freie und Hansestadt Hamburg 2009b). Für diese Koordinierung wird als zentraler Akteur der Modellregion die Hochbahn-Tochter und Public-Private-Partnership hySOLUTIONS GmbH ernannt, die bereits 2005 für die Koordination der Hamburger Förderprogramme im Wasserstoffbereich gegründet worden war.

Die Aufgabe von hySOLUTIONS ist die Erfüllung der Funktion der sogenannten ***Regionalen Projektleitstelle*** (RPL). Die RPL ist der kommunale Koordinator der jeweiligen *Modellregion Elektromobilität* und damit die zentrale Schnittstelle zwischen der Bundespolitik, den kommunalen Ansprechpartnern und den Projektteilnehmern, in diesem Fall den Unternehmen der freien Wirtschaft und den öffentlichen Unternehmen. Durch die Teilnahme der RPL in bundesweiten Gremien, z. B. in der wissenschaftlichen Begleitforschung, kann auch ein Wissenstransfer zurück in die Region erfolgen.

Bei der strategischen Begleitung der Modellregion durch die RPL besteht für die Kommune eine direkte Steuerungsmöglichkeit der Aktivitäten, da die Gesellschafter der hySOLUTIONS GmbH mehrheitlich städtisch sind – jedoch nur im Vorlauf, also bei der Planung und Beantragung von Förderprojekten. Die einzelnen Förderbescheide der Projektteilnehmer stellen in sich eigenständige Verwaltungsakte dar und bieten für die Kommune bzw. die hySOLUTIONS GmbH nach Bewilligung während der Umsetzungsphase keine Durchgriffsmöglichkeiten.

Im ÖPNV-Projekt findet die Erprobung von Dieselhybridbussen im Liniendienst der Hamburger Hochbahn AG statt und liegt mit dem Fahrzeugtyp Bus außerhalb der Systemgrenzen der vorliegenden Arbeit. Der Vollständigkeit halber sind die Busprojekte im Zeitraum von 2009-2017 mit ihren Eckdaten jedoch ebenfalls im Anhang 28 aufgeführt.

Die drei Projekte im Wirtschaftsverkehr sind die Projekte *hh=more*, *Hamburg PURE* sowie *HH-Wise*, von denen das Projekt *hh=more* zeitlich als erstes beginnt.

Ziele des Projektes ***hh=more*** sind der Einsatz und die Erprobung von batteriebetriebenen Elektro-Pkw in gewerblichen Flotten und der Aufbau einer öffentlichen Ladeinfrastruktur in Hamburg. Das Projekt wird im Zeitraum November 2009 bis September 2011 durch ein Projektkonsortium von acht Partnern und einem assoziierten Partner, der keinen eigenen Förderantrag gestellt hatte, durchgeführt (Klingenberg et al. 2011b). Die Akteure umfassen Automobilhersteller, Mobilitätsdienstleister, Ener-

gieversorger und städtische Vertreter. Eine Einflussnahme seitens der Stadt kann unmittelbar durch die eigene Projektteilnahme erfolgen, dies trifft jedoch nicht auf den assoziierten Partner zu, der nicht an den Konsortialvertrag gebunden ist. Das Projekt erhält insgesamt 2,25 Mio. Euro Fördermittel des Bundes (NOW GmbH 2009b).

Das Projekt ***Hamburg PURE*** beginnt im März 2010 und endet im September 2011. Es besteht nur aus einem einzelnen Förderantrag durch die Renault Deutschland AG und erhält für den geplanten Einsatz von Elektrofahrzeugen im Wirtschaftsverkehr Fördermittel in Höhe von rund 580 000 Euro (Forschungszentrum Jülich 2018). Dennoch bindet Renault auch andere Akteure in der Modellregionn in das Projekt mit ein, wie z. B. die Hamburger Energieversorger und die Regionale Projektleitstelle, jedoch ist die Steuerung ihrer Arbeitsbeiträge als assoziierte Projektpartner durch Renault beschränkt (Renault Deutschland AG 2011, Lindlahr o.D.). Mangels formaler Einbindung der RPL ist zudem die Lenkungsmöglichkeit der kommunalen Ebene im Projekt und seiner strategischen Ausrichtung (zum Beispiel bei der Identifikation von frühen Nutzergruppen, die auch der städtischen Bedarfslage entspricht) nicht mehr sicher gegeben.

Im Projekt ***HH-Wise*** als drittem Projekt im Wirtschaftsverkehr sollen elektrisch angetriebene leichte Nutzfahrzeuge bei der Hamburger Wirtschaft und in öffentlichen Unternehmen in ihrem Einsatz untersucht werden. Neben der Projektleitung, die durch die hySOLUTIONS GmbH gestellt wird, ist ein Hamburger Fahrzeughändler der kommunale Umsetzungsakteur. Die Laufzeit des Projektes geht (mit einer Verlängerung) von März 2010 bis November 2011 (Karabag und Söhns 2011). Der Förderumfang beträgt 3,5 Mio. Euro. Neben den beiden Förderempfängern sind noch die Hamburger Kammern und die Stadt in dem Projekt als assoziierte Projektpartner eingebunden. Abgesehen von der bereits mehrfach erwähnten mangelnden Eingriffsmöglichkeit der kommunalen Ebenen bei assoziierten Partnern, ist laut Projektdokumentation auch keine konkrete Aufgabenstellung für diese assoziierten Partner vorgesehen (Klingenberg et al. 2011a). Überdies werden Leasingverträge zwischen dem Fahrzeughändler und den Nutzern geschlossen. Eine Einflussnahme durch den Fördergeber (Bund) ist nur mittelbar wegen der Fördergelder, der Einfluss der Kommune allenfalls moralisch gegeben.

Parallel zu den beschriebenen Projekten der *Modellregion Elektromobilität* im Rahmen des *Konjunkturpakets II* erfolgt im November 2011 die Bewerbung Hamburgs als *Schaufenster Elektromobilität* (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2011c), sie ist jedoch erfolglos. Somit stellt diese vom Senat initiierte Aktivität keinen Beitrag zur Zielerreichung dar und wird von der Stadt Hamburg nicht weiter verfolgt.

Hamburg beantragt nach Auslaufen des *Konjunkturpakets II* deshalb für die Erprobung von Elektrofahrzeugen und den Aufbau von Ladeinfrastruktur Mittel aus dem *Regierungsprogramm Elektromobilität,* in dem Bundeshaushaltsmitteln in Höhe von 1 Milliarde Euro über die jeweilige Ressortförderung bereitstehen .[76]

So wird zunächst die Funktion von hySOLUTIONS als ***Regionale Projektleitstelle*** erneut bestätigt und mit 210 000 Euro Fördermitteln abgesichert (Paulsen und Hysolutions GmbH 2014).

Im September 2012 wird das Projekt ***Wirtschaft am Strom*** bewilligt, welches zum Ziel hat, Elektromobilität vor allem im städtischen Wirtschaftsverkehr zu fördern und daher vermehrt klein- und mittelständische Unternehmen als neue Kunden zu gewinnen (Freie und Hansestadt Hamburg 2013c). Das Projekt hat eine anfängliche Laufzeit von September 2012 bis Dezember 2015, wird jedoch mehrfach verlängert und finanziell aufgestockt und endet im November 2017. Die gesamte Fördersumme des Projektes beträgt am Schluss rund 9 Millionen Euro. Das Konsortium besteht zum Zeitpunkt der

[76] Die Mittelbereitstellung erfolgt zwar ressortgebunden, stammt aber originär aus dem Sondervermögen des EKF.

Antragsstellung aus 13 Partnern, die aus Industrie, Forschung und Politik stammen. Die Partnerzusammenstellung wechselt mehrfach durch Aus- und Eintritte von Unternehmen. Während der Projektlaufzeit hat die Stadt Hamburg zum einen als Gesellschafter von der Projektleitung hySOLUTIONS und durch ihre direkte Teilnahme über die Finanzbehörde als Konsortialpartner gewissen Einfluss auf die inhaltliche Fortentwicklung des Projekts, kann aber aufgrund der privatrechtlichen Verträge der Automobilhersteller (über die Leasing-Töchter) und deren zumeist abgekoppeltem Vertrieb keinen wirksamen Einfluss nehmen.

Kurz nach Bewilligung des Projektes *Wirtschaft am Strom*, das sich an gewerbliche Nutzer richtet, nimmt das Projekt ***e-Quartier*** nach erfolgreicher Bewilligung von Fördermitteln durch das Bundesverkehrsministerium im Februar 2013 die Arbeit auf. In dem bis zum September 2017 laufenden Projekt wird durch den Fokus auf Quartiersentwicklung und Mobilität im Wohnungsbau erstmals auch privaten, nichtgewerblichen Nutzern in Hamburg im Rahmen von Carsharing-Angeboten in Wohnquartieren die Möglichkeit zur Erprobung von Elektrofahrzeugen gegeben. Das Konsortium im Projekt *e-Quartier* umfasst elf Partner, mehrheitlich aus der Immobilien- und Mobilitätsbranche. Die gesamte Fördersumme des Projektes beträgt rund 1,7 Millionen Euro (NOW GmbH 2014, S. 105). Die Lenkungsfunktion seitens der Kommune war außer über die Beteiligung der hySOLUTIONS GmbH nicht gegeben, da es sich bei den Wohnungsbauprojekten um private Immobilienprojekte handelte.

Im Januar 2014 bewilligt das Bundesverkehrsministerium die erneute Verlängerung der Aufgaben der ***Regionalen Projektleitstelle*** und bewilligt hySOLUTIONS weitere 225 000 Euro bis zum Ende 2017.

Ebenfalls im Januar 2014 bewilligt das Umweltministerium die Durchführung des Projektes ***ePowered Fleets Hamburg***.[77] Die Projektlaufzeit geht bis zum 30. Juni 2017. Im Projekt sollen Fahrzeuge in gewerblichen Flotten eingesetzt und deren Nutzung ökologisch bewertet werden (Busch und Hysolutions GmbH 2017, S. 4). Das Projektkonsortium besteht aus drei Partnern: neben hySOLUTIONS ein Forschungsinstitut und ein Mobilitätsdienstleister. Das Fördervolumen beträgt 9,7 Mio. Euro. Eine Einflussnahme der Kommune auf den Fahrzeugeinsatz ist wie bei allen bisherigen Projekten nicht gegeben.

Im August 2014 beschließt die Stadt Hamburg einen ***Masterplan Ladeinfrastruktur***, um den Aus- und Aufbau von Lademöglichkeiten für Elektrofahrzeuge in Hamburg zu intensivieren (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2014). Als alleiniger Dienstleister für die Errichtung und den Betrieb der städtischen Ladesäulen wird im Masterplan die Stromnetz Hamburg GmbH benannt, die von der Stadt als Generalunternehmer über einen Selbstkostenerstattungsvertrag beauftragt wird (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2014, S. 2). Seitens der Stadt Hamburg werden 2014 rund 4,1 Mio. Euro für den Ladeinfrastrukturaufbau zur Verfügung gestellt, bis 2017 kommen weitere städtische Fördermittel in Höhe von rund 12 Mio. Euro hinzu.[78] Durch die Auftraggeberposition der Stadt Hamburg hat sie den vollen Gestaltungsspielraum bei der Umsetzung des Förderprogramms. Der Masterplan „endet“ durch die Zielerreichung im Oktober 2017 (Freie und Hansestadt Hamburg 2017b)[79], wird aber anschließend mit Mitteln der Stadt für weitere Ladesäuleninstallationen bis 2018 aufgestockt (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2017c).

Innerhalb des seit 2015 weiterhin gültigen *Klimaplans* (Hamburgische Bürgerschaft 2015) werden eine Reihe von Förderprogrammen umgesetzt, die aus Bundesfördertöpfen finanziert werden.

---

77 Das Projekt wird in früheren Dokumenten des BMU/BMUB noch mit dem bei Antragsstellung genutzten Namen, Eco Fleet Hamburg, geführt (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit 2018), welches aufgrund einer Markenrechtsstreitigkeit zu ePowered Fleets abgeändert werden musste.

78 Behörde für Energie und Umwelt Hamburg, persönliche Mitteilung Frau Dr. Nadja Hammami, Mai 2018.

79 Die im Masterplan noch genannte Zahl von 592 wurde im Laufe der Zeit ‚aufgerundet' auf 600. Behörde für Energie und Umwelt Hamburg, persönliche Mitteilung Frau Dr. Nadja Hammami, Mai 2018.

Im Januar 2015 erfolgt mit dem Projekt ***HansE: Aufbau einer auf Verkehrsströme abgestimmten Ladeinfrastruktur in der Metropolregion Hamburg*** eine weitere gezielte Förderung der Ladeinfrastrukturausstattung im öffentlichen Raum. Das Projekt endet im September 2018 und hat ein Fördervolumen von 1,65 Mio. Euro (NOW GmbH o. D.). Das Konsortium bilden vier Akteure aus Kommune, Forschung und Energiedienstleistern. Die städtischen Akteure haben über die Genehmigungsverfahren für die Standorte im öffentlichen Raum einen guten Handlungsspielraum innerhalb des Konsortiums.

Unter dem Namen ***E-Drive 2017*** wird im Januar 2017 von der Regionalen Projektleitstelle ein Beschaffungsprogramm für Wirtschaftsunternehmen und kommunale Fuhrparks in Hamburg und der angrenzenden Metropolregion vermarktet, diesem liegen fördertechnisch vier Flottenprojekte basierend auf der Förderrichtlinie 2017 (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017f) zugrunde (Hysolutions GmbH 2017).

Von Januar 2017 bis Dezember 2018 bietet Volkswagen im Rahmen des **Projektes *EWi-HH, Einsatz von Elektrofahrzeugen in Wirtschaftsflotten der Freien und Hansestadt Hamburg*** über seine Leasing-Tochter Elektrofahrzeuge zu verbilligten Leasingraten für Hamburger Wirtschaftsunternehmen an. Der einzige Akteur Volkswagen erhält dazu vom Bund rund 780 000 Euro Fördermittel. Parallel dazu und mit gleicher Laufzeit richtet sich Volkswagen im Projekt ***Eko-HH, Einsatz von Elektrofahrzeugen in kommunalen Flotten der Freien und Hansestadt Hamburg sowie in der Metropolregion Hamburg*** an kommunale Fuhrparks und öffnet dabei die Fördermöglichkeiten auch für kommunale Antragssteller aus der Metropolregion Hamburg. Wie beim Parallelprojekt *Ewi-HH* ist Volkswagen der einzige Vertragspartner gegenüber dem Bund. Der Förderumfang beträgt wieder rund 780 000 Euro. Bei beiden Projekten ist keine Lenkungsmöglichkeit der Stadt Hamburg, z. B. bei der Vergabe der Fahrzeuge, gegeben. Als Beschaffungsprojekt ist die Vergabe der Fördermittel zudem nicht an die Durchführung einer wissenschaftlichen Begleitforschung gekoppelt.

Als drittes Projekt innerhalb der als *E-Drive 2017* vermarkteten Beschaffungsinitiative in Hamburg erhält die BMW-Tochter Alphabet Fuhrparkmanagement für das Projekt ***Alphabet Fuhrparkmanagement: 500 Elektrofahrzeuge*** vom Verkehrsministerium 1,6 Mio. Euro Fördermittel für die Bereitstellung von Elektrofahrzeugen an behördliche und gewerbliche Kunden (Forschungszentrum Jülich 2018b). Der Start des Projektes ist Juni 2017 und die Laufzeit beträgt zwei Jahre.[80] Einziger Akteur ist die BMW-Tochter.

Als viertes Projekt der Hamburger Beschaffungsinitiative bietet Renault über seine Leasing-Tochter im Projekt ***RCI Banque (Region Hamburg): 450 Fahrzeuge*** mit 2,6 Mio. Euro bezuschusste Elektrofahrzeuge für Gewerbekunden an. Das Projekt beginnt im Juli 2017 und hat eine zweijährige Laufzeit (Forschungszentrum Jülich 2018c).[81] [82]

Ab Juni 2018 ist für Hamburger Wirtschaftsunternehmen neben der Förderung innerhalb des *E-Drive 2017*-Programms auch eine Förderung von Fahrzeugen und Ladeinfrastruktur aus dem von der Bundesregierung initiierten *Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020* (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017a) möglich. Als zwischengeschaltete Förderinstanz erhält die BMW-

[80] Das Projekt wird in Drucksache 21/10349 der Hamburger Bürgerschaft unter dem Namen „EFFICIENCY Hamburg“ geführt.

[81] Das Projekt wird in Drucksache 21/10349 der Hamburger Bürgerschaft unter dem Namen „Hamburg – modern, nachhaltig mobil, urban“ geführt.

[82] Das zum gleichen Zeitpunkt gestartete Förderprojekt „GroundSTARS GmbH, 12 Fahrzeuge“ (Name laut Drucksache 21/10349 der Hamburger Bürgerschaft „Elektrische Vorfeld-Fahrzeuge am Hamburg Airport“), Förderkennzeichen 03EMI217, setzt Fahrzeuge ohne Straßenzulassung auf dem Flughafenvorfeld ein und ist deshalb nicht Teil der vorliegenden Betrachtung.

Tochter Alphabet Fuhrparkmanagement GmbH rund 2 Mio. Euro Förderung für Beschaffungen bis Ende Juni 2020 im Projekt *Alphabet Fuhrparkmanagement GmbH_60KFZ_200NFZ_115LIS* (Forschungszentrum Jülich 2018d). Eine wissenschaftliche Begleitforschung ist im *Sofortprogramm Saubere Luft* gemäß dem Förderaufruf nicht verpflichtend vorgesehen.

Auch bei den letztgenannten Projekten ist die RPL Teil der Konsortien. Wie zuvor in der Analyse gezeigt, sind die Lenkungsmöglichkeiten der politischen Ebene jedoch auch bei einer Beteiligung im Konsortium, zumal wenn nur mittelbar über eine Public-Private-Partnership, stark begrenzt.

Tabelle 28 gibt einen zusammenfassenden Überblick der vorgestellten Programme hinsichtlich ihres Geltungszeitraums, ihrer Implementation und den dabei eingesetzten Fördermitteln sowie der Art von involvierten Umsetzungsakteuren und einer möglichen kommunalen Beteiligung.

Tabelle 28: Übersicht über Kernparameter der Programme und der in ihr eingebundenen Akteure in Hamburg.

Maßnahme	Veröffentlichung	Geltungszeitraum	untergeordnetes Programm (Umsetzung)	Laufzeit	Fördermittelumfang [k€]	Anzahl Umsetzungsakteure	Branchen Umsetzungsakteure	Beteiligung FHH (indirekt/direkt)
Hamburger Klimaschutzkonzept	August 07	bis 2012	Regionale Projektleitstelle I	08/2009 - 12/2009	54	1	PPP	ja
			hh=more	11/2009 - 09/2011	2.250	8	OEM, EVU, Mobilitätsdienstleister	ja
			Regionale Projektleitstelle II	01/2010 - 09/2011	80	1	PPP	ja
			Hamburg PURE	03/2010 - 09/2011	580	1	OEM	nein
			HH-Wise	03/2010 - 11/2011	3.520	2	OEM, PPP	ja
			Regionale Projektleitstelle III	10/2011 - 12/2013	210	1	PPP	ja
			Wirtschaft am Strom	09/2012 - 11/2017	9.000	13	OEM, EVU, Mobilitätsdienstleister, Kammern, Wissenschaft	ja
Luftreinhalteplan*	Dezember 12	offen	keine konkrete Zuordnung in parallelen Programmen					
Masterplan Klimaschutz	Juni 13	bis 2015						
Lärmaktionsplan**	Juli 13	offen						
Mobilitätsprogramm	November 13	offen						
			E-Quartier	02/2013 - 09/2017	1.700	11	EVU, Mobilitätsdienstleister, Immobilienwirtschaft	ja
			Regionale Projektleitstelle IV	01/2014 - 12/2017	225	1	PPP	ja
			E-Powered-Fleets	01/2014 - 06/2017	9.700	3	Mobilitätsdienstleister, Wissenschaft	ja
			Singer	01/2014 - 10/2017	820	4	Wissenschaft, PPP	ja
Masterplan Ladeinfrastruktur	August 14	bis 2017	Ladesäulenaufbau der FHH	08/2014 - 10/2017	16.100	1	direkte Auftragsvergabe	ja
	September 17	bis 2018	Ladesäulenaufbau der FHH	09/2017-12/2018	12.200	1	direkte Auftragsvergabe	ja
Klimaplan	Dezember 15	offen	Hans-E	01/2015 - 09/2018	1.650	4	EVU, Wissenschaft	ja
			Förderprogramm LI HH	01/2017 - 02/2017	1	1	Förderbank	ja
			Ewi-HH	01/2017 - 12/2018	780	1	Mobilitätsdienstleister	nein
			Eko-HH	01/2017 - 12/2018	780	1	Mobilitätsdienstleister	nein
			RCI Banque: 450 Fahrzeuge	07/2018 - 07/2020	2.600	1	Mobilitätsdienstleister	nein
			Alphabet Fuhrparkmanagement: 500 Elektrofahrzeuge	06/2017 - 03/2020	1.600	1	Mobilitätsdienstleister	nein
			Alphabet_60KFZ_200NFZ_115LIS	06/2018 - 06/2020	2.000	1	Mobilitätsdienstleister	nein

*aus dem Jahr 2004, 1. Fortschreibung im Jahr 2012, dort Elektromobilität
**aus dem Jahr 2007, 2. Stufe im Jahr 2013, dort Elektromobilität

A44

Quelle: eigene Darstellung.

7.4. Zusammenfassung

Die erfolgte Maßnahmenwirkungsanalyse untersuchte die Frage, ob mit der Maßnahme das Ziel erreicht werden kann (*Forschungsfrage MWA*), also durch die Etablierung von Elektromobilität eine Treibhausgasreduktion im Straßenverkehrssektor erzielt werden kann. Dabei wurden die beiden Parameter Effektivität und Effizienz auf der Maßnahmenebene betrachtet.

Um die Effektivität zu untersuchen, wurde in einem ersten Schritt dazu der direkte Vergleich von verbrennungsmotorischen Fahrzeugen (ICEV) und reinelektrischen Batteriefahrzeugen (BEV) hinsichtlich ihrer Emissionen im Lebenszyklus vorgenommen. Dieser umfasst eine angenommene Lebensdauer von zwölf Jahren und eine in dieser Zeit absolvierte Gesamtfahrleistung von 150 000 Kilometern. Diese Betrachtung berücksichtigt auch die Herstellung und Entsorgung der Fahrzeuge und erlaubt somit eine Aussage zum Einfluss der Betriebsphase auf die Klimabilanz der untersuchten Fahrzeugtechnologien.

So konnte die *Untersuchungsfrage MWA-1* zeigen, dass die Herstellungs- und Entsorgungsphase bei BEV fast doppelt so hoch wie bei den ICEV ist, während die Emissionen in der Betriebsphase, gerade bei der Nutzung von Grünstrom, weit unterhalb denen von herkömmlichen Kraftstoffen liegen. Durch diese Verlagerung von Emissionen aus der Betriebs- in die Herstellungsphase kommt der Fahrleistung eine besondere Bedeutung zu.

Durch den großen „Klimarucksack“ aus der Herstellungsphase stellen die BEV bei Nutzung des deutschen Strommixes erst ab der Hälfte ihrer Lebensdauer (ca. 70 000 km) eine ökologisch vorteilhaftere Alternative zu ihren verbrennungsmotorischen Pendants dar. Dieses Ergebnis beruht auf realen Verbrauchsdaten aus dem zum Zeitpunkt der Erfassung größten deutschen Feldversuch mit BEV. Andere Studien legen zudem nahe, dass gerade im Vergleich zur Dieseltechnologie die ökologische Nutzenschwelle von BEV noch später als bei der Hälfte der Lebensdauer erreicht wird. Vor diesem Hintergrund ist der zunehmende Einsatz von Batterien mit größeren Kapazitäten, welche durch ihre erweiterte Reichweite eigentlich die Nutzung von Elektrofahrzeugen erleichtern und damit den Markthochlauf beschleunigen sollen, kritisch zu betrachten. Die exemplarische Auswertung einer Fahrzeugauslegung mit einer 40 kWh-Batterie ergab eine Verschiebung der Nutzenschwelle beim Einsatz von Graustrom um 40 000 Kilometer, was bei einem *best-in-class*-Ansatz der verbrennungsmotorischen Vergleichsfahrzeuge möglicherweise dazu führen könnte, dass das Elektrofahrzeug keinen ökologischen Vorteil mehr gegenüber einem ICEV bietet. Lediglich beim Einsatz von Grünstrom und in Verbindung mit einer hohen Nutzungseffizienz der Fahrzeuge (u. a. durch eine höhere Fahrleistung pro Fahrzeug bei gleichem Fahrzeugeinsatz), so zeigen die Berechnungen, kann eine über den Lebenszyklus betrachtete Reduktion von Treibhausgasen erreicht werden. Bei BEV mit Batteriekapazitäten oberhalb von 35 kWh ist somit die Nutzung von Grünstrom *conditio sine qua non*. Bis zu welcher Batteriegröße diese Aussage Gültigkeit hat, bedarf weiterer Untersuchungen.

Auch bei kleineren Batteriekapazitäten ist die Nutzung von Grünstrom vorteilhaft, um das volle Potenzial der Elektromobilität im Hinblick auf die Reduktion von Treibhausgasen zu realisieren. Dies gilt besonders in der aktuellen Markthochlaufphase und den bis 2030 noch niedrigen prognostizierten Bestandszahlen von BEV am gesamten Pkw-Bestand. *Untersuchungsfrage MWA-2*, welche die Wirksamkeit der Maßnahme Elektromobilität zur Treibhausgasreduktion im Straßenverkehrssektor insgesamt beurteilt, wurden für diese Abschätzung neben einer Bewertung des Status quo im Jahr 2018 drei weitere Szenarien zum Markthochlauf mit BEV untersucht. Dabei ist die prozentuale Minderung an Treibhausgasen, welche durch die Substitution von ICEV mit BEV im Pkw-Sektor erzielt werden kann, aktuell und im Jahr 2020 noch sehr gering. Somit muss festgestellt werden, dass die Maßnahme aus Sicht der Planungsanalyse bisher nicht effektiv war.

Dies gilt auch für Hamburg, trotz der in der Situationsanalyse aufgezeigten, im Bundesvergleich wesentlich höheren Durchdringung mit BEV im Fahrzeugbestand.

Erst 2030, bei einer von der Bundesregierung vorausgesagten Marktdurchdringung mit sechs Millionen Elektrofahrzeugen, kann eine Reduktion um 5 % der jährlichen Treibhausgasemissionen im Pkw-Sektor durch den Einsatz von BEV mit Graustrom erzielt werden. Durch den Einsatz von Grünstrom lässt sich dieser Anteil nochmals um 3 % erhöhen.

Eine substantielle Minderung der jährlichen Treibhausgasemissionen im Pkw-Sektor lässt sich erst bei einer sehr hohen Marktdurchdringung mit BEV erzielen. Bei einem angenommenen 60%igen Anteil von BEV am gesamten Pkw-Bestand 2050 könnten rund 50 % der Emissionen eingespart werden. Aufgrund der zunehmenden „Vergrünung" des Erzeugungsmixes rückt die Bedeutung von Grünstrom dabei in den Hintergrund.

Um ein solches Reduktionspotenzial im Jahr 2050 zu heben, wäre jedoch ein vollständiger Zulassungsstopp verbrennungsmotorischer Fahrzeuge in Deutschland ab 2040 nötig. Ob solch ein Schritt angesichts der großen konjunkturellen Bedeutung der vornehmlich noch auf ICEV-Technologien basierenden deutschen Automobilindustrie wahrscheinlich ist, bleibt offen, wenn nicht minder zwingend. Die zum Zeitpunkt der Erstellung der vorliegenden Arbeit 2018 noch immer nicht abgeschlossene politische Aufarbeitung des 2015 aufgedeckten Abgasskandals bei deutschen Automobilherstellern berechtigt zur Skepsis.

Da die selbst bei einem solchen Maximalszenario erzielbare Reduktion von Treibhausgasen am gesamten Emissionsinventar Deutschlands lediglich 5-6 % betrüge, kann der Pkw-Sektor mit seinem 63%igen Anteil am gesamten Straßenverkehr nur ein Baustein sein, um den Verkehrssektor und die ihm zuzuordnenden 18 % Treibhausgasemissionen am Gesamtinventar zu adressieren. Während für die übrigen Sektoren des Verkehrssektors, wie den Schwerlast-, Schienen-, Schiffs- oder Flugverkehr, noch weitere emissionsarme Technologien im Fokus der Forschung und Entwicklung stehen, bietet der Markt für die zügige Dekarbonisierung des Pkw-Verkehrs aktuell keine anderen, serienreifen Technologien an als reinelektrische Batteriefahrzeuge[83]. Daher stellt sich für die Politik in der Technologiefrage keine Alternative. Wohl können und müssen aber aus der vorliegenden Analyse Handlungsempfehlung für die Politik abgeleitet werden, welche die Effektivität der Maßnahme heute und in Zukunft steigern könnten.

So sind staatliche Förderungen für solche Einsatzfelder von Elektromobilität sinnvoll, die eine hohe Nutzungseffizienz der Fahrzeuge (u. a. durch eine höhere Fahrleistung pro Fahrzeug bei gleichem Nutzen des Fahrzeugeinsatzes) versprechen, um die klimaintensive Herstellungsphase zu kompensieren. Neue Technologien wie autonomes Fahren eröffnen hier zudem interessante Perspektiven, durch die höhere Fahrzeugauslastungen erreicht werden könnten.

Hohe Nutzungseffizienzen der Fahrzeuge lassen sich beispielsweise durch Carsharing-Ansätze oder ÖV-ergänzende Mobilitätsangebote (wie Ridesharing etc.) realisieren. Hamburg bietet hier, so zeigte die Situationsanalyse, eine im Bundesvergleich bereits erhöhte Bereitschaft für die Nutzung von Angeboten des öffentlichen Verkehrs und eine niedrige Pkw-Besitzquote. Im privatwirtschaftlichen Sektor könnten überdies Maßnahmen zur Steigerung der Fahrzeugauslastung in Unternehmensfuhrparks dazu beitragen, höhere Nutzungseffizienzen zu erreichen. Aufgrund des hohen Anteils des Wirtschaftsverkehrs in Hamburg und der dort nachweislich höheren Fahrleistungen, beides ebenfalls in der Situationsanalyse aufgezeigt, könnte dann auch das Verkehrsaufkommen insgesamt reduziert

[83] Auch angesichts einer Anzahl erfolgreicher Feldversuche werden wasserstoffbetriebene Fahrzeuge und die hierzu notwendige Infrastruktur im Pkw-Sektor im Jahr 2018 als noch nicht serienreif erachtet.

werden und der in der in Hamburg im Bundesvergleich sehr hohe Verkehrsdruck (siehe Situationsanalyse) vermindert werden.

Auch der konsequente Einsatz von Grünstrom muss bei allen Anwendungen von Elektromobilität sichergestellt werden, um die Klimaentlastungswirkung von BEV bei noch niedrigen Bestandszahlen und damit die Effektivität der Maßnahme insgesamt zu erhöhen. Die technologische Weiterentwicklung von Batteriefahrzeugen muss vorangetrieben werden, um Energieverbrauch und Ladeverluste kontinuierlich zu senken und damit den Vorteil von BEV gegenüber den sich ebenfalls verbessernden ICEV-Technologien zu wahren. In diesem Zusammenhang müssen auch Wege gefunden werden, die verbauten Batteriegrößen besser an den tatsächlichen Bedarf anpassen, um die hohen Emissionen am Anfang der Produktlebensphase von BEV zu reduzieren. Dies könnte beispielsweise durch eine höhere Modularität bei den eingesetzten Batteriesystemen oder einer noch größeren Verfügbarkeit von Schnellladeinfrastruktur realisiert werden. Auch wenn das Konzept von Batteriewechselstationen nach der gescheiterten Einführung vor einigen Jahren fortan als politisch ausgeschlossen galt, würde aus technologischer Sicht viel dafür sprechen, die Vorteile (hohe Modularität, kurze Ladezeiten, optimale Netzintegration) einer erneuten Bewertung zu unterziehen.

Für zukünftige Technologieeinführungen lässt sich ableiten, dass ein von vorneherein stärkerer Fokus auf die Effektivität einer Maßnahme bei der Ausgestaltung und Steuerung der Maßnahme von Vorteil ist. So sollten die für die Bemessung der Effektivität relevanten Parameter definiert und in ein kontinuierliches Monitoring überführt werden. Im Kontext des vorliegenden Kapitels wären das die klimabilanzielle Beurteilung der Fahrzeuge im Vergleich zu den zu substituierenden ICEV-Technologien. Hierfür ist eine bessere Datenlage über die Herstellung/Entsorgung der Fahrzeuge sowie die Energieverbräuche (und Stromprodukte) während der Betriebsphase nötig, ebenso wie eine zuverlässige Erfassung von Fahrleistungen. Ein Fördermodell sollte sich an diesen Parametern ausrichten und die Einsatzfälle fördern, die am meisten zu der Effektivität der Maßnahme beitragen. Dies könnte beispielsweise eine Kopplung an Nutzungseffizienz (unter Berücksichtigung der Batteriegröße) oder die Nutzung von Grünstrom sein.

Um die Effizienz auf der Maßnahmenebene zu bewerten, erfolgte eine Darstellung und Beurteilung der Einbindung von Akteuren in die Förderung von Elektromobilität. Hierbei konnte die *Untersuchungsfrage MWA-3* aufzeigen, dass als öffentliche Handelnde und Koordinatoren für die übergeordnete Maßnahme wie auch die untergeordneten Programme die vier Bundesministerien BMWi, BMVBS, BMBF und BMU von der Politik bestimmt wurden. Bei dieser Wahl zeigt die Bundesregierung Kontinuität und hält an der Konstellation über den betrachteten Zeitraum hinweg fest. Bei der Akteurswahl hingegen findet eine Entwicklung statt: während hier zunächst die (deutsche) Automobilindustrie, die Energiebranche und die Wissenschaft als zentrale Akteure gesehen werden, kommen ab dem Jahr 2009 mit der programmatischen Umsetzung und der Bereitstellung von Finanzmitteln dann auch die Kommunen und Verbraucher (private sowie gewerbliche Nutzer) zum Kreis der für die Umsetzung relevanten Akteure. Letztere sogar im zunehmenden Maße mit dem Einstieg der Bundesregierung in Beschaffungsprogramme. Jedoch hat diese zeitliche Entwicklung Auswirkungen auf den Beteiligungsprozess. So schafft die Bundesregierung für den Dialog mit Akteuren die NPE als Forum, an der von Anfang an die Automobilindustrie, die Energiebranche und die Wissenschaft eingebunden sind und als Beratungsorgan der Bundesregierung fungieren. Da sie jedoch keine eigenen Finanzmittel bereitstellen, fehlt ihnen dennoch die konkrete Handlungsfähigkeit als lenkende Akteure. Auch das *Energiekonzept 2050* (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2010) weist insofern Mängel in der Akteurseinbindung auf, als es überhaupt keine Zuweisung von Verantwortlichkeiten aufweist und keine Definition von Umsetzungsakteuren, auf die sich die öffentlich Handelnden zwecks effizienter Umsetzung fokussieren sollten, vornimmt. Erst mit dem *Regierungsprogramm Elektromobilität* (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b) findet 2011 eine Konkre-

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

tisierung der Branchen statt, die für die Entwicklung von Elektromobilität, vor allem der technischen Entwicklung, beteiligt werden müssen. Explizite Prüfmechanismen für die programmatische Arbeit sieht das Regierungsprogramm nicht vor. Während die MKS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2013) im Bereich Elektromobilität wiederum keine Akteure benennt und damit unklar bleibt, wer weshalb von der Maßnahme konkret gefördert werden sollte, erweitert sich durch das *Elektromobilitätsgesetz* (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2015c) ab 2015 der eingebundene Akteurskreis mit dem Ende des geografisch gebündelten Modellregionenkonzepts schlagartig, verliert aber auch einen gewissen Grad an Steuerung und Rückkopplung, da die in den Modellregionen etablierten *Regionalen Projektleitstellen* (RPL) bislang eine programmatisch enge Einbundung der Umsetzungsebene für die koordinierenden Ministerien darstellten. Gleiches gilt für das *Marktanreizprogramm Elektromobilität* (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016b), mit dem ab 2016 über Kaufprämie, Ladeinfrastruktuförderung und Steuervorteile eine programmatische Einbindung der Umsetzungsebene gänzlich unmöglich wird. Als wirksamer Prüfmechanismus kommen hingegen die der Förderung zwischengeschalteten Instanzen hinzu (BAFA für Kaufprämie, BNetzA für Ladeinfrastruktur). Da das *Sofortprogramm Saubere Luft* (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017a) maßgeblich auf bestehende Förderrichtlinien aufsetzt, gilt für das Programm die gleiche Einbindung und Ausstattung mit Prüfinstanzen und -mechnismen, wie für die bisherigen Programme. Auch wenn vielleicht diese Prüf- und Lenkmechnismen auf Bundesebene formal einen wirksamen Hebel bieten könnten, so sind die steuernden wie auch disziplinarischen Elemente in der Realität nur bedingt hierfür geeignet, wie die Untersuchung der Landesebene deutlich zeigen konnte.

Auf Landesebene wurden Akteure vor allem über die Förderprojekte innerhalb der politischen Programme eingebunden. Dabei bediente sich die kommunale Ebene bis auf wenige Ausnahmen (nämlich dem Aufbau von Ladeinfrastruktur) der verfügbaren Ressourcen auf Bundesebene und nutzte diese für die Implementation der eigenen politischen Agenda. Die als kommunaler Koordinator etablierte RPL bot eine gute Prüfinstanz für die Landesregierung, da sie in allen Projekten Konsortialführer war, ebenso wie sie einen programmatischen Abgleich für die Bundesebene ermöglichte. Da aber beispielsweise die eingesetzten Elektrofahrzeuge über privatrechtliche Leasingverträge mit den teilnehmenden Automobilherstellern an die Nutzer vergeben wurden, hatte sie keine rechtliche Handhabe gegen die Nutzer, wenn diese nicht im Sinne der Förderprojekte agierten. Gleiches gilt auch für die Bundesregierung, so dass in diesem Teil der Maßnahmenumsetzung von einem weitreichenden Kontrollverlust der öffentlich Handelnden gesprochen werden kann. Gleiches gilt für die in mehreren Projekten praktizierte Einbindung von Akteuren über einen Assoziierungsstatus. Mangels rechtlicher Bindung an die ansonsten für alle geltenden Konsortialverträge war die Akteurseinbindung hier nur sehr eingeschränkt möglich. Vorbildhaft im Sinne der Akteurseinbindung und Maßnahmenüberprüfung hingegen ist die im Rahmen des *Masterplan Ladeinfrastruktur* (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2014) durchgeführte Förderung und Installation von öffentlicher Ladeinfrastruktur in Hamburg. Durch die Auftraggeberposition der Stadt Hamburg hatte sie den vollen Gestaltungsspielraum wie auch die rechtliche Kontrolle bei der Umsetzung der Einzelmaßnahme.

8. Handlungswirkungsanalyse

Die Handlungswirkungsanalyse bilanziert als zweiter Teil der Wirkungsanalyse (nach der Maßnahmenebene) den Erfolg der Maßnahme auf der Handlungsebene (vgl. Flämig 2004, S. 57). Die Analyse wird geleitet von der *Forschungsfrage HWA*: „Wie wurde die Maßnahme implementiert?“. Dabei fokussiert die Forschungsfrage wie in den vorherigen Kapiteln auf die übergeordnete Maßnahme, nämlich die Etablierung von Elektromobilität, während die Untersuchungsfragen dazu die untergeordneten Einzelmaßnahmen der Umsetzung analysieren.

Wie bereits bei den Analysen auf der Maßnahmenebene, wird auch auf der Handlungsebene die Wirkungsanalyse nach den Aspekten Effektivität und Effizienz ausgerichtet. Die Effektivität wird mittels der *Untersuchungsfrage HWA-1* betrachtet, welche die Akzeptanz wie auch die Implementation der Maßnahme beurteilt. Dahingegen fokussiert die *Untersuchungsfrage HWA-2* auf die Möglichkeit der Kontrolle und Überprüfung der Maßnahmenimplementation durch die mit der Leitung beauftragten Akteuren und Instanzen.

8.1. Akzeptanz und Umsetzung der Maßnahme

Die Analyse untersucht, wie die Maßnahme angenommen und umgesetzt wurden (*Untersuchungsfrage HWA-1*). Der Analyseteil beschreibt hierzu die Akzeptanz und Implementation der jeweiligen Einzelmaßnahmen und bewertet damit die Effektivität und Effizienz der Maßnahme auf der Handlungsebene (vgl. auch Prittwitz 1994, S. 63), indem geprüft wird, inwieweit die geplanten Implementationsschritte umgesetzt wurden, also ob sie beispielsweise vollständig oder nur teilweise implementiert wurden. Die Analyse entspricht damit einem Soll-Ist-Abgleich der Implementation. Dieser Abgleich erfolgt für die Bundes- wie Landesebene und dort jeweils auf zwei Ebenen. Zum einen wird auf die Handlung an sich fokussiert und in einer qualitativen Beurteilung geprüft, ob beispielsweise die zeitlichen Vorgaben eingehalten wurden und die finanziellen Mittel Umsetzungsergebnisse liefern konnten. In einem zweiten Schritt wird eine quantitative Beurteilung der Zielerreichung der Implementation vorgenommen. Dies geschieht mittels Kennzahlen oder prozentualen Angaben, soweit möglich.

8.1.1. Qualitative Beurteilung der Umsetzung von Einzelmaßnahmen auf Bundesebene

Das 2007 erlassene *Integrierte Energie- und Klimaprogramm* (IEKP) (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2007) ist ein unbefristetes Programm, das als Eckpunkteprogramm keine konkrete Umsetzung darstellt, so dass hier kein Soll-Ist-Abgleich im Sinne physischer oder monetärer Kennzahlen durchgeführt werden kann. Das Programm ist jedoch für die nachfolgenden Maßnahmenbeurteilungen zielführend, da es im Bereich der Akteure die Verantwortlichkeiten auf politischer Ebene zwischen den Ressorts klar definiert (Wirtschaftsministerium, Verkehrsministerium, Forschungsministerium, Umweltministerium) und die Umsetzungsakteure für die Implementation benennt (Automobilindustrie, Energiebranche, Wissenschaft).

So erfolgt die federführende Koordination des ab 2009 als Umsetzungswerkzeug zur Verfügung stehenden *Konjunkturpakets II* korrekterweise auch durch die vier im IEKP als öffentliche Handelnde festgelegte Ministerien (BMWi/BMVBS/BMBF/BMU). Innerhalb des Konjunkturpakets stehen für die

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

Förderung von Elektromobilität 500 Mio. Euro Fördermittel zur Verfügung (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009c).

Hiervon fließen 130 Mio. Euro Fördergelder in das vom Verkehrsministerium verantwortete Programm *Modellregionen für Elektromobilität*. Ende März 2010 sind von der bereitstehenden Summe rund 113 Mio. Euro des Fördervolumens gebunden. Diese werden in 143 Projekten in den acht Modellregionen in Umsetzung gebracht. Zur „Halbzeit" des Programmes beträgt die Mittelbindung fast 90 %. Mit einem Antragsvolumen von über 190 Einzelprojekten liegt die Genehmigungsquote im ersten Quartal 2010 bei rund 75 % (Deutscher Bundestag 2010a, S. 21). Der Mittelabfluss als Maß der Projektumsetzung auf der Zeitschiene hingegen beläuft sich Ende März 2010 auf ca. 1,4 Mio. Euro, das entspricht nur 1 % der bewilligten Mittel nach der halben Programmlaufzeit (Deutscher Bundestag 2010a, S. 21). Auch in den analog zum *Modellregionen-Programm* vom BMBF/BMWi im Bereich Elektromobilität verantworteten Programmen *IKT für Elektromobilität* und *Intelligente Netze, erneuerbare Energien und Elektromobilität* liegt die Genehmigungsquote Ende März 2010 bei rund 85 % (40 von 47 beantragten Einzelprojekten genehmigt) und die Mittelbindungsquote bei rund 95 % (52 von 55 Mio. Euro). Der Mittelabfluss dagegen liegt Ende März 2010 mit rund 2,8 Mio. Euro bei ca. 5 % nach der halben Programmlaufzeit (Deutscher Bundestag 2010a, S. 22). In beiden Fällen ist die Umsetzung also extrem verzögert.

Zum Ende des *Konjunkturprogramms II* Ende 2011 sind insgesamt 422 Vorhaben genehmigt worden (Deutscher Bundestag 2011, S.4) und beispielsweise im Modellregionen-Programm auch alle Fördermittel ausgeschöpft worden (Braune 2012).

Von den insgesamt 500 Mio. Euro Fördermitteln wurden an die drei im IEKP benannten zentralen Umsetzungsakteure (Automobilindustrie, Energiebranche, Wissenschaft) Fördermittel wie folgt ausgeschüttet (Deutscher Bundestag 2011; Projektträger Jülich 2011):

- 34 % an wissenschaftliche Institute und Organisationen[84]
- 28 % an Unternehmen der Automobilbranche
- 8 % an Unternehmen der Energiebranche
- 30 % an sonstige Fördermittelempfänger

Darüber hinaus konnte auch eine Vielzahl von weiteren Branchen mit dem Förderprogramm adressiert werden (in der vorstehenden Auflistung unter „Sonstige")

70 % des Fördermitteleinsatzes innerhalb der *Modellregionen Elektromobilität* erfolgte in Privatunternehmen, wovon rund 43 % kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) darstellten (Braune 2012). Dieses Verhältnis ist in den Programmen der anderen Ressorts (wo anwendungsorientierte Forschung und weniger Demonstrationen durchgeführt werden) vermutlich deutlich geringer.[85]

Die Daten zeigen, dass die Projektumsetzung innerhalb des *Konjunkturpakets II* angesichts des verzögerten Mittelabflusses vor dem Hintergrund der kurzen Laufzeit wenig effizient ist. Selbst nach der halben Programmlaufzeit beträgt er in den Demonstrationsprojekten noch insgesamt unter 5 %. Dies liegt in der Implementation vor Ort oftmals an den nicht ausreichend vorhandenen Elektrofahrzeugen und den in vielen Bereichen noch neuen und unbekannten Geschäftsprozessen oder Verwaltungsakten (z. B. beim Aufbau öffentlicher Ladeinfrastruktur) (siehe hierzu die Determinantenanalyse). Allerdings, so stellt ein Gutachten der *Expertenkommission Forschung und Innovation* im Auftrag der Bundesregierung 2010 fest, sind auch „die Förderrichtlinien [...] nicht leicht zu durch-

84 Aufgrund der in der Regel durchgeführten Vollfinanzierung (100 %) liegt dieser Wert so weit oben.

85 NOW GmbH, persönliche Mitteilung Oliver Braune, März 2018.

schauen und ändern sich; die Ausstellung von Bewilligungsbescheiden kommt bislang nur schleppend voran“ (Expertenkommission Forschung und Innovation 2010, S. 82).

Dennoch werden innerhalb der Programmlaufzeit des *Konjunkturpakets II* über das *Modellregionen*-Programm 2 476 Fahrzeuge (58 Hybridbusse, 1 Elektrobus, 881 Pkw, 243 Nutzfahrzeuge, 693 elektrische Zweiräder/E-Scooter, 600 Pedelecs) und 1 096 Ladestationen mit insgesamt 1 935 Ladepunkten (öffentlich, halb-öffentlich und privat) gefördert, von denen rund die Hälfte öffentlich oder halb-öffentlich, also öffentlich zugänglich sind (Braune 2012; Krug et al. 2018, S. 22). Durch das vom Umweltministerium parallel initiierte Programm *Erneuerbar Mobil* kommen weitere rund 200 Fahrzeuge dazu (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2013, S. 24), über das vom Wirtschaftsministerium geleitete Programm *IKT für Elektromobilität* noch einmal ca. 150 Fahrzeuge (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie und BAUM Consult GmbH 2012, Projektzahlen im Text aufsummiert).

Deutschlandweit steigt die Anzahl von Elektro-Pkw im Bestand von anfänglich 1 452 reinelektrischen Fahrzeugen am 01.01.2009 auf 7 114 beim Kraftfahrtbundesamt zugelassenen Elektro-Pkw zum Stichtag 01.01.2013 hin (Kraftfahrt-Bundesamt 2014). Dies entspricht einem Gesamtanteil am Bestand von 0,02 %. Da das Delta der Bestandsänderung die Anzahl von geförderten Fahrzeugen bei weitem übersteigt, kann von einem ersten kleinen Marktsignal durch die Förderaktivitäten der Bundesregierung gesprochen werden. Leider lässt die öffentlich verfügbare Datenlage keine genaueren Analysen zu, ob es sich dabei um zusätzliche Beschaffungen, also Erweiterungsbeschaffungen innerhalb der Unternehmen gehandelt hat, die bereits über ein Förderprogramm ein Elektrofahrzeug in den Einsatz gebracht haben, oder um Erstbeschaffungen „neuer“ Nutzer.[86]

Solche und andere Fragen zur Hebelwirkung der Förderung sind üblicherweise Teil einer anschließenden Programmevaluation. Die Ergebnisse sollen nach den Vorstellungen der Bundesregierung in zukünftige Förderstrategien einfließen (Deutscher Bundestag 2011, Punkt 22). Da keines der beteiligten Ressorts seine Evaluationsergebnisse, soweit durchgeführt, veröffentlicht, ist es jedoch für Externe nicht überprüfbar, inwieweit diese Erkenntnisse tatsächlich die nachfolgenden Programme und Maßnahmen beeinflusst haben. Ebenso wenig stehen die Erkenntnisse für die Lernprozesse anderer Organisationen im Bereich Technologieeinführung zur Verfügung.[87]

Im wenige Monate nach Inkrafttreten des *Konjunkturpakets II* erscheinenden *Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität* (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009d) formuliert die Bundesregierung im August 2009 ihre zeitlichen Vorstellungen von einer Einführung von Elektromobilität in Deutschland. Diese soll in drei zeitlichen Phasen erfolgen, nämlich der Marktvorbereitung (bis 2014), dem Markthochlauf (bis 2017) und einem beginnenden Volumenmarkt (ab 2020) (Braune 2012). Das *Konjunkturpaket II* deckt dabei einen Teil der Marktvorbereitungsphase ab.

Die Finanzierungslücke des programmatisch auf eine Laufzeit von zehn Jahren angelegten *Nationalen Entwicklungsplans Elektromobilität* (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009d) kann durch die Überführung der Mittelbereitstellung vom einem eigens für das *Konjunkturpaket II* eingerichteten Sondervermögen (Investitions- und Tilgungsfonds, Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009c, Art. 6, § 1) zu einer Finanzierung aus dem *Energie- und Klimafonds (EKF)* (Deut-

86 75 % der Halter von Elektrofahrzeugen sind gewerbliche Halter (Kraftfahrt-Bundesamt 2018i).

87 Mit der Evaluation des *Modellregionen*-Programms vom BMVBS wurde das Deutsche Institut für Urbanistik (difu) beauftragt, welches Anfang Januar 2012 zwar eine Veröffentlichung der Ergebnisse auf seiner Webiste ankündigt (Deutsches Institut für Urbanistik 2012), anschließend den Bericht jedoch nicht veröffentlichen darf (difu, persönliche Mitteilung Dr. Jürgen Gies, Oktober 2017). Auch das BMU veröffentlicht keine Evaluationsergebnisse (Bundesumweltministerium, persönliche Mitteilung Andreas Woitecki, Juni 2018). BMWi und BMBF verweigern eine Stellungnahme hierzu (Korrespondenz BMWi, Beate Baron, Mai 2018; Telefonat BMBF, Sibylle Quenett, Juni 2018).

scher Bundestag 2018) mittelfristig gesichert werden (Expertenkommission Forschung und Innovation 2011). Durch die Abhängigkeit des Fondsvolumens von Zertifikatspreisen aus dem Emissionshandel ist jedoch die finanzielle Ausstattung des Fonds (aufgrund niedriger Zertifikatspreise) streckenweise gefährdet (Matthes 2014b), was bei langfristig ausgerichteten Programmen die Gefahr von Investitionsruinen birgt. In einer Antwort auf eine Kleine Anfrage im Bundestag zu genau dieser Gefahr verweist die Bundesregierung 2011 zwar richtigerweise darauf, dass „nach Ablauf der Förderung [...] eine unveränderte Weiterfinanzierung nicht möglich [ist], da dies auf eine Dauerförderung hinauslaufen würde. Dies ist ordnungspolitisch nicht erwünscht und haushaltsrechtlich nicht zulässig." (Deutscher Bundestag 2011, Nr. 24). Sie sieht sich dabei jedoch nur als Impulsgeber, der „Unternehmen dabei unterstützen [kann], neue Ideen modellhaft zu erproben und neue Entwicklungen anzustoßen", während der Erfolg von Programmen „an ein Engagement der Zuwendungsempfänger gekoppelt [ist]" (Deutscher Bundestag 2011, Nr. 24). Die Bundesregierung verkennt dabei vermutlich ihre Möglichkeiten bei der Marktsteuerung ebenso wie die lenkende Kraft von entsprechenden Rahmenbedingungen, z. B. in den Bereichen Steuerrecht, Energierecht, Straßenverkehr und Klimaschutz. Auf die Notwendigkeit von förderlichen Rahmenbedingungen für den weiteren Markthochlauf der Elektromobilität und damit einer Verstetigung der bisherigen (geförderten) Entwicklung weist auch die *Nationale Plattform Elektromobilitat* in ihrem dritten Fortschrittsbericht im Mai 2012 hin (Nationale Plattform Elektromobilität 2012, S. 40, 47-49, 77). Ein zu schwaches regulatorisches Umfeld fördert vor allem auch kein Umschwenken in den Mobilitätspräferenzen, was die Grundvoraussetzung für einen dauerhaften Erfolg von Elektromobilität ist (vgl. Expertenkommission Forschung und Innovation 2010, S. 82).

Zwar kann Deutschland von den Bestrebungen der EU profitieren, mit der Verordnung 443/2009 (Rat der Europäischen Union und Europäisches Parlament 2009) die Entwicklung der Elektromobilität in Europa über die zulässigen CO_2-Emissionswerte zu fördern. Die Entwicklung eines alternativen Fahrzyklus (WLTP, siehe United Nations Economic and Social Council 2009) zur realistischeren Bemessung der Verbräuche ist im Zusammenspiel mit den sich zeitgleich verschärfenden Emissionsobergrenzen ebenso ein wirksames Mittel zur Förderung alternativer Antriebe. Allerdings birgt die Bemessung des CO_2-Ausstoß im Messzyklus rein batterieelektrischer Fahrzeuge mit 0 g/km sowie der nacheinander geschalteten, zweistufigen Messung bei Plug-In-Hybriden (Josipovic 2016, S. 31; Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2007) ohne die verpflichtende Nutzung von Grünstrom die Gefahr einer möglicherweise zwar sehr effizienten, weil zahlenmäßig erfolgreichen, Politikumsetzung, aber für das Klimaziel sehr ineffektiven Maßnahmenimplementation (siehe hierzu Maßnahmenwirkungsanalyse).

Um den ressortübergreifenden Ansatz bei der Förderung der neuen Technologie zu unterstreichen, werden im *Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität* aufbauend auf die im IEKP festgelegten Verantwortlichkeiten erneut die vier Ministerien BMWi, BMVBS, BMBF und BMU als öffentliche Handelnde und Koordinatoren für das Thema Elektromobilität benannt. Um der Kritik an dieser Verteilung und den damit einhergenden Effizienzverlusten in der politischen Abstimmung zu begegnen (Expertenkommission Forschung und Innovation 2010, S. 82), stattet die Bundesregierung im Rahmen des *Nationalen Entwicklungsplans Elektromobilität* die beiden Ministerien BMWi und BMVBS mit mehr Zuständigkeiten aus und gründet im Mai 2010, auch im Hinblick auf die Zusammenarbeit mit der zum gleichen Zeitpunkt eingesetzten *Nationalen Plattform Elektromobilität* (NPE), eine *Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität* (GGEMO) (Expertenkommission Forschung und Innovation 2011, S. 33).

Das 2010 verabschiedete *Energiekonzept 2050* (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2010) enthält nur wenige Einzelinstrumente im Bereich Elektromobilität. Sie lassen sich mangels Zuweisung von Verantwortlichkeiten und Definition von Umsetzungsakteuren schlecht steuern und nur

effizient implementieren. Die Laufzeit des *Energiekonzeptes 2050* ist zudem nicht befristet, was beispielsweise die Definition von Meilensteinen erschwert.

Das im Mai 2011 veröffentlichte *Regierungsprogramm Elektromobilität* hingegen erweitert und konkretisiert den Kreis der Umsetzungsakteure (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b, S. 16), was eine gezieltere Ansprache in Förderprogrammen ermöglicht. Als Schnittstelle zu der Wissenschaft und der Zivilgesellschaft wird die NPE erneut in den Mittelpunkt gerückt (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b, S. 17), was eine zuverlässige Einbindung der genannten Akteure am politischen Prozess sicherstellen könnte. Allerdings sieht sich die Bundesregierung immer wieder dem Vorwurf ausgesetzt, die NPE würde kein repräsentatives Abbild der Betroffenengruppen darstellen. Jedoch ist seitens der Bundesregierung „eine generelle strukturelle Erweiterung des Lenkungskreises und der Arbeitsgruppen grundsätzlich nicht vorgesehen, damit diese Gremien auch künftig arbeitsfähig bleiben“ (Deutscher Bundestag 2011, Frage 18). Stattdessen sollen, „um die berechtigten Interessen der Umwelt- und Verbraucherschutzverbände in dem weiteren Arbeitsprozess der NPE stärker zu berücksichtigen“ einzelne Verbandsvertretungen „als Sachverständige bei Bedarf zu den Sitzungen des Lenkungskreises“ eingeladen werden (Deutscher Bundestag 2011, Frage 18). Das Argument der Effizienz von kleineren NPE-Arbeitsgruppen ist insofern kritisch zu betrachten, als sich dadurch offensichtlich auch nicht die dringend nötige horizontale Kooperation der deutschen Automobilkonzerne untereinander erreichen lässt. „Nach wie vor betreiben diese Unternehmen den überwiegenden Teil ihrer Elektromobilitätsforschung lieber eigenständig, um das Abfließen von technologischem Know-how an Konkurrenten zu verhindern.“ (Expertenkommission Forschung und Innovation 2011, S. 34).

Als öffentliche Handelnde auf politischer Ebene benennt das Regierungsprogramm für die im Programm aufgeführten *Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen* erneut die vier Ministerien BMWi, BMVBS, BMBF und BMU als gleichberechtigte Akteure (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b, S. 19), was eine Abkehr von der noch 2009 im *Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität* angedachten Effizienzsteigerung bei der ressortübergreifenden Abstimmung bedeutet. Zur Umsetzung all der aufgeführten Maßnahmen hat das Regierungsprogramm formal einen Geltungszeitraum bis zum Ende der Legislaturperiode (September 2013), spricht aber selbst von einer Gültigkeit bis mindestens 2017 (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b, S. 11), so dass die Ausrichtung der Maßnahmen von vornherein nicht auf eine vollständige Umsetzung abzielen. Da das Regierungsprogramm zudem keine Prüfmechanismen vorsieht, ist ein Soll-Ist-Abgleich nicht nur im Rahmen einer Handlungswirkungsanalysse schwierig, sondern war auch für die beteiligten politischen Akteure zum Zeitpunkt der Umsetzung nicht möglich, was keine effiziente Umsetzung darstellt.

In den im April 2012 zu den *Modellregionen* hinzukommenden *Schaufenstern Elektromobilität* werden zwischen dem Beginn des Programmes und dessen Ende 2016 rund 2 500 Elektrofahrzeuge gefördert (Krug et al. 2018, S. 22).

Die *Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie* (MKS) der Bundesregierung benennt 2013 als verantwortliche öffentlich Handelnde für die weitere Forschung und Entwicklung im Bereich batterieelektrischer Antriebe die NPE und die Ministerien in ihren „bestehenden Ressortzuständigkeiten“ (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2013, S. 75). Umsetzungsakteure werden jedoch nicht explizit genannt, so dass unklar bleibt, wer als Adressat von Fördermaßnahmen im Rahmen der Strategie identifiziert wurde oder auf welche frühen Märkte erste Nutzungskonzepte abzielen sollen, um den prognostizierten Markthochlauf zu gestalten. Der Handlungshorizont der MKS erstreckt sich bis 2050 (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2013, S. 14) mit dem Ansatz einer kontinuierlichen inhaltlichen Weiterentwicklung („lernende Strategie“, vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2013, S. 13). Dieses Vorgehen stellt einen fortlaufenden Prüf-

mechnismus der Strategie entlang der konkreten Marktentwicklungen dar und erlaubt somit eine effizientere, weil gezieltere und an den aktuellen Marktbedürfnissen oder den verfügbaren Technologien ausgerichtete Ausgestaltung der parallelen Programme.

Die 2013 ebenfalls verabschiedete Änderung der pauschalen Dienstwagenbesteuerung („1- %-Regel“) (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2013b, in Verbindung mit Abs. 1 Nr. 4 S. 2 EStG) fördert die Nutzung von Elektrofahrzeugen in Unternehmen. Wietschel et al. (2013) sehen in diesem Marktsegment den wichtigsten frühen Markt für Elektromobilität, so dass die Gesetzesänderung, die zudem keine unmittelbaren Fördermittel beansprucht, als effiziente Maßnahme zur Förderung des Markthochlaufs gelten kann (vgl. auch Expertenkommission Forschung und Innovation 2014, S. 44). Sogar kostenneutral ist die auf EU-Ebene ermöglichte Anrechnung von verbrauchter erneuerbarer Energie in Elektrofahrzeugen auf die landeseigene Quote erneuerbarer Energien (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2009a; aktualisiert in Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2015), jedoch bleibt fraglich, inwieweit hiervon ein Marktimpuls ausgeht und ob es nicht eher einen Mitnahmeeffekt darstellt, da für den Nutzer von Elektrofahrzeugen keine Vorteile entstehen, wenn auf staatlicher Ebene nachträglich Verbrauchsquoten innerhalb des europäischen Klima- und Energiepakets berechnet werden.

Förderung von Elektromobilität im straßenverkehrlichen Sinne wird im vollen Umfang erst ab 2015 mit dem Erlass des *Elektromobilitätsgesetzes* (EmoG) (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2015c) möglich, welches das Begriffsverständnis zu Elektrofahrzeugen konkretisiert (§ 2) und, in Verbindung mit einem Sonderkennzeichen für Elektrofahrzeuge (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2015b), grundsätzlich Maßnahmen zur Bevorrechtigung von Elektrofahrzeugen im Straßenverkehr ermöglicht. Anders als bei Förderprogrammen, mit einem klar definierten Mittelumfang und Förderzweck, ist die Abschätzung, in welchem Maße solche Privililegierungen eine tatsächliche Kaufentscheidung auslösen, „aufgrund der Datenlage und der zahlreichen Einflussfaktoren schwierig zu führen“ (Bertram und Bongard 2014, S. 86).

Die zum gleichen Zeitpunkt stattfindende Öffnung der bisher geltenden Förderrichtlinie für Elektromobilität seitens des Verkehrsministeriums für reine Investitions- und Beschaffungsmaßnahmen (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2015, §2) entspricht zwar der von der NPE antizipierten und der Bundesregierung definierten Markthochlaufphase ab 2014/2015, markiert aber auch das Ende der verpflichtenden wissenschaftlichen Begleitung der mit den Fördermitteln realisierten Maßnahmen. Während bisher die Einbettung von Aktivitäten in Konzepte (=Projektanträge) erfolgte, mit denen ein Soll-Ist-Abgleich von Zielsetzung und Umsetzung möglich war, ist dies nun nicht mehr möglich, und als einziger Abgleich bleibt das übergeordnete Ziel der Bundesregierung, bis 2020 eine Millionen Elektrofahrzeuge auf deutschen Straßen fahren zu haben (entspricht ca. 2 % am Bestand). Dieses ist mit einem Anteil von 0,08 % Elektrofahrzeugen (reinelektrisch und Plug-in-Hybride) am Bestand am Stichtag 01.01.2015 noch nicht erreicht (Krey und Ingenieurgruppe IVV GmbH 2016, Kraftfahrt-Bundesamt 2015).

Die neue Förderrichtlinie beendet auch das Konzept der *Modellregionen für Elektromobilität*. Statt jedoch den Empfehlungen der *Expertenkommission für Forschung und Innovation* zu folgen, die das Konzept von anfänglich insgesamt 17 Modellregionen[88] als zu starke Fragmentierung der Förderaktivitäten beurteilt und eine stärkere Konzentration auf wenige große Demonstrationseinheiten empfiehlt (Expertenkommission Forschung und Innovation 2014, S. 45), ermöglicht die neue Förderrichtlinie unter dem Stichwort „Elektromobilität vor Ort“ eine Antragsstellung von Konsortien oder Einzelunternehmen unabhängig von einer Einbindung in übergeordnete geographische oder techno-

[88] Neben den acht Modellregionen des BMVBS sind dies sieben Modellregionen des BMWi im Rahmen von *IKT für Elektromobilität* und zwei Flottenversuche des BMU (Twindrive, Mini E).

logische Cluster. Somit wird die inhaltlich abgestimmte Förderung der Technologieentwicklung im Rahmen einer wirtschaftspolitischen Lenkung deutlich erschwert.

Die im Mai 2016 von der Bundesregierung bereitgestellte Fördersumme von 600 Mio. Euro für eine Kaufprämie (offiziell „Umweltbonus“) als zentralem Teil des beschlossenen *Marktanreizprogramms Elektromobilität* (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016b) entspricht zwar der langjährigen Forderung von Automobilindustrie und der politischen Opposition nach direkten Subventionen (Zeit Online GmbH 2012, Zeit Online GmbH 2015), entkoppelt aber ebenfalls staatliche Förderung von staatlicher Lenkungswirkung.

Bei der generellen Beurteilung der Effizienz von direkten Subventionen wie einer Kaufprämie für eine neue Technologie wie Elektromobilität gibt es zudem unterschiedliche Bewertungen. So betonen Nagl et al. (2013) mit Verweis auf Erkenntnisse aus der Diffusionstheorie, dass „um eine befriedigende Akzeptanz zu erreichen, [...] eine Innovation [...] bestimmte adoptionsrelevante Eigenschaften aufweisen [muss]“ (S. 208). Erkenntnisse aus anderen internationalen Märkten zeigen, dass dabei vor allem die Kosten der neuen Technologie mit denen konventioneller Fahrzeuge wettbewerbsfähig werden müssen (Jöhrens und Hildermeier 2016, S. 672), was für eine Subvention spräche. Um jedoch einen hinreichend „hohen relativen Vorteil“ gebenüber der bisherigen Technologie zu erzielen, muss die neue Technik aber auch weitere Eigenschaften erfüllen, wie „geringe Komplexität und eine hohe Kompatibilität mit den Erwartungen und Bedürfnissen der Fahrzeugnutzer“ (Nagl et al. 2013, S. 208). Genau diese sind bisher aber noch nicht vollumfänglich gegeben, so dass Fazit von Schöttle und Bratzel (2016, S. 14) im Jahr 2016, womit die Entwicklung des Absatzmarktes nicht von alleine anlaufen wird und „der Erfolg von Elektromobilität [...] auf globaler Ebene noch stark von öffentlichen Förderkulissen abhängig [ist]“ (Schöttle und Bratzel 2016, S. 14). Zudem weisen Untersuchungen darauf hin, dass die Automobilhersteller die Subventionen oftmals nutzen, um die bestehenden Rabatte auf die Fahrzeugpreise zurückzufahren, wodurch die Wirkung der Subventionen in Teilen verpufft (Vetter 2016, basierend auf einer Studie des Center for Automotive Research).

Dass der Kaufpreis vermutlich wirklich nicht der alleinige Faktor für den Erfolg der Elektromobilität ist, zeigt auch die zögerliche Annahme der Kaufprämie seitens der Fahrzeugnutzer. Die im Juli 2016 eingeführte und auf drei Jahre befristete Fördermöglichkeit (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016a) weist nach knapp zwei Dritteln der Laufzeit nur einen Mittelabfluss in Höhe von 17 % auf (Stand April 2018, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle 2018a). Ohnehin wären mit den bereitgestellten 600 Mio. Euro Fördermitteln für die Kaufprämie bei einer hälftigen Kostenteilung zwischen Bund und Automobilindustrie „nur“ rund 360 000 Elektrofahrzeuge förderbar.[89] Um eine hinreichend kritische Masse von Early Adoptern zu erreichen, bedarf es nach Matthies et al. 2016 (S. 10), mit Verweis auf Erkenntnisse aus der Diffusionstheorie nach Rogers („Critical Mass“ siehe Rogers 2003, S. 343ff.), jedoch 10-20 % der Gesamtgruppe. Dies entspräche bei einem Fahrzeugbestand in Deutschland von knapp 47 Millionen Pkw (Stand Januar 2018, Kraftfahrt-Bundesamt 2018h) 5-10 Mio. Elektro-Pkw, was angesichts eines anhaltend niedrigen Ölpreises schnell zu unkalkulierbaren Kosten bei der Förderung führen würde (vgl. auch Schlott 2016).

Der Forderung nach einer stattdessen stärkeren Fokussierung auf F&E-Förderung und dem Setzen von förderlichen Rahmenbedingungen (Spath 2010, S. 7; Expertenkommission Forschung und Innovation 2014, S. 50; Eisenkopf 2011, S. 31, u. a.) kommt die Bundesregierung innerhalb des Marktanreizprogramms zumindest in Teilen nach. Mit der Einräumung von steuerlichen Vorteilen werden Nutzer von Elektrofahrzeugen entlastet. Durch die Bereitstellung von Fördermitteln in Höhe von 300

[89] Grundlage dieser Berechnung ist die Ausschüttung der Fördersumme (2 000 Euro Bundesanteil an BEV, 1 500 Euro Bundesanteil an PHEV) im Verhältnis der Neuzulassungen (im Jahr 2016 lag dies zwischen BEV zu PHEV bei rund 0,4:0,6), also 120 000 BEV und 240 000 PHEV.

Mio. Euro für den Aufbau von Ladeinfrastruktur, insbesondere von Schnellladepunkten, schafft die Bundesregierung zudem eine ohnehin notwendige Grundlage für den antizipierten Massenmarkt. Dadurch ist diese Maßnahme gleich in zweifacher Hinsicht effizient. Während die Ladepunkte in der Markthochlaufphase reinelektrischer Fahrzeuge auch von Plug-in-Hybriden genutzt werden können, ist durch die seit Oktober 2014 geltende, europaweit vereinheitlichte technische Ausrüstung der Ladepunkte (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2014a) die Kompatibilität der geförderten Infrastruktur auch zu einem späteren Zeitpunkt sichergestellt. Die Kopplung der Förderung an die Nutzung von Grünstrom an den bezuschussten Ladeeinrichtungen stellt zudem eine politische Lenkungsmöglichkeit im Sinne des übergeordneten Politikziels dar.[90] Ferner unterstützt der mit der zugehörigen Förderrichtlinie (im Rahmen des Aufrufes zur Antragseinreichung) vorgegebene Verteilschlüssel der Fördermittel je Bundesland einen flächendeckenden Infrastrukturaufbau und verhindert Mitnahmeeffekte (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017e).

Das in Zusammenhang mit dem *Marktanreizprogramm* und der darin verankerten Förderung von öffentlicher Ladeinfrastruktur zum gleichen Zeitpunkt geänderte Strommarktgesetz (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2016b) mag medial der Kaufprämie und der Ladepunktförderung nicht ebenbürtig sein, erhöht aber durch die Einordnung der Ladepunkte als Letztverbraucher (im Sinne des EnWG) und damit der Nichtanwendbarkeit der netzbezogenen Pflichten (Anschlusspflicht, Netzentgeltberechnung etc.) die Rechts- und Investitionssicherheit für potentielle Antragssteller auf Mittel aus der Ladeinfrastrukturförderung erheblich (vgl. Ludwigs 2017, S. 12), was als sehr effizient gelten kann.

Wieder mehr Lenkungscharakter als die Kaufprämie des *Marktanreizprogrammes* hat unter Effizienzgesichtspunkten das *Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020*, welches ab Dezember 2017 von der Bundesregierung aufgelegt und mit einem Fördervolumen in Höhe von 1 Mrd. Euro ausgestattet wird. Die für den Bereich Elektromobilität innerhalb des Programms bereitgestellten knapp 400 Mio. Euro richten sich gezielt an Frühe Märkte wie kommunale Fahrzeugflotten und den ÖPNV ebenso wie Elektrofahrzeuge im Taxigewerbe und in Carsharing-Flotten. Auch wird der Fahrzeugeinsatz im Wirtschaftverkehr unterstützt, solange er „Teil eines kommunalen Elektromobilitätskonzeptes ist“ (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017a, S. 1). Die Bundesregierung fördert dabei nur Projekte nach Durchlaufen eines Antragsverfahrens, was ein gewisses Maß an inhaltlicher Lenkung garantieren sollte. Allerdings zeigt die kommunale Implementation der Maßnahme in Hamburg (siehe nachfolgendes Kapitel), dass zumindest bei dem Fahrzeugeinsatz im Wirtschaftsverkehr dieser Anspruch faktisch nicht realisiert wird, also jedes Individuum mit einem Gewerbeschein über die involvierten Leasingunternehmen in den Genuß der Förderung kommt, ohne dass es seitens der Kommune besondere Ansprüche an den Fahrzeugeinsatz im Rahmen eines dezidierten Konzeptes gibt. Somit ist die Effizienz der Lenkungswirkung eingeschränkt, besonders da das *Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020* keine Begleitforschung vorsieht und damit für die Bundesregierung keinen weiteren Erkenntnisgewinn liefert.

[90] Genaugenommen muss die Grünstromkopplung aufgrund der Richtlinienkonformität mit der EU-Richtlinie 2009/28/EG in Verbindung mit EU-Richtlinie 2015/1513/EU erfolgen, unterstützt aber dennoch das übergeordnete Politikziel und kann somit auch als bundeseigene Lenkungsmöglichkeit dienen.

8.1.2. Quantitative Beurteilung der Umsetzung von Einzelmaßnahmen auf Bundesebene

Der Zielerreichungsgrad des von der Bundesregierung geförderten Fahrzeugabsatzs von Elektrofahrzeugen kann über den Hochlauf des Fahrzeugbestandes von Elektrofahrzeugen (BEV) in Deutschland beurteilt werden. Abbildung 28 zeigt diesen ab 2007 (bis 2012 erhebungsbedingt nur BEV, danach BEV+PHEV, jeweils zum Stichtag 01. Januar. (Kraftfahrt-Bundesamt 2017e, Kraftfahrt-Bundesamt 2017f, Krey und Ingenieurgruppe IVV GmbH 2016 für die PHEV-Zulassungsdaten von 2013-2016). Da extern aufladbare Hybridfahrzeuge (PHEV) (im Gegensatz zu nicht von außen aufladbaren Hybriden, den sogenannten Mild-Hybrids und Full-Hybrids) erst im Januar 2012 beim Kraftfahrtbundesamt (KBA) als Zulassungsmerkmal eingeführt wurden (Kraftfahrt-Bundesamt 2016c, S. 80), sind entsprechende Bestandsdaten (nach Abschluss einer rückwirkenden Nachkategorisierung der bisher als „Hybrid“ in den Statistiken geführten PHEV durch das KBA) erst ab 2017 öffentlich verfügbar und entsprechend in der Grafik eingezeichnet.[91] Auch wenn die Bestandsszahlen in den vergangenen Jahren sichtbar anziehen, liegt mit fast 100 000 Fahrzeugen der Anteil von BEV und PHEV (diese beiden Fahrzeuggruppen entsprechen der Definition eines Elektrofahrzeugs nach dem Elektromobilitätsgesetz) Anfang 2018 bei nur knapp über 0,2 % des Gesamtbestandes an Pkw. Das erklärte Ziel der Bundesregierung, bis 2020 eine Millionen Elektrofahrzeuge auf deutschen Straßen fahren zu haben, entspräche dagegen etwa 1,8 %, wenn man alle Kraftfahrzeuge zugrunde legt, oder etwa 2,2 %, wenn nur Personenkraftwagen betrachtet werden.

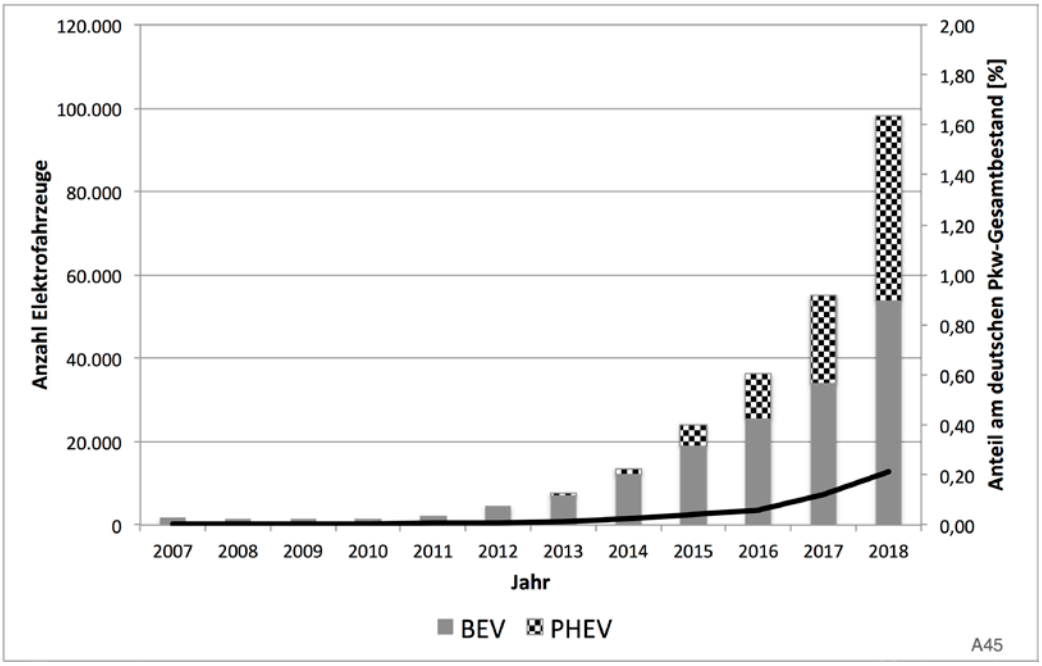


Abbildung 28: Absolute und relative Bestandsentwicklung von Elektrofahrzeugen in Deutschland (2007-2018).

Quelle: eigene Darstellung mit Daten für BEV von Kraftfahrt-Bundesamt (2017e, 2017f) und für PHEV von Krey und Ingenieurgruppe IVV GmbH (2016).

[91] Es ist zu beachten, dass die als Plug-in-Hybride ausgewiesenen Fahrzeuge theoretisch nicht nur extern aufladbare Elektrofahrzeuge darstellen, sondern alle Fahrzeuge darin ingegriffen sind, die ‚einen Stecker haben’, also auch von außen aufladbare Wasserstofffahrzeuge oder zusätzlich aufladbare Hybridfahrzeuge, bei denen der hybride (=aus zwei bestehende) Antrieb aus bspw. Gas und Benzin zusammengesetzt ist (siehe dazu Erläuterungen unter Kraftfahrt-Bundesamt 2016c, Teil A3). Dennoch stellt auch das KBA fest, dass „in der Praxis [es sich] dabei vor allem um Hybridfahrzeuge mit einem Verbrennungs- und Elektromotor [handelt] (siehe Kraftfahrt-Bundesamt 2018g, S. 33).

Die Nutzung von Bestandszahlen zeigt bei dieser Betrachtung ein realistischeres Bild vom Markthochlauf als die Zulassungszahlen, da hierbei die Bestandsabgänge (Abmeldungen/Stilllegungen) berücksichtigt werden. Dieser Anteil beträgt erfahrungsgemäß 25 % der Neuzulassungen (Krug et al. 2018, S. 8), kann aber nach Medienberichten aufgrund „kreativer“ Zulassungspraktiken einzelner Hersteller höher ausfallen.[92]

Abbildung 29 zeigt die geographische Verteilung des Elektrofahrzeugbestands (basierend auf Daten des Kraftfahrt-Bundesamtes). Eine vergleichsweise hohe Dichte von Fahrzeugen ist in den Regionen festzustellen, die zuvor *Modellregion für Elektromobilität* oder *Schaufenster Elektromobilität* waren.

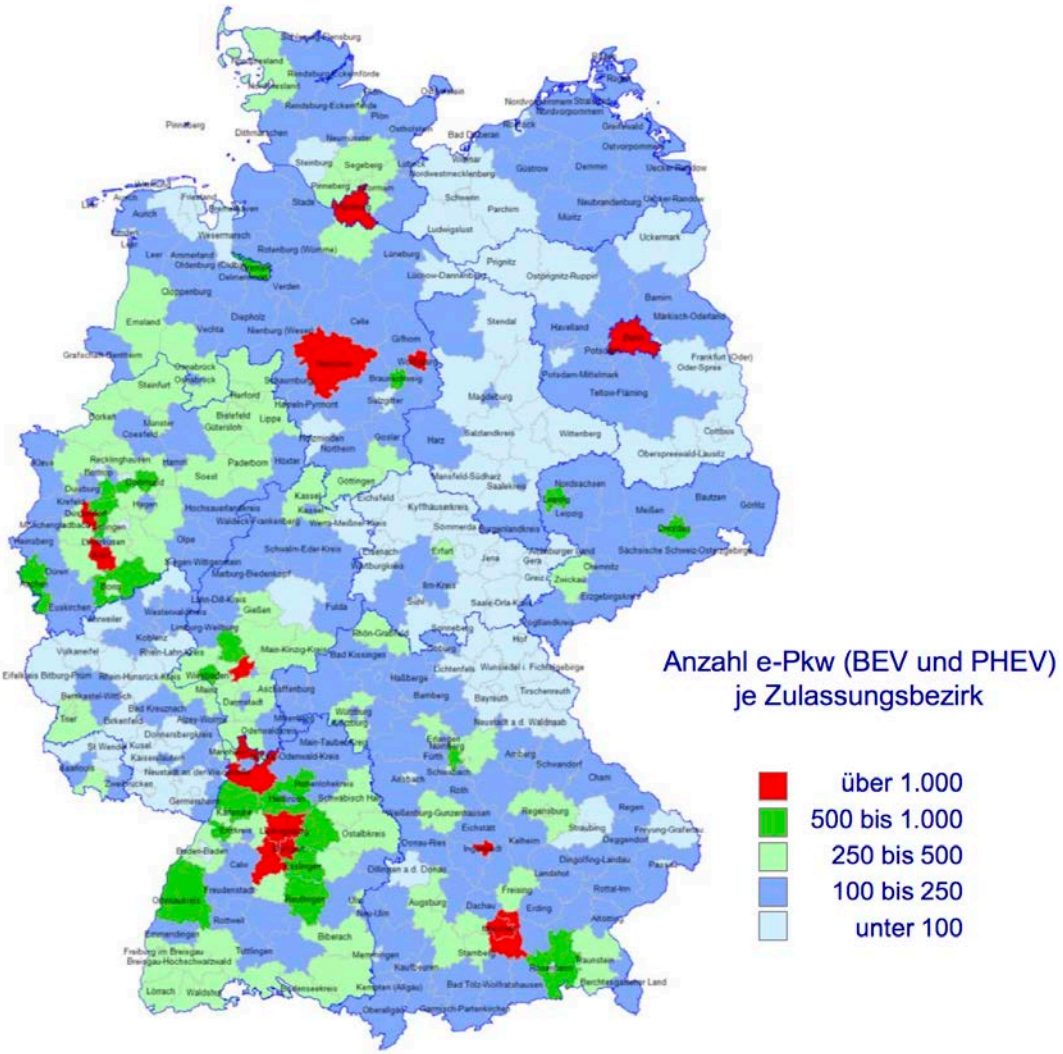


Abbildung 29: Bestand an Elektrofahrzeugen je Zulassungsbezirk (Stand 12/2017).

Quelle: Krug et al. (2018, S. 31).

92 Medienberichten zufolge wurden Elektrofahrzeuge durch Hersteller in Deutschland zugelassen, aber anschließend ins europäische Ausland exportiert, um mittels Kurzzeitzulassung in Deutschland die CO_2-Flottenbilanz des jeweiligen Herstellers in der EU zu verbessern (Sorge und Eckl-Dorna 2015, Sorge 2016). So können auch Krug et al. (2018, S. 33) anhand der hohen Neuzulassungsanteile des Modells Kia Soul und der niedrigen Inanspruchsnahmequote der Kaufprämie (die nur bei einer mindestens sechsmonatigen Zulassungdauer in Anspruch genommen werden kann) eine verstärkte Nutzung der Tageszulassungen aufzeigen.

Fast die Hälfte aller Elektrofahrzeuge im Bestand wurde mittels der Kaufprämie angeschafft, wie Abbildung 30 zeigt (basierend auf Daten des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle). So kann die Kaufprämie gemessen am Erfolg des bisherigen Förderregimes zwar als erfolgreich gelten, jedoch vor dem Hintergrund der zuvor geäußerten Kritik an Beschaffungssubventionen, dem schleppenden Mittelabfluss (der Kaufprämie seit ihrem Inkrafttreten) und den übergeordneten Zielen der Bundesregierung zum Markthochlauf keinesfalls als hinreichend.

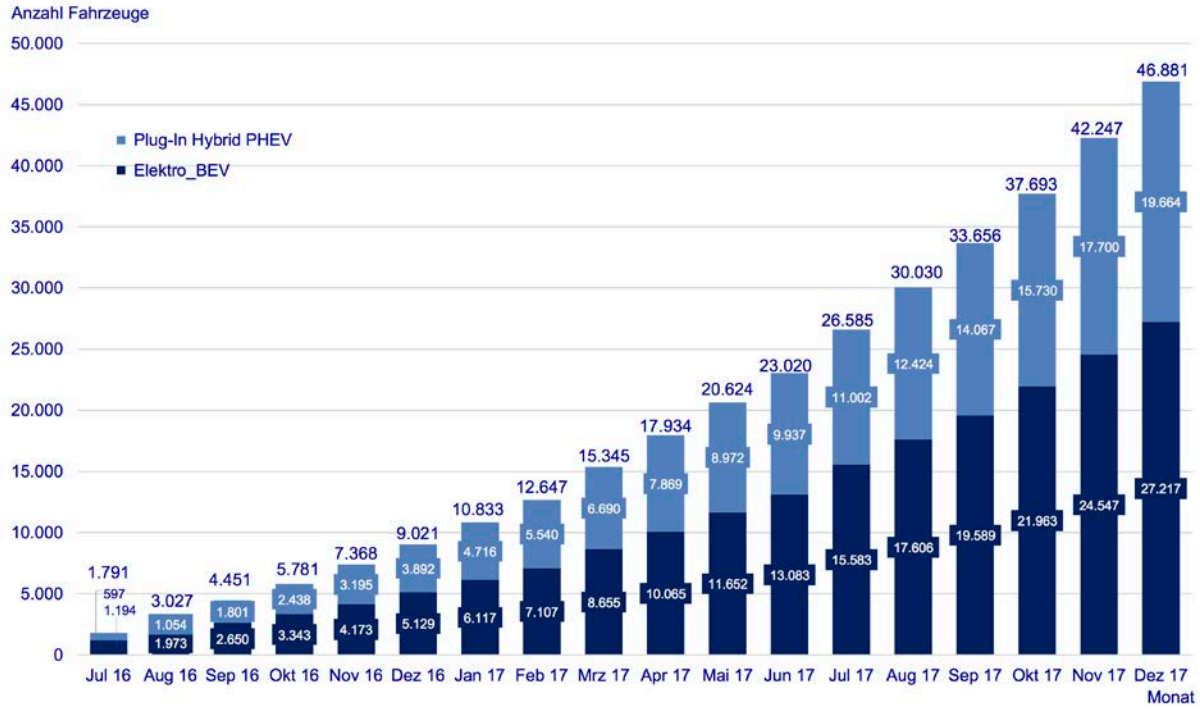


Abbildung 30: Kumulierte Anzahl von mittels Kaufprämie beschafften Elektrofahrzeugen (BEV/PHEV) seit Einführung der Kaufprämie im Juli 2016 bis Dezember 2017.

Quelle: Krug et al. (2018), S. 23.

Immerhin sind durch die zunehmende Produktvielfalt deutscher Hersteller Elektrofahrzeuge aus deutscher Produktion mit einem Anteil von 54 % führend bei den Neuzulassungen (Kraftfahrt-Bundesamt (2018j), wie Abbildung 31 zeigt. Da die Sicherung und der Ausbau des Automobilstandorts Deutschland auch immer mit im Vordergrund der politischen Programme stand, ist dies ein gutes Ergebnis im Sinne der Fördereffizienz.

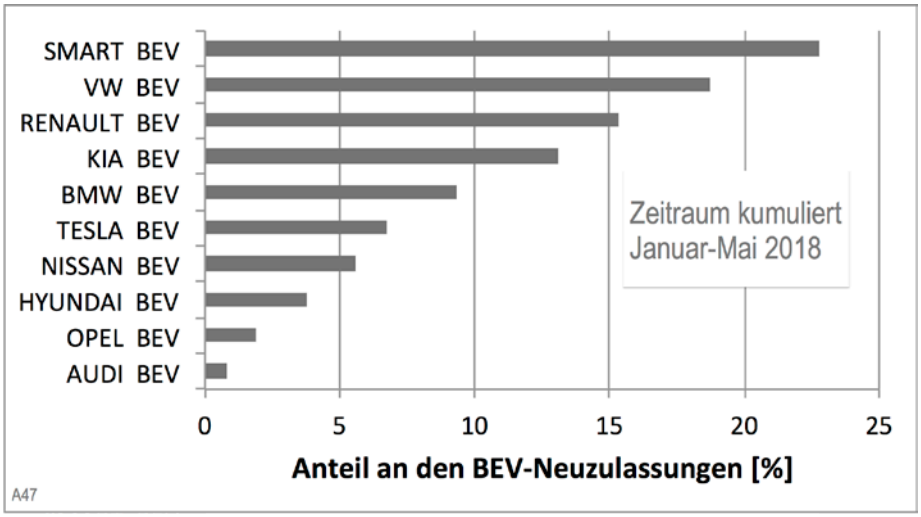


Abbildung 31: Prozentuale Anteile nach Automobilherstellern bei den kumulierten Neuzulassungen reinelektrischer Pkw (Top Ten) im Zeitraum von Januar-Mai 2018.

Quelle: eigene Darstellung.

Abbildung 32 wertet zusätzlich die Halterschaft des Fahrzeugbestandes von Elektrofahrzeugen aus. Erhebungsbedingt ist dies nur für BEV und auch erst ab 2013 möglich. Dennoch ist zu erkennen, dass immer mehr Elektrofahrzeuge von privaten Haltern genutzt werden. Ob dies schon auf den von der Bundesregierung für die Zeit bis 2017 prognostizierten Markthochlauf mit anschließendem Massenmarkt (Braune 2012) hindeutet, ist fraglich. Vielmehr scheint es bei den insgesamt noch niedrigen Bestandszahlen plausibel, dass parallel zu den (gewerblichen) Frühen Märkten nun auch die nichtgewerblichen, privaten Early Adopters die neuen Technologien ausprobieren wollen (vgl. Matthies et al. 2016, S. 10).

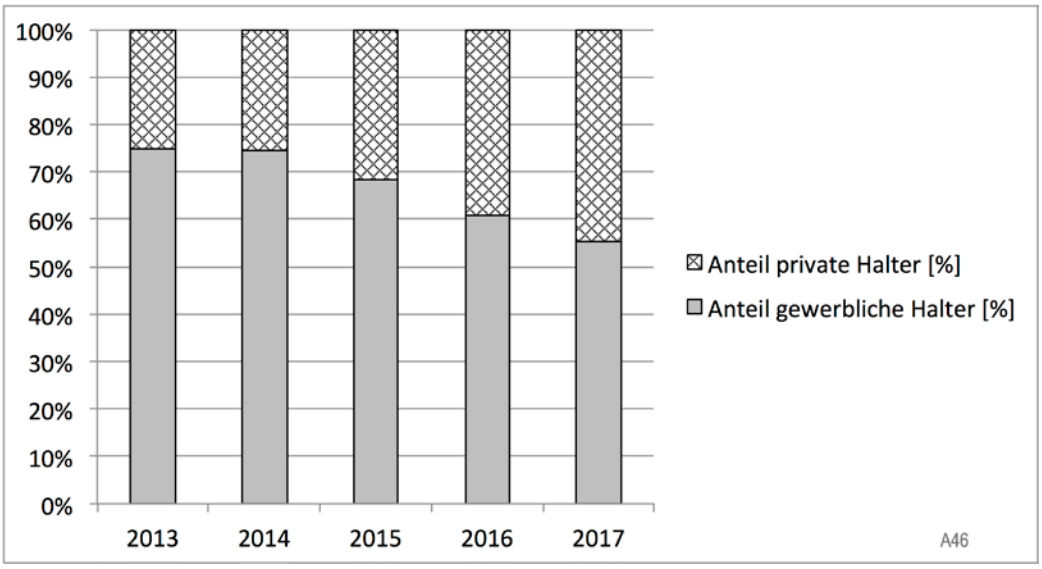


Abbildung 32: Anteil privater und gewerblicher Halter von BEV am Bestand von 2013-2017.

Quelle: eigene Darstellung mit Daten von Kraftfahrt-Bundesamt (2017a).[93]

[93] Zahlen für 2018 waren zum Redaktionsschluss noch nicht öffentlich, da diese immer nachträglich durch das Bundesamt erstellt werden (Stand August 2018).

Seit dem 18. April 2017 veröffentlicht die Bundesnetzagentur (BNetzA) die im Rahmen der Ladesäulenverordnung (LSV) (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2016c) an sie gemeldeten Ladeeinrichtungen[94], womit erstmal eine zuverlässige Erfassung der (geförderten wie ungeförderten) öffentlichen und öffentlich-zugänglichen[95] Ladeeinrichtungen in Deutschland möglich ist. Im Mai 2018 sind dies 4 760 Ladeeinrichtungen (12 % davon Schnellladesäulen) mit insgesamt 9 537 Ladepunkten (Bundesnetzagentur 2018b).

Allerdings können Betreiber einer Veröffentlichung ihrer Daten auf der Internetseite der BNetzA widersprechen. Auch müssen an die BNetzA nur solche Ladeeinrichtungen gemeldet werden, die in den Gültigkeitsbereich der LSV fallen (Inkrafttreten 16.03.2016), so dass die Zahl der öffentlich zugänglichen Ladeeinrichtungen in Deutschland wesentlich höher ist, als die über die BNetzA publizierten Zahlen (Bundesnetzagentur 2018b).

Zusammen mit den vor dem Erlass der LSV errichteten Ladeeinrichtungen und solchen, die nicht in den Bereich der LSV fallen (bspw. unter 3,7 kW Leistung oder Aufbau vor dem Jahr 2016) kommen Krug et al. (2018, S. 26) auf etwa 9 800 öffentlich zugängliche Ladeeinrichtungen (Stand 12/2017), von denen rund 10 % für eine Schnellladung ausgelegt sind. In der Regel haben die Ladeeinrichtungen zwei Ladepunkte, wodurch ca. 17 300 Ladepunkte zum genannten Zeitpunkt in Deutschland zur Verfügung stehen (Krug et al. 2018, S. 26).

Durch die unterschiedlichen Erhebungszeitpunkte und den bei unterschiedlichen Quellen verschiedenen Erhebungsmethodiken sind jedoch alle Zahlen zum Hochlauf der Ladeinfrastruktur in Deutschland mit Fehlern behaftet. Abbildung 33 versucht daher unter Zuhilfenahme von drei Quellen ein annähernd realistisches Bild zu zeichnen (Daten für 2018 mit Stand Mai 2018). Die Abbildung weist auf der Sekundärachse zusätzlich den Zielerreichungsgrad für den Ausbau der öffentlich und öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur in Deutschland aus. Im ihrem *Nationalen Strategierahmen über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe* (NSR) als Teil der Umsetzung der EU-Richtlinie 2014/94/EU plant die Bundesregierung die Bereitstellung von 36 000 Normalladepunkten sowie 7 000 Schnellladepunkten bis zum Ende 2020 (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2016, S. 25).

[94] Als Ladeeinrichtung ist bspw. eine Ladesäule oder eine Wandinstallation gemeint. Wichtigster Bestandteil einer solchen Ladeeinrichtung sind die Ladepunkte, die einzelne Buchsen bezeichnen. In der Regel haben öffentliche Ladesäulen zwei Ladepunkte, können aber auch in Einzelfällen je nach baulichen Gegebenheiten weniger oder mehr Ladepunkte aufweisen.

[95] Als öffentlich zugänglich gilt ein Ladepunkt, „wenn er sich entweder im öffentlichen Straßenraum oder auf privatem Grund befindet, sofern der zum Ladepunkt gehörende Parkplatz von einem unbestimmten oder nur nach allgemeinen Merkmalen bestimmbaren Personenkreis tatsächlich befahren werden kann“ (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2016c, §2 Abs. 9)

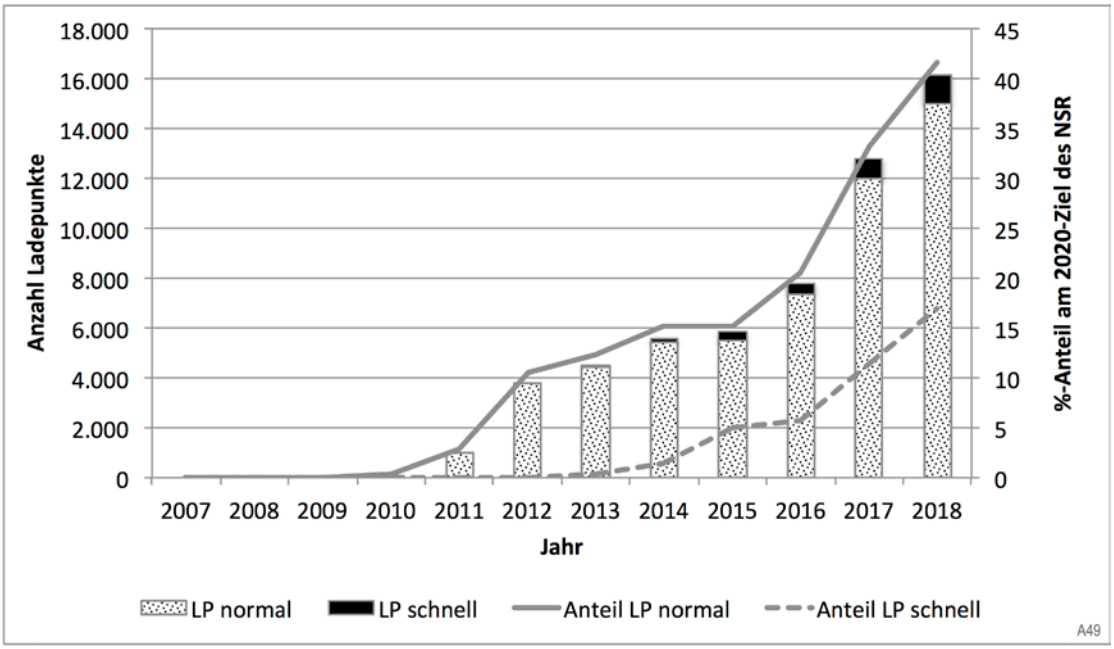


Abbildung 33: Bestandsentwicklung von Normal- und Schnellladepunkten in Deutschland und deren Anteil am Ausbauziel der Bundesregierung für 2020 laut NSR (2007-2018).

Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage von Krug et al. (2018, S. 26), Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2016, S. 14), Bundesnetzagentur (2018).

Ungefähr 75 % der aufgeführten Ladepunkte weisen als Schnittstelle eine Buchse nach dem europäischen Standard Typ 2 auf (IEC 62196) (Krug et al. 2018, S. 26). Bei den Schnellladepunkten weist nur ein kleiner Prozentsatz als Schnittstelle die für diesen Lademodus ebenfalls europaweit einheitliche Buchse *Combo-2*, was vermutlich dem zahlenmäßigen „Überhang" der bereits zu einem früheren Zeitpunkt errichteten Ladeeinrichtungen geschuldet ist (Krug et al. 2018, S. 26).

Abbildung 34 zeigt zusätzlich die geographische Verteilung der erfassten Ladeinfrastruktur. Diese ist besonders hoch in den vier Großstädten Berlin, Hamburg, Stuttgart und München (in absteigender Reihenfolge der Anzahl). In ca. 8 400 Kreisen und kreisfreie Städte gibt es weder öffentliche noch öffentlich zugängliche Ladeeinrichtungen. Mit ihren zusammen über 20 Millionen Einwohnern repräsentieren diese Gebiete ungefähr ein Viertel der deutschen Bevölkerung (Krug et al. 2018, S. 29).

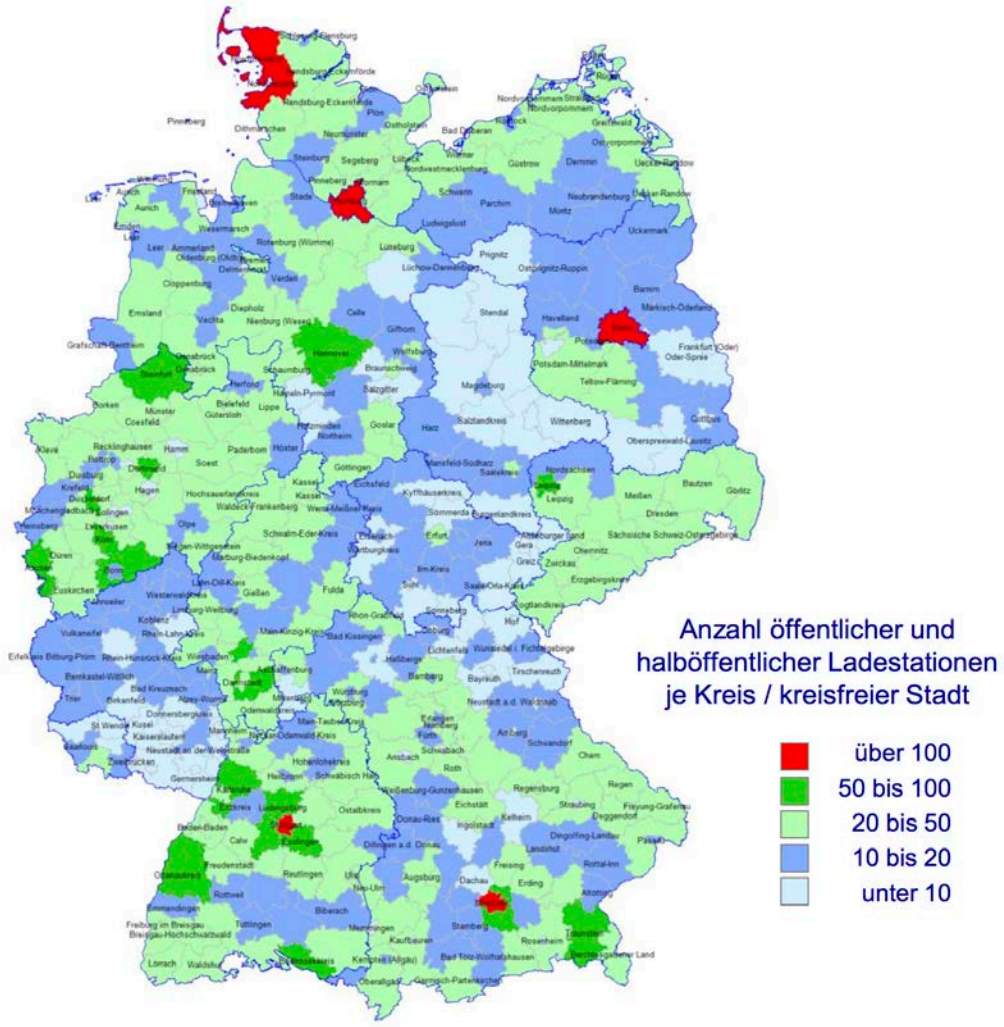


Abbildung 34: Räumliche Verteilung von Ladeeinrichtungen in Deutschland auf Kreisebene, Stand 12/2017.

Quelle: Krug et al. (2018, S. 27).

Mindestens ebenso wichtig wie die räumliche Verfügbarkeit von Lademöglichkeiten ist für den Markthochlauf und die Akzeptanz von Elektromobilität auch deren zeitliche Verfügbarkeit, also die Anzahl an Nutzern, die sich zu einem gegebenen Zeitpunkt eine Ladeeinrichtung teilen müssen. Dazu muss die Fahrzeugdichte mit in Betracht gezogen werden. Abbildung 35 bringt diese beiden Dimensionen – Fahrzeugbestand und Anzahl von Ladeeinrichtungen – zusammen und zeigt die Ladeinfrastrukturdichte je zehn zugelassener Elektrofahrzeuge pro Zulassungsbezirk (in Anlehnung an Richtlinie 2014/94/EU, siehe unten). Zum besseren Verständnis enthält die Abbildung als Referenz auch noch einmal den bereits in Abbildung 29 aufgezeigten Fahrzeugbestand je Zulassungsbezirk.

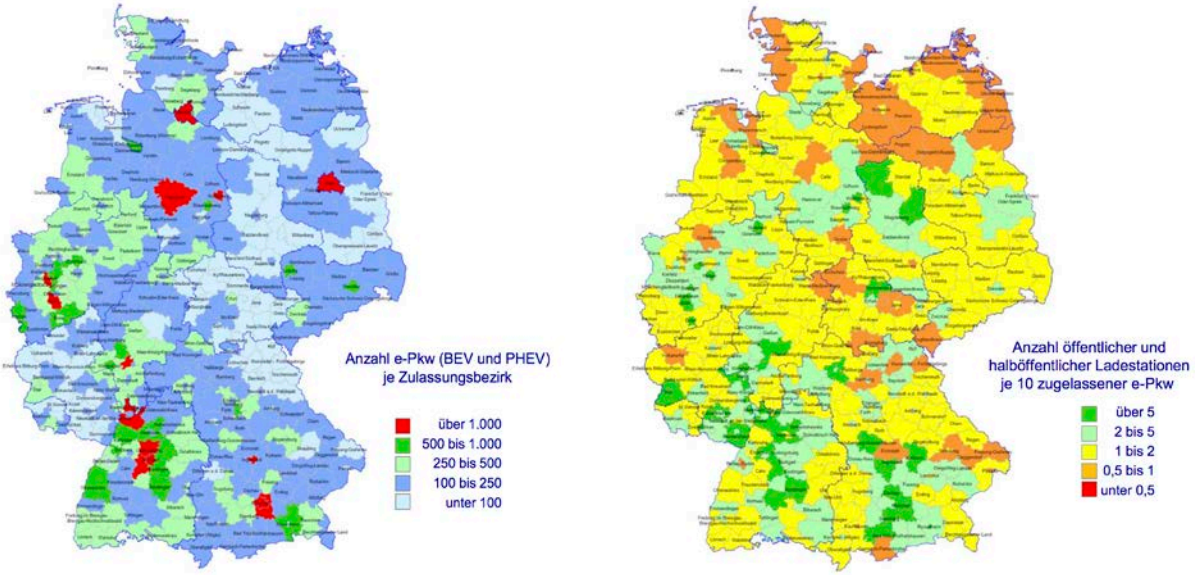


Abbildung 35: Anzahl öffentlicher und öffentlich zugänglicher Ladeeinrichtungen je zehn zugelasssener Elektro-Pkw pro Zulassungsbezirk (rechts), gegenübergestellt der absoluten Anzahl von elektrischen Pkw je Zulassungsbezirk (links).

Quelle: eigene Darstellung basierend auf Krug et al. (2018, S. 29).

Bis auf Baden-Württemberg, Teile von Bayern und NRW weisen viele Regionen, die im Fahrzeugbestand bundesweit Vorreiter sind, eine niedrige Ladeinfrastrukturabdeckung auf, was auf ungleichmäßige Entwicklungsgeschwindigkeiten beim Fahrzeughochlauf sowie dem Aufbau der dazugehörigen Ladeinfrastruktur hindeutet. Diese Disparitäten sind deshalb ineffizient, da sie nicht nur das Potenzial haben, den Markthochlauf insgesamt zu hemmen, sondern vor allem auch die Nutzerakzeptanz in den Regionen zu senken, in denen zuvor durch Förderprogramme die Bereitschaft und die Möglichkeit für den Einsatz von Elektrofahrzeugen aufgebaut wurde (siehe Interview-Reihe in der Determinantenanalyse).

Als Richtschnur für das Verhältnis von Elektrofahrzeugen (BEV+PHEV) und Ladeinfrastruktur empfiehlt die EU in ihrer Richtlinie 2014/94/EU mindestens einen Ladepunkt (öffentlich oder öffentlich zugänglich) je zehn zugelassener Elektrofahrzeuge (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2014a), stellt aber die konkrete Ausgestaltung dieses Verhältnisses den Mitgliedsstaaten unter Berücksichtigung von Fahrzeugtyp, Ladetechnologie und verfügbaren privaten Ladepunkten frei. Wie zuvor bereits erwähnt, plant die Bundesregierung gemäß dem NSR die Bereitstellung von 36 000 Normalladepunkten sowie 7 000 Schnellladepunkten bis Ende 2020 (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2016, S. 25). Bei den von der Bundesregierung anvisierten eine Million Elektrofahrzeugen entspräche dies einem Verhältnis von 0,04 statt der empfohlenen 0,1.

Gnann und Funke (2018) weisen jedoch darauf hin, dass in Zukunft vermutlich nicht der Schlüssel von Ladeinfrastruktur zu Fahrzeugen, sondern vielmehr das Verhältnis von schneller zu langsamer Ladeinfrastruktur innerhalb des Gesamtangebotes entscheidend für die erfolgreiche Durchsetzung der neuen Technologie sein wird. Dieses hängt einerseits von der weiteren Entwicklung der Fahrzeugtechnologien (Batteriekapazität), der Schnellladeinfrastruktur (Anschlussleistungen) sowie der Nutzerakzeptanz ab, im Wesentlichen aber auch von tragfähigen Geschäftsmodellen, welche bisher vor allem bei Schnellladepunkten gegeben sind.

Abbildung 36 zeigt auf, wie das Verhältnis von Elektrofahrzeugen zu Ladepunkten nach einem anfänglichen überproportionalen Aufbau im Rahmen der verschiedenen geförderten Modellvorhaben

mit dem Anstieg des elektrischen Fahrzeugbestandes der vergangenen Jahre abgenommen hat (Daten für das Jahr 2018 mit Stand Mai 2018). Dennoch bleibt das Verhältnis von Normalladepunkten zu Elektrofahrzeugen in den vergangenen Jahren stets oberhalb des von der EU empfohlenen Wertes von 0,1 und der Quotient für Schnellladepunkte oberhalb des Wertes 0,001 (Gnann und Funke 2018, S. 326) bzw. 0,00025 (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt und Karlsruher Institut für Technologie 2016, S. 23) (beide zur besseren Lesbarkeit in der Abbildung auch eingezeichnet).[96]

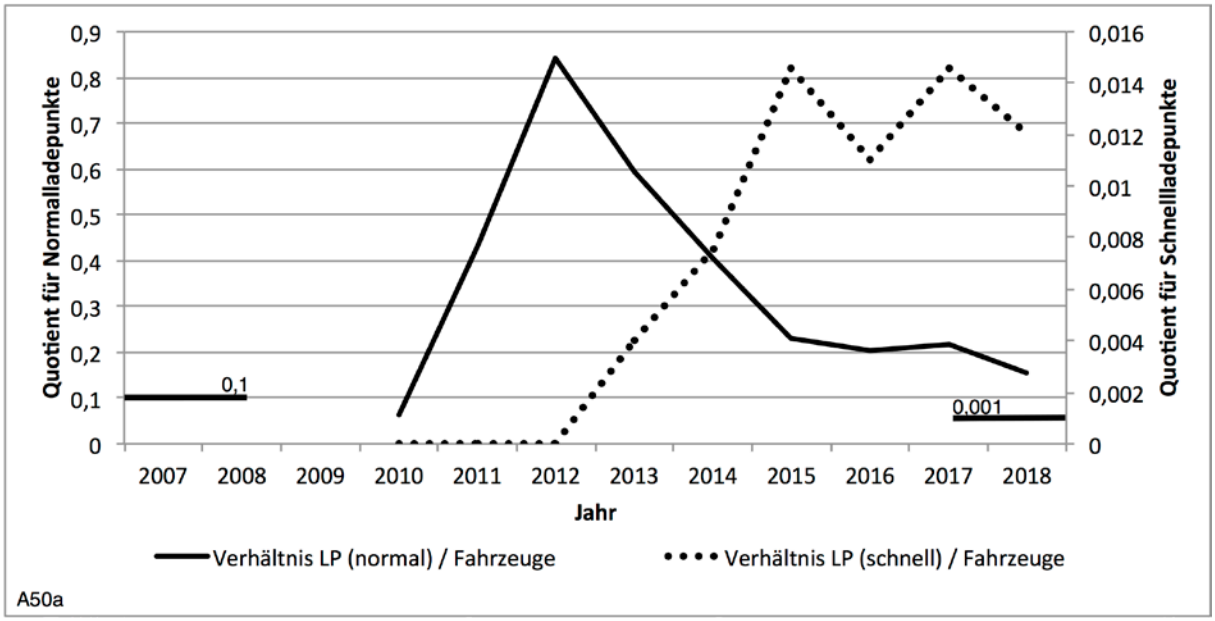


Abbildung 36: Zeitliche Entwicklung des Verhältnisses von Normal- und Schnellladepunkten zur Anzahl von Elektrofahrzeugen in Deutschland.

Quelle: eigene Darstellung mit Daten von Krug et al. (2018, S. 26), Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2016, S. 14), Bundesnetzagentur (2018) sowie Zulassungsdaten vom Kraftfahrt-Bundesamt (2017e).

Um demnach die in Abbildung 35 aufgezeigten Disparitäten zwischen Fahrzeughochlauf und dem Aufbau von Ladeinfrastruktur abschließend beurteilen zu können, müsste eine noch kleinräumigere Auflösung von Fahrzeugstandort (Nutzungsstandort) und Ladeinfrastruktur stattfinden. Überdies wäre hinsichtlich der scheinbar ausreichenden Schnellladeinfrastrukturabdeckung zu klären, welche der in Nutzung befindlichen Fahrzeuge überhaupt schnellladen können, da diese Technologie gerade bei „älteren“ Elektrofahrzeugen noch nicht weit verbreitet ist und selbst bei vielen aktuellen Modellen (z. B. BMW, Audi, Daimler, VW, Nissan; Stand 06/2018) nicht beim Standardmodell oder nur gegen Aufpreis erhältlich ist. Abgesehen davon, dass für beide Auswertungsschritte keine ausreichenden öffentlichen Daten vorliegen, würde dies auch den Umfang der vorliegenden Arbeit übersteigen. Vielmehr sollen zusammenfassend noch einmal der formale Zielerreichungsgrad für den Fahrzeughochlauf (2 % im Bestand, siehe Abbildung 28) und der Ladeinfrastrukturausbau (43 000 Ladepunkte, siehe Abbildung 33) in Beziehung gesetzt werden zu den initiierten Programmen (Abbildung 37).

[96] So richtet sich die von EU-Kommission im Juni 2018 ausgesprochene Abmahnung Deutschlands in Zusammenhang mit der Richtlinie 2014/94/EU (Europäische Kommission 2018) auch nicht gegen den Hochlauf der Ladeinfrastruktur, sondern gegen eine mangelnde Umsetzung von Standards (Deutsche Vertretung der Europäischen Kommission in Berlin, persönliche Mitteilung, Nikolaus v. Peter, Juni 2018).

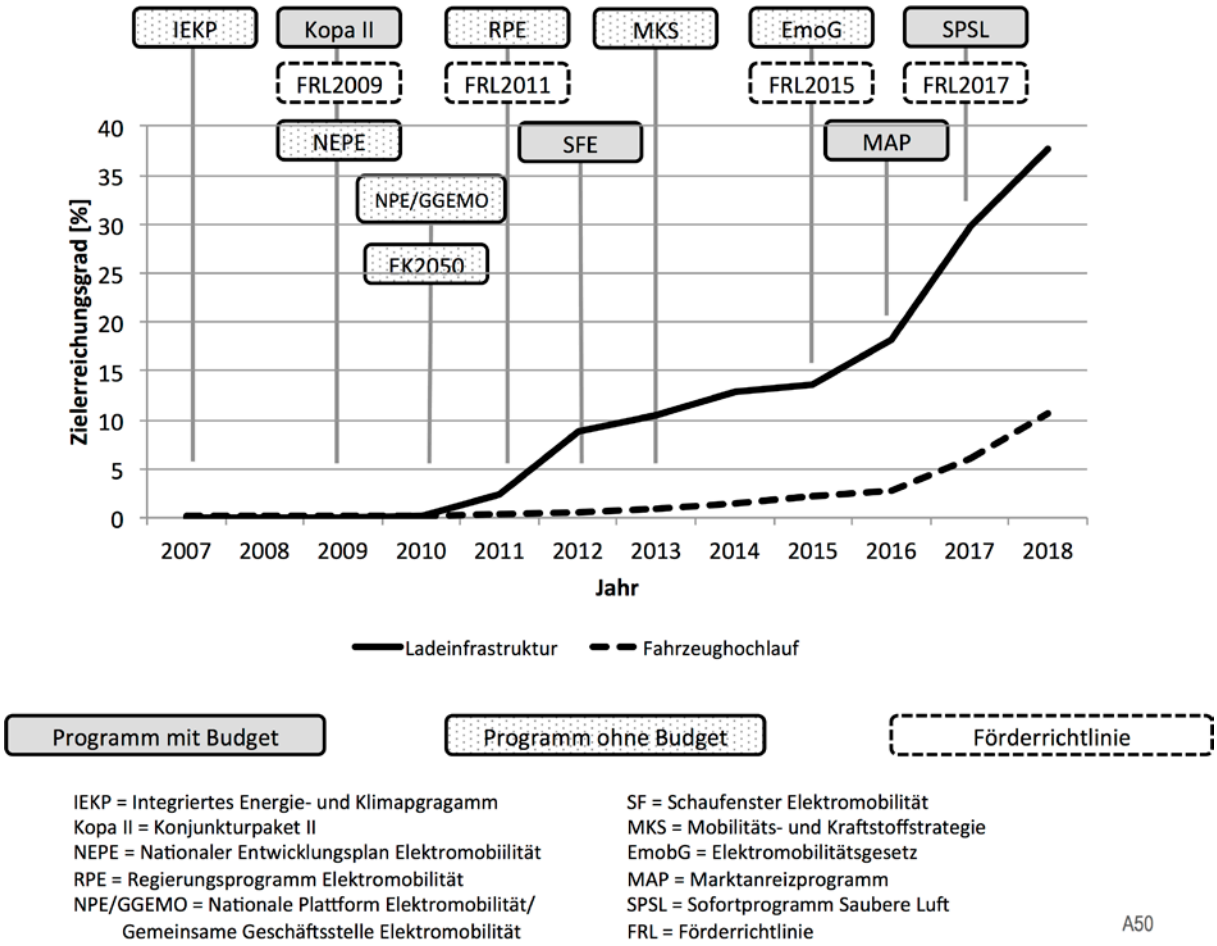


Abbildung 37: Zielerreichungsgrad von Fahrzeug- und Ladeinfrastrukturhochlauf in Deutschland im Zusammenspiel mit den verschiedenen Programmen im Zeitraum von 2007-2018.

Quelle: eigene Darstellung mit Daten von Krug et al. (2018, S. 26), Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2016, S. 14), Bundesnetzagentur (2018) für Ladeinfrastrukturdaten sowie Zulassungsdaten vom Kraftfahrt-Bundesamt (2017e).

Auch wenn, wie oben bereits erwähnt, der direkte Nachweis von der Wirkung singulärer Fördermaßnahmen schwierig ist, lässt sich erkennen, dass beispielsweise durch die *Schaufenster*-Projekte der Ladeinfrastrukturausbau beschleunigt wurde, während der Fahrzeughochlauf davon nur wenig profitieren konnte. Die größten Zuwächse, sowohl bei den Fahrzeugzahlen als auch den Ladepunkten, können dem *Marktanreizprogramm* (Kaufprämie und Ladeinfrastrukturförderung) zugeschrieben werden.

8.1.3. Qualitative Beurteilung der Umsetzung von Einzelmaßnahmen auf Landesebene

Die konkrete Implementation einer Förderung von Elektromobilität im Pkw-Bereich beginnt in Hamburg ab 2009 mittels dreier Wirtschaftsverkehrsprojekte im Rahmen des Konjunkturpakets II.

Im Projekt *hh=more* arbeiten acht Konsortialpartner mit einem assoziierten Partner zusammen, der keinen eigenen Förderantrag gestellt hatte. Dieses Konstrukt erweist sich hinsichtlich des Assoziierungsstatus als nur eingeschränkt effizient, da der assoziierte Partner im Projekt keinerlei Verpflichtungen eingeht und nicht der Steuerung des fördernden Ministeriums unterliegt – Planungen also

nicht verbindlich getroffen werden können und Zulieferungen vom Wohlwollen des Partner abhängen.[97] Im Projekt werden 68 Elektrofahrzeuge eingesetzt, was über die ursprünglichen Planungen hinausgeht (Klingenberg et al. 2011b, S. 110). Da diese Fahrzeuge aufgrund der bundesweit starken Konkurrenz um die nur wenigen erhältlichen Vorserienfahrzeuge der etablierten Automobilhersteller erst mit Verzögerung ins Projekt gelangen, verkürzt sich die Nutzungsphase der Fahrzeuge, was den Erkenntnisgewinn reduziert. Dass die Modellregion Hamburg überhaupt (und früher als andere Regionen) Vorserienfahrzeuge aus dem Hause Daimler geliefert bekommt und zudem noch, zusätzlich zu den ursprünglich geplanten 50 Smarts, weitere 18 E-Klasse-Mercedes nach Hamburg holen kann, mag auch auf die bestehenden Kontakte zwischen der Stadt Hamburg und der Daimler AG im Bereich der Wasserstoffprojekte[98] zurückgeführt werden, welche ebenfalls von der hySOLUTIONS GmbH koordiniert werden, was die Effizienz von innovativen Implementationsmaßnahmen durch die inhaltliche Bündelung bei einer Organisation unterstreicht. Allerdings können für sechs der zusätzlichen 18 Daimler-Elektrofahrzeuge keine Kunden gefunden werden, so dass diese von den Projektpartnern selbst genutzt werden müssen (Klingenberg et al. 2011b, S. 93).

Der Aufbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur wird durch zweierlei Faktoren stark verzögert. Zum einen gibt es nahezu keine technisch ausreichend ausgereiften Anlagen auf dem Markt zu kaufen, so dass letztlich nur ein Anbieter zur Auswahl steht, der aufgrund von Lieferengpässen sehr lange Lieferzeiten hat. Zum anderen stellt der Aufbau von öffentlichen Ladesäulen einen verwaltungs- wie energierechtlich neuen Prozess dar, was zu Verzögerungen bei der Genehmigung und dem Aufbau der Anlagen führte (Klingenberg et al. 2011b, S. 91). Auch wird die aufgebaute Ladeinfrastruktur nicht hinreichend genutzt, um nur ein annähernd tragfähiges Geschäftsmodell zu realisieren, was in Teilen auch mit der Blockade der Stellflächen durch Fremdbeleger („Falschparker“) zu tun hat (Klingenberg et al. 2011b, S. 92; Trümper et al. 2012). Zudem zeigen sich streckenweise Akzeptanzprobleme in der Öffentlichkeit, wenn bei anhaltend hohem Parkplatzdruck im Straßenraum Parkplätze für leerstehende Ladeplätze entwidmet werden (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2015c). Zielzahl sind 100 öffentlich zugängliche Ladesäulen (Hamburgische Bürgerschaft 2009), die jedoch während des Projektes mit Verweis auf die doppelte Ladepunkte auf 50 Säulen reduziert wird. Zwar könnten mit den neuen Plänen theoretisch 100 Elektrofahrzeuge zeitgleich angesteckert sein, nur werden während der Projektphase und der noch niedrigen Auslastung der Infrastruktur pro Säule nicht durchgängig zwei Stellplätze pro Ladesäulenstandort per Sondernutzungserlaubnis vom Betreiber freigehalten. Überdies übersieht die Argumentation mit der gleichen Anzahl Ladepunkten die räumliche Komponente des Aufbaus. Im Sinne des Förderziels und der Sichtbarkeit der Aktivitäten stellt diese Planänderung somit eine erhebliche Effizienzeinbuße des Projektes beim Thema Ladeinfrastruktur dar. Obwohl im Projekt grundsätzliche Fragestellungen rechtlicher Art beim öffentlichen Laden erörtert und teils gelöst werden können, so waren die Ziele zu hoch gesteckt für den letztlich stark verkürzten Projektzeitraum.

Das Projekt *Hamburg PURE* besteht nur aus einem einzelnen Förderantrag durch die Renault Deutschland AG, im Rahmen dessen 15 elektrische Fahrzeuge des Modells Kangoo im Hamburger Wirtschaftsverkehr eingesetzt werden. Weitere Arbeitsziele sind lediglich innerhalb der Vertriebsstrukturen von Renault geplant und kommen nur mittelbar der Modellregion Hamburg (und der deutschen Automobilindustrie) zugute. So werden werden beispielsweise Mechatroniker für die Wartung der Fahrzeuge ausgebildet sowie ein für Hochspannungsarbeiten zugelassener Werkstattplatz in der Niederlassung Hamburg-Nedderfeld eingerichtet (Renault Deutschland AG 2011, S. 12).

---

97 Persönliche Mitteilung Sören Trümper, Projektleiter Elektromobilität hySOLUTIONS GmbH (2009-2012), Juni 2018.

98 Siehe das im Jahr 2009 zwischen der Stadt Hamburg, Daimler und weiteren Unternehmen bezüglich des Ausbaus von Wasserstoffmobilität unterzeichnete MoU (Freie und Hansestadt Hamburg 2009c).

Aufgeteilt auf 15 Fahrzeuge entspricht die Fördersumme von knapp 600 000 Euro nahezu 40 000 Euro anteiliger Förderung pro eingesetztem Fahrzeug, was den damaligen Kaufpreis des Fahrzeugs übersteigt. Als effizient hingegen kann der Fokus des Vertriebs von Renault auf bestehende Großkunden betrachtet werden. Durch die Kenntnis der Kunden und die bestehenden Geschäftsbeziehungen können individuelle, angepasste Einsatzzwecke für die Fahrzeuge identifiziert werden. Mitunter kann so ein Einstieg in eine weitreichende Fuhrparkumstellung auf elektrische Fahrzeuge unter Berücksichtigung des übrigen Fuhrparks und noch laufender Leasingverträge vorbereiten werden. Positiv ist auch hervorzuheben, dass bei jeder Fahrzeugauslieferung an Unternehmen eine verpflichtende Fahrerschulung vorgeschaltet wird, bei der Nutzer den Umgang mit dem Fahrzeug und der Ladeinfrastruktur (auch der öffentlichen, da zu den Terminen Mitarbeiter von Vattenfall Hamburg eingeladen werden) erlernen. Gerade die „ersten Schritte“ im Umgang mit einer neuen Technologie können prägend hinsichtlich ihrer Akzeptanz sein (Dütschke et al. 2015, S. 34). Wenn durch die Schulungsmaßnahmen bei Fahrzeugauslieferung der Fahrzeugeinsatz erfolgreicher, weil problemloser, ablief, dann hat dieser Schritt die Effizienz der Fördermaßnahme erhöht.

Im Projekt *HH-Wise* als drittem Modul im Wirtschaftsverkehr werden anfangs nur die geplanten 20 in Italien auf einen elektrischen Antrieb umgerüsteten Fiat Fiorino-Lieferfahrzeuge durch die *Transporter & Wohnmobilfachbetrieb Karabag GmbH* importiert und ins Projekt eingebracht (Karabag und Söhns 2011, S. 7). Da die Massenhersteller Schwierigkeiten haben, ausreichend Elektrofahrzeuge für den Bedarf in den Hamburger Förderprojekten zu bedienen (siehe Ausführungen Projekt *hh=more*), und der Fördergeber eine hinreichende Mittelverfügbarkeit signalisiert, wird die Projektlaufzeit um fünf Monate verlängert und innerhalb dieser Zeit weitere 200 Pkw der Modelle Ford e-Ka und Fiat 500e sowie 15 Fiat Ducato-Lieferwagen durch die Karabag GmbH an gewerbliche Nutzer in Hamburg ausgeliefert. Diese 215 Elektrofahrzeuge werden durch die Karabag GmbH in Hamburg und an Standorten in Deutschland selbst umgerüstet. Hierzu werden bei der Hauptgeschäftsstelle der Karabag GmbH in Hamburg Werkstattkapazitäten aufgebaut und Fahrzeugbauingenieure beschäftigt. Für die meisten Bauteile außer der Batterie (z. B. Elektromotor, Elektronik) werden regionale Zulieferbetriebe genutzt (Karabag und Söhns 2011, S. 8). Die Förderintensität entspricht bei dem Fördervolumen von ca. 3,5 Mio. Euro rund 15 000 Euro je Fahrzeug. Das Projekt bringt von den drei im Rahmen des Konjunkturpakets II initiierten Wirtschaftsverkehrsprojekten nicht nur die größte Anzahl von Fahrzeugen in die Modellregion Hamburg, sondern trägt auch am stärksten zu einem regionalen Wissensaufbau bei Zulieferern und der anschließenden Ausgründung der Karabag GmbH in die ReeVOLT GmbH bei.

2015 wird der letzte Anteil am Unternehmen ReeVOLT durch die Karabag GmbH an den bereits seit 2014 beteiligten Energieversorger Wemag verkauft. Ende 2015 verkauft die Wemag die Firma ReeVOLT an einen Hamburger Fahrzeugteilehersteller weiter, der unter dem Namen Emovum die Fahrzeuge vorerst weiter vertreibt. Dieser Vertrieb wird im Laufe des Jahres 2017 eingestellt. Die Karabag GmbH ist indes wieder komplett zu ihrem ursprünglichen Tätigkeitsportfolio (von vor der Förderung) zurückgekehrt. Die Nachhaltigkeit des Projektes wird somit im Nachhinein eingeschränkt, wobei in Betracht gezogen werden muss, dass selbst die weltgrößten Automobilhersteller zu diesem Zeitpunkt noch Probleme haben, ein tragbares Geschäftsmodell mit Elektrofahrzeugen zu entwickeln.[99]

Was für einen Anteil oder Beitrag die sechs assoziierten Partner des Projektes (Tenkhoff et al. 2012, S. 104) am Umsetzungserfolg haben, ist aufgrund der fehlenden Aufgabenzuweisung auch in den Projektdokumentationen nicht nachweisbar. Hier zeigt sich, wie schon beim Projekt *hh=more* (siehe

[99] So berichtet der FIAT-Vorstandsvorsitzende Sergio Marchionne am 21.05.2014 auf einer Konferenz in Washington, USA, dass er mit jedem verkauften Elektromodell des Fiat 500 rund 14 000 $ Verlust mache (Eckl-Dorna 2014).

oben), dass ein unverbindlicher Assoziierungsstatus keine geeignete Form der effizienten Zusammenarbeit eines Konsortiums ist.

Die im November 2011 auf den Weg gebrachte Bewerbung Hamburgs als *Schaufenster Elektromobilität* (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2011c) bleibt erfolglos. Sie ist somit unter Effizienzgesichtspunkten als ineffizient einzustufen, jedoch liegt es außerhalb der Einflussmöglichkeiten der Stadt Hamburg, ein anderes Ergebnis zu erzielen. Als Vorteil der Bewerbung kann zudem angeführt werden, dass das für die Bewerbung notwendige politische Bekenntnis zum Ausbau der Elektromobilität in Hamburg, das neben einem abgestimmten Konzept auch finanzielle Zusagen beinhaltet (siehe Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2011c), zu einer stärkeren Verankerung des Themas in der Hamburger Politik führt und großen Rückhalt für nachfolgende Projekte bedeutet.[100] Ebenso wird im Zuge der *Schaufenster*-Bewerbung die hySOLUTIONS GmbH, nach der vom Bund seit 2009 geförderten Funktion als *Regionale Projektleitstelle*, nun auch vom Hamburger Senat formal als verantwortliche Stelle für alle Elektromobilitätsaktivitäten der Stadt Hamburg festgeschrieben, was eine stärkere organisatorische Bündelung bedeutet und dem Unternehmen mehr politisches Gewicht verleiht.

Im September 2012 startet das Projekt *Wirtschaft am Strom* mit dem erneuten Fokus auf Wirtschaftsverkehrsflotten und kommunalen Flotteneinsatz. Während im Projekt ursprünglich „bis zu 900 batteriebetriebene Pkw und leichte Nutzfahrzeuge in öffentlichen und gewerblichen Flotten“ eingesetzt werden sollten (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2013a, S. 17), ist die Zielzahl im Projektantrag auf 740 Fahrzeuge als maximale Fahrzeugfördermenge sowie den Aufbau von bis zu 250 Ladepunkten reduziert worden (NOW GmbH 2013, S. 97), was letztlich die Messlatte bei der Beurteilung der Projekteffizienz darstellt. 120 Fahrzeuge davon sollen durch kommunale Unternehmen betrieben werden (Lindlahr 2012). In der knapp über fünfjährigen Projektlaufzeit werden 795 Elektrofahrzeuge in 367 Unternehmen und Organisationen eingesetzt. 301 Fahrzeuge fahren im öffentlichen Sektor (davon 195 bei der Kernverwaltung und 106 bei den öffentlichen Unternehmen) sowie 494 in der Privatwirtschaft genutzt (Flämig et al. 2018a; S. 20), so dass sowohl bezüglich der Gesamtanzahl von Fahrzeugen als auch deren Verteilung zwischen privaten und kommunalen Fuhrparks eine Übererfüllung der Projektvorgaben vorliegt.

Ebenfalls hervorzuheben ist die große Anzahl von Fahrzeugmodellen, die über das Projekt interessierten Unternehmen in der Hamburger Wirtschaft oder der städtischen Verwaltung zur Verfügung stehen. Dies sind über den Gesamtzeitraum des Projektes 24 Modelle von elf Herstellern (Flämig 2018a, S. 21). Allerdings stehen nicht alle Fahrzeuge ab Projektbeginn zur Verfügung. So werden im ersten Jahr des Projektes nur knapp 100 Fahrzeuge in Nutzung gebracht. In den ersten 18 Monaten dominieren zudem zwei Hersteller (Renault und Daimler) (Flämig et al. 2018a, S. 20). Gründe hierfür sind zum einen die stark verspätete Ausstellung von Förderbescheiden seitens des Projektträgers, die eine vollumfängliche Bewerbung von Fahrzeugen und die Abwicklung der geförderten Leasingverträge verzögert. Zum anderen kann das parallel zum reinen Herstellerleasing im Projekt geplante Vertriebsmodell eines extern betreuten Fuhrparks in großen Unternehmen (*corporate carsharing*) sich nicht durchsetzen. Dieses sieht die Bereitstellung und den Betrieb von geförderten Elektrofahrzeugen über einen Mobilitätsdienstleister innerhalb bestehender Unternehmensfuhrparks oder als alleiniger, extern koordinierter Fuhrpark vor. Insgesamt haben drei Konsortialpartner nacheinander vergeblich versucht, hieraus ein tragfähiges Geschäftsmodell zu entwickeln, verließen das Konsortium aber noch während der Projektlaufzeit mangels Umsetzungserfolgen (Knie et al. 2016d, Forschungszentrum

[100] Für die Struktur des Stadtstaates Hamburg bedeutet dies, dass der klar geäußerte Wille des Senats auch in die Bezirksversammlungen (die Landesebene) hineinstrahlt, welche in vielen Fällen von den gleichen Parteien wie denen im Senat geführt werden.

Jülich 2018e). Erst mit dem Eintritt einer weiteren Leasingbank (Volkswagen Financial Services), die zudem markenungebunden agieren konnte, sowie der Verfügbarkeit einiger beliebter VW-Modelle als Elektrovariante, kann ab Mitte 2015 der Fahrzeugabsatz im Projekt noch einmal deutlich intensiviert werden (Flämig et al. 2018a, S. 22). Da offenbar bei vielen Organisationen eine hohe Markenbindung besteht, ist dieser Schritt in zweierlei Hinsicht sinnvoll. Die Einbindung von weiteren Unternehmen bietet der Hamburger Wirtschaft und Verwaltung mehr Möglichkeiten, bei sich im Fuhrpark den Einsatz von Elektrofahrzeugen zu prüfen. Zum anderen ermöglicht es der Begleitforschung im Projekt, die Erhebungen an einer größeren Stichprobe durchzuführen. Dennoch bleibt die durchschnittliche Anzahl von Elektrofahrzeugen pro beteiligten Fuhrpark bei zwei Fahrzeugen pro Organisation, so dass der Anwendungsfall „Fahrzeugflotte“ und „Flottenumstellung“ nur beschränkt abgebildet werden kann.[101]

Die Begleitforschungsaktivitäten werden jedoch an mehreren Stellen teils stark eingeschränkt. Zum einen haben auch die beteiligten akademischen Partner das oben beschriebene Problem der sehr spät bewilligten Förderbescheide. Während Unternehmen der freien Wirtschaft aufgrund der für sie geltenden Fördergrundsätze ohnehin nur nachträglich auf Kostenbasis gefördert werden – die Stellenfinanzierung also für die ersten Monate grundsätzlich gesichert ist – sind Hochschulen auf die vorab bereitgestellte Förderung auf Ausgabenbasis angewiesen, was ihnen zusammen mit den geltenden Haushaltsvorgaben in der Regel nicht erlaubt, Stellen ohne vorliegenden Förderbescheid freizugeben. Als Ergebnis ist die Begleitforschung in den ersten Monaten der Projektlaufzeit nur stark eingeschränkt arbeitsfähig (Flämig et al. 2017c, S. 28, 32). Zum anderen sieht der Projektplan von vorneherein einen parallelen Beginn der Vertriebs- wie auch der Forschungsaktivitäten vor, so dass die Erstellung eines detaillierten Erhebungsplans und die einhergehende notwendige Abstimmung zwischen Fahrzeugvertrieb und Begleitsforschung vor der Auslieferung der Elektrofahrzeuge an die Nutzer nicht möglich ist. So müssen Fahrzeuge aufwendig nachträglich mit Datenerfassungsgeräten ausgestattet werden und auf Längsschnittlichkeit angelegte Erhebungen in ihrem Aufbau mehrfach angepasst werden. Erschwerend kommt hinzu, dass die Begleitforschung (wie übrigens auch die Projektleitung oder sogar der Projektträger) mangels hinreichender rechtlicher Ausgestaltung bzw. Präzision der Förderauflagen kein Durchgriffsrecht auf die Nutzer des Förderguts (also der Fahrzeugnutzer) hat und auf die freiwillige Kooperation dieser bei allen Erhebungsschritte angewiesen ist. Dies vermindert nicht nur bspw. die Rücklaufquoten von Erhebungen, sondern führt im Fall der Fahrdatenerhebungen, wo nur drei Hersteller der Erhebung eines stark verkürzten Datensatzes in ihren Fahrzeugen zustimmen, zu größeren Abstrichen des vormals geplanten Forschungsumfangs, was die Effizienz des Projektes, das als Forschungsprojekt angelegt und als solches vom Verkehrsministerium gefördert wird, erheblich mindert. Ebenso wenig effizient ist es, dass ein kleinerer Teil des geförderten und für *Wirtschaft am Strom* allokierten Kontingents von Elektrofahrzeugen mit Billigung der Projektleitung einem privatwirtschaftlich organisierten Feldversuch eines in Hamburg ansässigen Mineralölherstellers zugeführt wird, dessen Daten der Projektbegleitforschung von *Wirtschaft am Strom* nicht zur Verfügung stehen.[102]

Dennoch werden im Projekt Fahrdaten aus 160 BEV und elf PHEV (sowie 21 ICEV Fahrzeugen als Vergleichsfahrzeuge) in einem Umfang erhoben, der so in Deutschland für diese Technologien in öffentlich zugänglichen Quellen noch nicht zur Verfügung stand. Durch die Anwendung mehrerer Erhebungsmethoden auf den gleichen Forschungsgegenstand (z. B. Fahrdaten und sozialwissenschaftliche Erhebungen) können wichtige Zusammenhänge von Fahrzeugnutzung und Umweltauswirkungen oder Technologieakzeptanz und Kaufentscheidung, bei einer Fördereffizienz von rund

101 Lenkungskreis *Wirtschaft am Strom*, 08.12.2016.

102 Cleanreturns UK, persönliche Mitteilung Nina Kataeva, Dezember 2015.

6 500 Euro pro Fahrzeug, ergründet werden[103]. So werden bspw. bei 345 fahrzeugnutzenden Organisationen im Projekt Daten zum übrigen Fuhrpark (Nicht-Elektrofahrzeuge) erhoben, womit ein Datenbestand zu 7 153 Fahrzeugen innerhalb der Hamburger Wirtschaft und im kommunalen Bereich aufgebaut wird (vgl. Flämig et al. 2018b). Als besonders effizient erweist sich dabei die Einbindung von Multiplikatoren wie Handelskammer und Handwerkskammer in das Projektkonsortium. Hier kann über bestehende Netzwerke eine weitreichende Ansprache innerhalb des als Früher Markt identifizierten Wirtschaftsverkehrs erzielt und zusammen mit den Daten der Begleitforschung eine Potenzialabschätzung für den Einsatz von Elektrofahrzeugen im Hamburger Wirtschaftsverkehr vorgenommen werden (vgl. Knahl und Sommer 2013). Die mehrfache Projektverlängerung mag dabei ineffizient wirken, hat für die (spät gestartete) Begleitforschung letztlich aber Vorteile. So können mehr Fahrdaten über einen längeren Zeitraum erhoben und Rücklaufquoten von Fragebögen erhöht werden. In jeder Hinsicht ineffizient erweist sich jedoch die mangelnde Einbettung von Projektzielen in den städtischen Planungskontext. Es können keine öffentlichen Flächen für den Aufbau der geplanten Schnellladesäulen gefunden werden, so dass diese letztlich auf Privatgrund errichtet werden müssen und eine der drei geplanten gar nicht mehr zur Umsetzung kommt (Schulte et al. 2018, S. 85). Wo mangelnde Standardisierungen Projekterfolge vereiteln, wie z. B. im Bereich des induktiven Ladens, welches im Projekt aufgrund fehlender Standardisierungen nicht weiter verfolgt wurde, ist hingegen nicht notwendigerweise von Ineffizienz zu sprechen, da es Ziel eines Forschungsprojektes auch ist, bspw. einen Standardisierungsbedarf aufzudecken. Zudem tragen die im Projekt erarbeiteten Sachstände zur laufenden Diskussion bei und sind durch die Gremienarbeiten, an denen einige Projektteilnehmer auf Bundesebene teilnehmen, sowie nicht zuletzt auch die Projektdokumentationen nicht verloren.

Während die Forschungsdaten ohne Weiteres in Anschlussvorhaben oder für die generelle Forschung weiterverwendet werden können, ist die Nachhaltigkeit des Projektes im Hinblick auf die Fahrzeugnutzung durch die alleinige Vergabe von Fahrzeugen im Leasing eingeschränkt, weil die weitere Nutzung von Elektrofahrzeugen von der Verfügbarkeit von Neufahrzeugen abhängig ist, die im Anschluss an das Projekt Wirtschaft am Strom aber beispielsweise nicht problemlos verfügbar sind. So verweigert der Hersteller Daimler beispielsweise Nutzern von elektrischen Varianten des Modells Smart im Projekt eine Verlängerung ihrer bestehenden Leasingverträge mit dem Hinweis darauf, dass in Kürze der neue elektrische Smart auf dem Markt erhältlich sei, was zur Rückgabe des bisherigen Fahrzeugs und letztlich der Abkehr von elektrischen Fahrzeugen insgesamt bei einigen teilnehmenden Unternehmen führt.

Kurz nach Bewilligung des Projektes *Wirtschaft am Strom*, welches sich an gewerbliche Nutzer richtet, startet im Februar 2013 das Projekt *e-Quartier* mit dem Fokus auf private, nichtgewerbliche Nutzer im Rahmen von Carsharing-Angeboten in Wohnquartieren. In bis zu zehn Quartieren sollen verschiedene Betreibermodelle für Mobilitätsangebote (offene oder geschlossene Benutzergruppen) erprobt und die Anforderungen untersucht werden, die sich für die Bereitstellung solcher Angebote (Stellplätze, Ladeinfrastruktur) schon in der Bauphase stellen, bspw. bei der Verknüpfung von erneuerbarer Energien und der Speicherung und Abgabe dieser Energie über Schnellladesäulen (NOW GmbH 2014, S. 105). Die Zielzahl für die Bereitstellung von Fahrzeugen liegt bei 120, mit denen bis zu 2 000 Nutzer angesprochen werden sollen (Hamburgische Bürgerschaft 2013, S. 22).

Am Ende des Projektes im November 2017 sind im Projekt 16 Elektrofahrzeuge in 14 Quartieren eingesetzt worden. Dies entspricht einer Förderintensität von 14 300 Euro je Fahrzeug.[104] Ein Hauptgrund für die niedrige Anzahl von Fahrzeugen ist laut Projektevaluation das mangelnde Interesse in

[103] Berücksichtigt wurden nur die Fördersummen für die Beschaffung von Elektrofahrzeugen.

[104] Berücksichtigt werden bei der Berechnung nur die fahrzeugeinsetzenden Mobilitätspartner.

weiten Teilen der Hamburger Immobilienwirtschaft (sowie Metropolregion) an Elektromobilität und Carsharing in der noch frühen Marktphase (Dickhaut et al. 2018a, S. 16), wo Geschäftsmodelle noch nicht ersichtlich sind und somit jegliches Engagement unkalkulierbare finanzielle Risiken aufweist (Dickhaut et al. 2018a, S. 14). Außerhalb des Einflussbereichs des Projektes kommen konkurrenzierende Mobilitätsangebote, z. B. von stationsungebundenen Carsharing-Anbietern hinzu, welche die Attraktivität der stationsgebundenden Angebote im Projekt reduzierten (Dickhaut et al. 2018a, S. 21).

Die projekteigene Evaluation weist aber auch auf ineffiziente Abstimmungen innerhalb des Konsortiums hin. Zwar wurde bereits nach wenigen Monaten Laufzeit 2013 die Projektsteuerung von der hySOLUTIONS GmbH an die D&K GmbH übergeben, da „die Aufgaben im Projekt komplexer und aufwändiger werden“ (Dickhaut et al. 2018b, S. 12). Dieser Schritt ist als richtig und effizient einzuschätzen, da die D&K GmbH als Immobilienentwickler auf das notwendige Fachwissen zurückgreifen kann, um als Schnittstelle zwischen Bauherren, Verwaltungen und Planern effektiv koordinierend tätig zu sein. Dennoch schafft es die neue Projektleitung nicht, die im als zu groß und daher als ineffizient wahrgenommenen Konsortium (elf Partner, 20 assoziierte Partner) teils uneinheitlichen Zielsetzungen der einzelnen Partner innerhalb ihrer Projektteilnahme aufzulösen. Während einige Partner in erster Linie den Erfahrungsaustausch und modellhafte Entwicklungen im Mobilitätsbereich anstreben, wünschen sich andere möglichst bald konkrete Umsatzerlöse oder hoffen auf neue Kunden für ihr Kerngeschäft (Dickhaut et al. 2018b, S. 26). Die daraus resultierenden überschätzten Ertragsmodelle führen zu unattraktiven Nutzungskonditionen an den Standorten (Dickhaut et al. 2018b, S. 20). Da es sich um ein gefördertes Forschungsprojekt handelt, sollte es diesbezüglich keinen Interpretationsspielraum geben, so dass die offensichtlich mangelnde Führung und Kommunikation innerhalb des Konsortiums (Dickhaut et al. 2018b, S. 23, 30) die Effizienz in den Abstimmungen und der Arbeit des Projektes negativ beeinflusst.

Hinzu kommen externe Faktoren, die so bei Projektantrag nicht antizipiert werden konnten. So berichtet die DB von teuren, weil nicht standardisierten Erschließungen der Standorte. Neben dem Standort selbst betrifft dies auch die wegen komplexer Eigentumsverhältnisse der Flächen und deren Zuwegungen erforderliche Flächenherrichtung und Ladeinfrastrukturversorgung (Knie et al. 2016b, S. 24). Ebenfalls erschweren die aus anderen Projekten bekannten langen Lieferzeiten der Automobilhersteller die zeitgerechte Durchführung von Standorterschließungen (Dickhaut et al. 2018b, S. 31).

Schon kurz nach Projektbeginn verlässt der Energieversorger Vattenfall das Konsortium, da die geplanten Projektinhalte sich nicht umsetzen lassen.[105] Zum Ende des ursprünglichen Projektzeitraums verlassen weitere fünf der anfangs elf Partner das Konsortium, während die noch verbleibenden sechs in einer einjährigen Projektverlängerung (Dickhaut et al. 2018b, S. 12) versuchen, statt der ursprünglich geplanten 30monatigen Betriebsphase (Dickhaut et al. 2018b, S. 14) noch eine minimale Einsatzzeit von zwölf Monaten der Fahrzeuge an ihren Standorten zu realisieren. Um für die vom Fördermittelgeber verpflichtend vorgeschriebene Fahrdatenerhebung in den geförderten Fahrzeugen nicht weitere Zeit für eine inhaltliche Einarbeitung und die Dienstleistersuche zu verlieren, beauftragt die für die wissenschaftliche Begleitforschung verantwortliche Hafencity-Universität (HCU) mit der Fahrdatenerhebung die TUHH, die durch ihre Arbeiten im Projekt *Wirtschaft am Strom* bereits die erforderlichen Vorarbeiten hierzu geleistet hat. So kann eine zeitnahe Fahrdatenerhebung ab dem Betriebsbeginn der geförderten Fahrzeuge sichergestellt werden, was die Effizienz der Durchführung erhöht, aber auch eine maximal Anzahl an Fahrdaten aus dem ohnehin kurzen Beprobungszeitraum für die Auswertungen durch die HCU gewährleistet.

[105] So waren bidirektionale Ladeversuche u. a. mangels Kooperation der Automobilhersteller nicht durchführbar. Der Partner Vattenfall wurde durch die GfG Bauherren GmbH ersetzt, so dass das Konsortium wieder elf Partner umfasste.

Dennoch schränkt nicht nur die kurze Einsatzzeit der Fahrzeuge, sondern die insgesamt weit hinter den ursprünglichen Planungen liegende Zahl von Standortumsetzungen die Aussagefähigkeit der erlangten Ergebnisse ein. Obgleich das Projekt umfangreiche stadtplanerische Analysen durchführt und eigene Bewertungsmethoden zu entwickeln versucht, mangelt es aufgrund der geringen Fallzahl der Umsetzungen an einer Verifizierung der Projektergebnisse im Hinblick auf die tatsächliche Eignung der im Projekt identifizierten, vermeintlich idealen Standorte, was die Nachhaltigkeit des Projektes und der ihm zugeflossenen Förderung reduziert. Dies wird jedoch in Teilen durch die umfangreiche und kritische Evaluation des Projektes aufgewogen, die eine Anzahl von Anhaltspunkten zur effizienteren Durchführung für nachfolgende Projekte bietet (Walter 2018; Dickhaut et al. 2018b).

Das im Januar 2014 startende Projekt *ePowered Fleets Hamburg* soll 450 Elektrofahrzeuge in gewerblichen Flotten einsetzen und, im Gegensatz zu der einjährigen Beprobungszeit im Projekt *e-Quartier*, diese im Rahmen einer ökologischen Begleitforschung mindestens 24 Monate lang untersuchen. Da das Konsortium nur aus der Projektleitung, einem Forschungsinstitut und der fahrzeugstellenden Leasinggesellschaft besteht, sind Abstimmungen innerhalb des Konsortiums einfach und effizient.[106] Die Projektlaufzeit endet laut Antrag im Dezember 2016, wird aber für die zwei Partner hySOLUTIONS und Öko-Institut bis Juni 2017 konstenneutral verlängert, um den zu Beginn nur langsam voranschreitenden Fahrzeughochlauf zu kompensieren sowie die verspätet gestartete Begleitforschung zum Abschluss bringen zu können (Busch und Hysolutions GmbH 2017, S. 22). So werden aufgrund eines zögerlichen Nutzerinteresses im ersten Jahr nur ca. 50 Fahrzeuge, im zweiten Jahr dann durch die Öffnung des Projektes für kommunale Nutzer ca. 150 und 2016 dann weitere rund 300 Fahrzeuge über das Projekt in Betrieb genommen (Minnich et al. 2017, S. 22). Wie schon beim Projekt *Wirtschaft am Strom* sind die schwierigen Abstimmungen mit den Automobilherstellern hinsichtlich der Fahrdatenerhebung in einem Forschungsprojekt ein weiterer Grund für die Verzögerungen (Busch und Hysolutions GmbH 2017, S. 22). Die sich über einen langen Zeitraum ziehende Fahrzeugvergabe hat zudem zur Folge, dass die Qualtität der längsschnittlichen Erhebungen stark eingeschränkt wird (Minnich et al. 2017, S. 23).

Die innerhalb der Projektlaufzeit geförderte Anzahl von Fahrzeugen beträgt 495 (Busch und Hysolutions GmbH 2017, S. 3) und übererfüllt damit die ursprüngliche Planzahl. Die Förderintensität pro Fahrzeug beträgt rund 17 600 Euro pro Fahrzeug.[107] Mit 117 Fahrzeugen in der Beprobung kann gut ein Viertel der geförderten Fahrzeuge für die Begleitforschung genutzt werden, was im Vergleich zu den übrigen Hamburger Fahrzeugprojekten ein hoher Wert ist. Eingeschränkt in der Aussagekraft (und damit der Effizienz des Forschungsprojektes) wird die Datenerhebung dadurch, dass in den Fahrzeugen standardmäßig nur Daten zur Fahrleistung erhoben werden. Daten zum Ladeverhalten können nur bei einigen wenigen Fahrzeugen ermittelt werden (Minnich et al. 2017, S. 28). Überdies beträgt die Dauer des Erhebungszeitraums „zwischen fünf Wochen und über 2,5 Jahren“ (Minnich et al. 2017, S. 28) und die ausgewerteten Daten werden in der Mehrzahl nicht unabhängig vom beteiligten Forschungsinstitut erhoben, sondern entstammen bei 87 Fahrzeugen aus der Fahrzeugsoftware (Minnich et al. 2017, S. 30), was eine Bereitstellung seitens der Automobilhersteller bedeutet. Aufgewertet wird die Erhebung durch die parallele Datenerfassung in 36 konventionellen Vergleichsfahrzeugen.

Durch die oben angesprochene effiziente Konsortialzusammenstellung ist es im Projekt mehrfach möglich, inhaltlich nachzusteuern und Abläufe nachzujustieren, um das Projektziel möglichst zu erfül-

[106] Öko-Institut, persönliche Mitteilung Florian Hacker am Rande der Abschlussveranstaltung des Projektes im Juni 2017, Hamburg.

[107] Berücksichtigt werden bei der Berechnung nur die fahrzeugeinsetzenden Mobilitätspartner.

len. Während beispielsweise der ursprüngliche Ansatz der Einsatzpotenzialanalyse bei *epowered-Fleets* vor allem auf die Aspekte Kosten sowie der technischen Tauglichkeit der Elektrofahrzeuge (z. B. Fahrleistung oder Zuladung) fokussiert, zeigt sich im Laufe des Projektes, dass es oftmals weiche Faktoren und Hemmnisse sind, die eine Unternehmensentscheidung im Bereich Mobilitätsalternativen beeinflussen, so dass das Erhebungsformat innerhalb der Projektlaufzeit um eine qualitative Erhebungen ergänzt wird (Busch und Hysolutions GmbH 2017, S. 22; Minnich et al. 2017, S. 28). Dem Kapazitätsmangel des Leasingpartners bei der Bearbeitung von Anfragen durch interessierte Unternehmen wird im Projekt durch die Schaffung einer zusätzlichen Stelle bei hySOLUTIONS begegnet, die als Mobilitätsberatung Unternehmen hilft, Möglichkeiten und Fragen zum Einsatz von Elektrofahrzeugen im Fuhrpark zu klären (Busch und Hysolutions GmbH 2017, S. 12, 17; Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2017c, S. 13). Um in der Flottenzusammensetzung eine möglichst große Diversität zu erreichen, wird zeitweise die Fahrzeugvergabe an Behörden und kommunale Nutzer zurückgefahren, so dass innerhalb des Projektes letztlich 257 Klein- und Großunternehmen repräsentiert sind (Busch und Hysolutions GmbH 2017, S. 13). Dies hat jedoch zur Folge, dass die durchschnittliche Flottengröße in den teilnehmenden Fuhrparks bei zwei Fahrzeugen pro beteiligtem Unternehmen liegt und, wie beim Projekt *Wirtschaft am Strom* auch, den Anwendungsfall „Fahrzeugflotte“ und „Flottenumstellung“ nur beschränkt abbildet (Busch und Hysolutions GmbH 2017, S. 13). Eine weitere Parallele zum Projekt *Wirtschaft am Strom*, wenn auch ebenfalls in der Kategorie Effizienzverluste, ist die erfolglose Etablierung eines *corporate carsharing*, also der innerhalb von Unternehmensfuhrparks praktizierten externen Flottenbetreuung, bei welcher in *epowered Fleets* genau ein Kunde gewonnen werden kann (Busch und Hysolutions GmbH 2017, S. 17).

Der im Projekt entwickelte „Elektromobilitätsrechner“, einer Web-Anwendung für gewerbliche Fahrzeugflotten, ist hingegen eine sehr effiziente Maßnahme, den Wirkradius des Projektes zu vergrößern. In dem online verfügbaren Berechnungsprogramm können interessierte Unternehmen Eckdaten ihres Fuhrparks eingeben und vorab simulieren, welchen Einfluss der Einsatz von Elektrofahrzeugen auf die Betriebskosten und den CO_2-Ausstoß ihrer Flotte hat. Mit dem niederschwelligen Ansatz können sich auch Unternehmen außerhalb des Projektes über eine mögliche Flottenumstellung vorab informieren, ohne z. B. an Förderprojekten teilzunehmen oder auf dem freien Markt in Vertriebsaktivitäten von Autohäusern eingebunden zu werden, während sich das Unternehmen noch eine Meinung zu der neuen Technologie bilden möchte. Zudem wird neben dem omnipräsenten Thema Kosten auch der Blick auf die Treibhausgasemissionen gelenkt, was dem eigentlichen, übergeordneten Politikziel entspricht. Die Nachhaltigkeit dieser im Projekt entwickelten Informationsmöglichkeit wird dadurch stark eingeschränkt, als nach Projektende 2017 die Projektwebsite abgeschaltet wird und somit das vormals über das Projekt medial beworbene Werkzeug nur noch durch eigeninitative Suche im Internet interessierten Nutzern zur Verfügung steht (Öko-Institut 2018).

Bei dem im Januar 2014 gestarteten internationalen Projekt *SINGER* (Sino-German Electromobility Research) handelt es sich vor allem um eine vergleichende Projektstudie von Implementationsstrategien in China und Deutschland, bei der keine Fahrzeuge eingesetzt werden, weshalb sie nicht weiter im Kontext der Effizienzanalyse betrachtet werden soll. Hervorzuheben ist lediglich, dass internationale Konzeptvergleiche grundsätzlich die Chancen bieten, eigene Umsetzungskonzepte kritisch zu hinterfragen und Optimierungspotenziale zu prüfen, wenngleich die zwischen China und Deutschland stark variierenden Ausgangssituationen die Übertragbarkeit von Maßnahmen zur Förderung von Elektromobilität und damit die vergleichende Policy-Betrachtung in weiten Teilen auf ein rein deskriptives Maß reduzieren. So ist vermutlich nicht davon auszugehen, dass in absehbarer Zeit in Deutschland oder der EU beispielsweise eine Nummernschildvergabe für konventionelle Fahrzeuge mittels Lotterie (Lauer und Dickhaut 2018, S. 134) als Werkzeug zur Neuzulassungssteuerung eingesetzt werden wird, wie in China praktiziert. Inwiefern andere Teile des Projektes darüberhinausge-

hende Erkenntnisse, z. B. bei der Batterietechnologie, hervorgebracht haben, lässt sich mangels Projektdokumentation nicht prüfen.[108]

Im Rahmen des im August 2014 beschlossenen Hamburger *Masterplans Ladeinfrastruktur* sollen bis Mitte 2016 insgesamt 592 Ladepunkte im öffentlich zugänglichen Raum errichtet werden. Die Verteilung der Ladepunkte auf die unterschiedlichen verfügbaren technischen Auslegungen ist dabei im *Masterplan* wie folgt festgelegt: 341 AC-Ladepunkte, 181 AC-Schnellladepunkte, 70 DC-Schnellladepunkte (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2014, S. 5). Der *Masterplan* legt für dieses Ausbauziel eine prognostizierte Anzahl von Elektrofahrzeugen in Hamburg in der Größenordnung von 5 000 Fahrzeugen zugrunde. Da auf die genannten Soll-Zahlen die beim Beschluss des *Masterplans* bereits bestehenden Ladepunkte in Hamburg angerechnet werden (138 Ladepunkte), entsteht ein Ausbaubedarf von insgesamt 454 Ladepunkten an 227 Standorten. Dieses Ausbauziel wird nicht fristgerecht erreicht. Ende Januar 2017 liegt die Zahl der öffentlich zugänglichen Ladepunkte bei 327 (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2017e, S. 2). Erst fast ein Jahr später, am 18. Oktober 2017, wird im Beisein der Presse vom damaligen Ersten Bürgermeister der 600. Ladepunkt[109] in Hamburg in Betrieb genommen, womit der *Masterplan Ladeinfrastruktur* formal beendet wird („Die Zielzahl des Masterplans Ladeinfrastruktur ist damit erreicht“, Freie und Hansestadt Hamburg 2017b, S. 1). Die Nichteinhaltung der im *Masterplan* festgelegten Frist für die Zielerreichung bedeutet dabei nicht notwendigerweise eine Umsetzungsineffizienz. Vielmehr ist zu berücksichtigen, dass der *Masterplan* von vorneherein einen als „bedarfsgerecht“ (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2014, S. 4) titulierten Ausbau vorsieht, basierend auf einem Fahrzeughochlauf von Elektrofahrzeugen, der Mitte 2016 nicht in dem Maße erreicht worden ist, wie im *Masterplan* antizipiert (1 622[110] statt 5 000 Fahrzeuge). Selbst im Oktober 2017, als der Plan sein quantitatives Ziel erreicht hat, liegt die Anzahl der in Hamburg eingesetzten Elektrofahrzeuge[111] mit 2 387 noch weit unterhalb der angestrebten 5 000, was auf den ersten Blick wie eine zu hohe Dichte an Ladeinfrastruktur aussieht, aber dem Grundgedanken der EU-Richtlinie 2014/94/EU (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2014a) entspricht, welche den Ausbau von Ladeinfrastruktur (für mehrere alternative Kraftstoffe) zur Sicherstellung einer „Mindestfahrfähigkeit“ für unterschiedliche Technologien anstrebt, um dem „Henne-Ei-Problem“ bei der Durchsetzung von neuen Technologien entgegenzutreten. Ebenfalls angelehnt an die Richtlinie 2014/94/EU ist die im *Masterplan* für den Betreiber vorgeschriebene Vorhaltung einer Möglichkeit des sogenannten Ad-hoc-Ladens, also eines Strombezugs an der Ladesäule ohne Kontrahierungszwang (=vorheriger Vertragsbindung). Positiv zu bemerken ist, dass die Berücksichtigung dieser technischen Ausgestaltung zu einem Zeitpunkt erfolgte, als die genannte EU-Richtlinie noch gar nicht in Kraft war (Erstellung des Masterplans 2013, Beschluss im August 2014; Richtlinie 2014/94/EU mit Wirkung ab Oktober 2014) und somit durch vorausschauendes Handeln mögliche nachträgliche, kostenintensive Anpassungen entfallen. Blusch (2016, S. 37, 61) weist hinsichtlich der Direktzahlmöglichkeit auf eine unattraktive Preisstruktur hin. Diese obliegt dem jeweils mit der Durchführung des Bezahlverfahrens beauftragten Dienstleister, den der Betreiber Stromnetz Hamburg frei wählen kann.

---

108 Stand 06/2018 sind die für Förderprojekte nach i.d.R. spätestens sechs Monaten verpflichtend einzureichenden Abschlussberichte nicht in der verantwortlichen Technischen Informationsbibliothek Hannover verzeichnet.

109 Die im Masterplan noch genannte Zahl von 592 wurde im Laufe der Zeit ‚aufgerundet' auf 600. Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation Hamburg, persönliche Mitteilung Dr. Hammami, Mai 2018.

110 Quelle: Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2017c), S. 5

111 „*In Hamburg eingesetzt* umfasst die in Hamburg zugelassenen Fahrzeuge sowie solche Fahrzeuge, die permanent in Hamburg auf geschlossenen Arealen (Hafenterminals, Flughafenvorfeld) ohne StVO-Zulassung eingesetzt werden oder mit auswärtiger Zulassung dauerhaft und ausnahmslos in Hamburg in geschlossenen Flotten (zum Beispiel Carsharing) eingesetzt werden“ (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2017e, S. 7).

Weitere im Masterplan konkretisierte Umsetzungsvorgaben, die die Effizienz der Maßnahme erhöhen, sind die Beschaffenheit des anzubietenden Stromproduktes und die informationstechnische Vernetzung der Anlagen. So darf an den auf öffentlichen Flächen errichteten Ladepunkten nur Grünstrom vertrieben werden. Da jedoch auf weitergehende Anforderungen an die Qualtität des Grünstroms (wie noch im Projekt *hh=more*) verzichtet wird, wird der Beitrag zur „Energiewende", den die Ladeinfrastruktur über den an ihnen vertriebenen Strom leisten könnte, nicht voll ausgeschöpft.[112]

Die informationstechnische Vernetzung beinhaltet einen Anschluss aller neu errichteten Ladeinfrastrukturanlagen auf öffentlich zugänglichem Grund an einen zentralen städtischen Knotenpunkt (IT-Backend), welcher nicht nur die Überwachung der Betriebsbereitschaft der Infrastruktur, sondern auch eine Anzahl von Mehrwertdiensten ermöglicht. So können beispielsweise im Internet zentral die Belegungsstände der Ladepunkte abgerufen werden. Das System ist ausbaufähig und bietet Schnittstellen für Dritte, die ihrerseits Mehrwertdienste unter Verwendung von Ladesäulendaten entwickeln können, was die Effizienz der eingesetzten Mittel erhöht, da Nachrüstungen oder Zusatzsysteme entfallen. Dritte sind dabei nicht nur Dienstleister wie Hersteller von Navigationssoftware, die solche Daten nutzen könnten, um z. B. den Fahrer zum nächsten freien Ladepunkt zu führen, sondern in erster Linie Stromvertriebe. Da der *Masterplan Ladeinfrastruktur* (wie auch alle bisherigen Betriebsmodelle in öffentlicher Regie in Hamburg) einen diskriminierungsfreien Zugang zur Infrastruktur vorsieht, können dritte Stromvertriebe im Rahmen einer Nutzungsvereinbarung mit dem Betreiber (das städtische Unternehmen Stromnetz Hamburg) Strom unter ihrem Namen an ihre eigenen Kunden vertreiben. Die Nutzungsvereinbarung regelt technische Details (wie Zugangsmedien) und grundsätzliche Voraussetzungen (wie Grünstrom). Der Strom wird dabei über ein Beistellungsmodell an den Säulen bereitgestellt, bei dem dritte Stromvertriebe beim (ebenfalls städtischen) Energieversorger Hamburg-Energie Grünstrom zu Börsenpreisen einkaufen und diesen ihren Kunden mit der eigenen Marge berechnen. Der Betrieb der Ladeinfrastruktur wird dritten Stromvertrieben dabei aktuell nicht berechnet (Stand 07/2018) (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2018b).

Durch die kostenfreie Bereitstellung der Infrastruktur und die definierten Handelsbedingungen stellt der *Masterplan* eine zwar mit Auflagen behaftete, aber dennoch niederschwellige Möglichkeit für Stromvertriebe dar, für ihre eigenen Kunden ein Stromprodukt für Ladestrom zu entwickeln und anzubieten. Von dieser vor allem für die Stromvertriebe sehr effizienten Möglichkeit machen jedoch nur sieben (Stromnetz Hamburg GmbH 2018, Stand 07/2018) der über tausend allein in Deutschland tätigen Stromvertriebe[113] Gebrauch. So wird die innerhalb des *Masterplans* errichtete öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur auch nicht wie ehemals vorgesehen zu 50 % (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2014, S. 24), sondern zu über 90 % von der Stadt Hamburg über ihre Tochter Stromnetz Hamburg GmbH betrieben (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2017c, S. 20). Der Betrieb wird dem Unternehmen im Rahmen eines Selbstkostenerstattungsvertrages vergü-

[112] Zwar wird mit der EU-Richtline 2009/28/EG (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2009a) ein EU-weiter elektronischer Herkunftsnachweis eingeführt und die Problematik des ‚greenwashing' von Strom aus fossilen Quellen durch den freien Zertifikatehandel eingedämmt (Umweltbundesamt 2013). Dennoch sind sich Experten einig, dass der vor allem aus Bestandsanlagen stammende Grünstrom ohne Vorgaben zum Anlagenalter oder einer zeitlich bilanzierten Versorgung etc. keinen substantiellen Beitrag zur ‚Energiewende' leistet (vgl. Kranzl 2018; Timpe et al. 2017; Kasten et al. 2017; Reichmuth 2014). Das Projekt *hh=more* hatte bei der Stromherkunft des grünen Stroms eine gewisse Zusätzlichkeit implementiert, in dem der Strom aus Anlagen mit einer progressiven Altersstufung bezogen werden musste.

[113] Übersicht siehe Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (2018), allerdings inklusive Resellern. Die Zahl der klassischen Stromvertriebe (Stadtwerke, Regionalversorger etc.) liegt bei ca. 1 280 nach Schätzungen des BDEW (BDEW, persönliche Mitteilung Christian Bantle, Juni 2018).

tet. Hier ist es unter Effizienzgesichtspunkten fraglich, ob dieser einen hinreichenden wirtschaftlichen Anreiz bietet oder ob nicht eine stärker wettbewerblich ausgerichtete Vergabe des Betriebs auf dem freien Markt eine Kostenreduktion erwirken könnte. Demgegenüber steht die These, dass vielleicht gerade der mangelnde Kostendruck innerhalb bundesweiter F&E-Förderprojekte und städtischer Förderung dem bisherigen Betreiber (Vattenfall) wie auch dem aktuellen (Stromnetz Hamburg) erlaubt hat, in diesem innovativen Thema auch explorativ und vorausschauend[114] zu operieren, ineffizient im Hinblick auf kurzfristige Markterlöse, aber effizient im Sinne einer mittelfristigen Technologieentwicklung und eines langfristigen Markthochlaufs. So werden in Hamburg beispielsweise noch große Teile der ersten Generation der Ladesäulen von 2009 genutzt[115] (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2017e, S. 5), wurde in Hamburg das Modell des diskriminierungsfreien Zugangs für dritte Stromvertriebe mit entwickelt und seit jeher praktiziert und ist die Hansestadt auch in anderen Aspekten des Ladeinfrastrukturbetriebs, z. B. der Eichrecht konformen Stromabgabe, bundesweit führend.[116]

Die übergeordnete Frage muss vielmehr lauten, wie effizient im Hinblick auf den Markthochlauf die Komplettübernahme der Betriebskosten durch die Freie und Hansestadt Hamburg ist. Hierzu stellt der *Masterplan* fest, dass „bei sämtlichen in Deutschland und weiten Teilen Europas praktizierten Verfahren [...] es derzeit für den Betrieb öffentlicher Ladeinfrastruktur kein einheitliches, eigenständiges und profitables Geschäftsmodell [gibt]“ (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2017e, S. 23). In der Tat wird das im *Masterplan* angekündigte Förderprogramm der Stadt Hamburg, mit dem der Betrieb von Ladeinfrastruktur auf privaten, teilzugänglichen Flächen bezuschusst wird, wegen mangelnder Nachfrage (und einem Förderfall) wieder eingestellt.[117] Bis ausreichende Fahrzeugzahlen und Ladevorgänge einen profitablen Betrieb ermöglichen, ist daher eine öffentliche Versorgung des im Sinne des übergeordneten Politikziels Treibhausgasreduktion gewünschten Fahrzeughochlaufs eine valide Option. Es übersteigt den Umfang der vorliegenden Arbeit zu prüfen, wie lange ein solcher „künstlicher Markt“ aufrechterhalten werden kann oder sollte, welche Implikationen dies für Investionsentscheidungen privater Anbieter hat oder zu hinterfragen, ob und in welchem Maße vor dem Hintergrund einer gesamtgesellschaftlichen Gerechtigkeitsdebatte die öffentliche Hand die Risiken von privaten Marktteilnehmern in der frühen Marktphase sozialisieren sollte, während die späteren Erlöse aus der bereitgestellten Infrastruktur der Allgemeinheit vorenthalten bleiben (abgesehen von Netznutzungsentgelte, die nur eine Umlage von anfallenden Kosten darstellen).

Für die dargelegte Förderung des Aus- und Aufbaus der öffentlichen Ladeinfrastruktur bis zum 600. Ladepunkt werden mit dem Masterplan Ladeinfrastruktur im Haushalt der Freien und Hansestadt Hamburg zunächst 4,1 Mio. Euro bereitgestellt. Da die ursprünglich veranschlagte Summe jedoch nicht reicht, um die Investitionskosten, den Auf- und Ausbau des IT-Backendes, die Wartung und den Betrieb der Ladeinfrastruktur zu decken, werden 2017 noch einmal rund 15 Mio. Euro für bis 2016

---

114 So hat ab dem Jahr 2009 im Projekt *hh=more* der Vattenfall-Konzern als Betreiber der damaligen Ladeinfrastruktur die Auslegung der Ladesäulen so gewählt, dass eine Aufrüstung auf eine höhere Stromabgabe durch wenige technische Änderungen im bestehenden Bestand durchgeführt werden konnte, statt neue Ladesäulen zu installieren.

115 In Förderprojekten des Bundes wird bei Ladeinfrastruktur grundsätzlich eine sechsjährige Abschreibungsdauer angesetzt (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2017f, S. 3), so dass die Ladesäulen bereits abgeschrieben sind.

116 Stromnetz Hamburg GmbH, persönliche Mitteilung Stefan Zisler, Leiter Innovation, Juni 2018. Inhaltliche Bestätigung durch Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzelle, Johannes Pallasch, Programmleiter Ladeinfrastruktur, Juli 2018.

117 Stadt Hamburg, Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation, persönliche Mitteilung Dr. Nadja Hammami, Mai 2018 (das Förderprogramm wird im Jahresbericht für das Jahr 2017 der Investitions- und Förderbank Hamburg nicht explizit aufgeführt). Siehe für den einzigen Förderfall auch Rabbit Publishing GmbH (2017).

aufgelaufene Kosten (Rechnungslegung erst im Jahr 2017) und für den weiteren Ausbau zur Verfügung gestellt. Auch wenn in dieser Summe 2,8 Mio. Euro (für Investitionskosten) enthalten sind, die über das Förderprogramm des Bundes für Ladeinfrastruktur (Förderrichtlinie 2017, siehe Kapitel Bundesebene) eingeworben werden können[118], so ist die finanzielle Planung des Masterplans ineffizient, da die Kosten weit außerhalb des veranschlagten Rahmens liegen.[119]

Der weitere Ausbau der Hamburger Ladeinfrastruktur auf 1 000 Ladepunkte auf öffentlich zugänglichen Flächen und 150 exklusiv durch Carsharing-Fahrzeuge nutzbaren Flächen (vgl. Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg, 2017c) ist zu Redaktionsschluss (08/2018) noch nicht abgeschlossen und kann somit in seiner Effizienz nicht abschließend beurteilt werden.[120] Allerdings fließen in der zweiten Ausbauphase bereits Erkenntnisse aus der bisherigen, durch den *Masterplan* vorgegebenen ersten Ausbauphase ein, welche die Effizienz der aktuellen Umsetzung erhöhen. So wird jeder neu errichtete Stellplatz an einer Ladesäule von Beginn an mit einer blauen Bodenmarkierung gekennzeichnet. Vergleichende Auswertungen von markierten und unmarkierten Stellplätzen hatten Anfang 2017 ergeben, dass die Fehlbelegerquote („Falschparker“) auf den reservierten Stellplätzen von rund 50 % auf 15 % sinkt (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2017a). Problematisch, weil zeitlich unkalkulierbar, bleibt weiterhin die finale Freigabe von identifizierten Standorten zur technischen Ausrüstung. Während dieses Verfahren in Einzelfällen in nur vier Wochen abgeschlossen sein kann, kann es bei einer länger andauernden politischen Diskussion innerhalb der Bezirke auch bis zu drei oder vier Monate dauern (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2017b, S. 7).

Parallel zum angekündigten Ausbau der Ladeinfrastruktur vereinbart die Stadt Hamburg mit den zwei im Stadtgebiet operierenden Anbietern von stationsungebundenem Autoteilen (Car-2-Go von Daimler und Drive-Now von BMW) im Rahmen zweier Absichtserklärungen im Mai 2017 die weitergehende Elektrifizierung ihrer Flotten. Für das von der Daimler AG betriebene System bedeutet die zugesagte Umstellung von 50 % der Flotte rund 400 reinelektrische Fahrzeuge bis Ende 2019 (Freie und Hansestadt Hamburg und Daimler Benz Aktiengesellschaft 2017, Freie und Hansestadt Hamburg 2017c). Für das von der BMW AG betriebene Angebot ist im Gegenzug zur städtischen Verstärkung der öffentlichen Ladeinfrastruktur die Aufstockung der bestehenden Flotte an Elektrofahrzeugen (zum Zeitpunkt der Vereinbarung 70) auf bis zu 400 reinelektrische und bis zu 150 Hybrid-Fahrzeuge 2019 geplant (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2017b; Freie und Hansestadt Hamburg und BMW AG 2017, Freie und Hansestadt Hamburg 2017d). Inwieweit die zwei Carsharing-Unternehmen Car-2-Go und Drive-Now ihren quantitativen Zusagen aus den Absichtserklärungen fristgerecht nachkommen, lässt sich mangels Informationen von den Anbietern nicht beziffern. Es ist dennoch ein effizientes Handeln der Stadt, den ohnehin geplanten Ausbau von Ladeinfrastruktur (als „Mitnahmeeffekt“) mit Absichtserklärungen zu verbinden, in denen der privatwirtschaftliche Sektor zu eigenem Engagement verpflichtet wird. So setzt die Stadt bereits seit ihrem *Mobilitätsprogramm* von 2013 auf Carsharing als Entlastung des Motorisierten Individualverkehrs (MIV) und kann nun durch die Bereitstellung von 150 exklusiven Ladeplätzen im Rahmen der Weiterentwicklungspläne von Elektromobilität der Stadt Hamburg (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2017c) eine Flottenaufstockung um nahezu 1 000 Elektrofahrzeuge im Carsharing erzielen.

---

118 Stadt Hamburg, Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation, persönliche Mitteilung Dr. Nadja Hammami, Mai 2018.

119 Da keine öffentlichen Daten dazu verfügbar sind, welcher Teil der 15 Mio. Euro als zusätzliche Mittel für die ersten 600 Ladepunkte genutzt wird und welche Summe in den erweiterten Aufbau bis zum 1000sten Ladepunkt verwendet wird, ist es nicht möglich, die genaue Planabweichung des ersten *Masterplans* zu beziffern.

120 Diesbezügliche Anfragen an die Pressesprecher Niklas Merk von Drive-Now und Madeleine Schulze von Car-2-Go vom Juni 2018 bleiben unbeantwortet.

Die folgenden in der Maßnahmenanalyse vorgestellten Hamburger Projekte sind zum Zeitpunkt der Erstellung der vorliegenden Arbeit (Stand 08/2018) noch nicht abgeschlossen und können somit nicht im Hinblick auf ihre Effizienz beurteilt werden:

- HanseE
- E-Drive 2017 (EWi-HH, Eko-HH, Alphabet Fuhrparkmanagement: 500 Elektrofahrzeuge, RCI Banque (Region Hamburg): 450 Fahrzeuge)
- Alphabet Fuhrparkmanagement GmbH_60KFZ_200NFZ_115LIS

Koordiniert werden die Projekte und übrigen Umsetzungsmaßnahmen zur Förderung von Elektromobilität in Hamburg durch die hySOLUTIONS GmbH. Sie hat im Zeitraum von 2009-2015 die Funktion der *Regionalen Projektleitstelle* (RPL) für das Modellregionen-Programm des Verkehrsministeriums inne, ab 2011 ist sie zusätzlich vom Hamburger Senat mandatiert, in dem Thema koordinierend und auf Bundesebene für die Stadt stellvertretend aktiv zu sein (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2011c). Diese Mandatierung erhöht die Effizienz der Arbeiten der Gesellschaft dahingehend, als in Zusammenarbeit mit kommunalen wie auch privatwirtschaftlichen Stellen das „Kompetenzmonopol“ beim Thema Elektromobilität in Hamburg klar feststeht und ebenso alle Informationen zu dem Thema an einer Stelle gebündelt werden. Verstärkt wird dieser Informationsfluss unter anderem auch dadurch, dass die hySOLUTIONS GmbH in nahezu allen Förderprojekten zum Thema Elektromobilität in Hamburg Konsortialführer ist – nicht zuletzt, um durch die Fördermittel die von der Stadt Hamburg nur anteilig getragenen Kosten des Bürobetriebs gegenzufinanzieren. Beides, Monopolstellung und Finanzierungsabhängigkeit, birgt jedoch die Gefahr, dass strategische wie operative Entscheidungen nicht in einem transparenten, kriterienbasierten Verfahren gefällt werden, sondern verschiedentlichen Opportunitäten unterliegen. Auch bei der zeitweisen Schaffung der Stelle eines Mobilitätsberaters aus städtischen Mitteln, was fraglos die Effizienz des Fahrzeugabsatzes im Projekt *ePowered-Fleets* erhöhen kann (Busch und Hysolutions GmbH 2017, S. 11), stellt sich die Frage, wo die Förderung einer Technologiedurchdringung durch Pilotumsetzungen und Schaffung von Rahmenbedingungen aufhört und die Übernahme von Vertriebsaktivitäten einzelner Marktteilnehmer durch städtische Stellen anfängt. Gleichwohl lässt sich attestieren, dass durch die umfangreichen, bundesweiten Kontakte von hySOLUTIONS zu Wirtschaftsunternehmen der Mobilitätsbranche die Bereitstellung von Vorserienfahrzeugen gerade in den frühen Projekten ab 2009 in Hamburg in einem Umfang ermöglicht wird, der anderen Standorten in Deutschland ohne eigene Automobilindustrie nicht zur Verfügung steht (siehe entsprechende Projektbeschreibungen). Durch die ebenfalls intensiven Kontakte von hySOLUTIONS in die kommunale Wirtschaft lassen sich zudem verhältnismäßig schnell Einsatzmöglichkeiten für die ersten Tranchen von Elektrofahrzeugen an verschiedenen Stellen in Handel, Handwerk und Industrie realisieren. Die Kombination von Angebot und Nachfrage sowie die gute Vernetzung nicht nur innerhalb der Hamburger Behörden, sondern darüber hinaus auch auf Bundesebene, lassen in Hamburg unter der Koordination von hySOLUTIONS ein im Vergleich zu anderen Regionen Deutschlands verhältnismäßig großes Portfolio an Projekten entstehen, für welches entsprechend hohe Fördersummen eingeworben werden können, was aus städtischer Sicht sehr effizient ist, da es den kommunalen Haushalt entlastet (NOW GmbH 2018, NOW GmbH 2017b, NOW GmbH 2016, NOW GmbH 2015, NOW GmbH 2014, NOW GmbH 2013, NOW GmbH 2012, NOW GmbH 2011, NOW GmbH 2011, NOW GmbH 2009). Durch die Vernetzung innerhalb der Stadt und die teilweise persönlichen Präsenz von hySOLUTIONS in bezirklichen Ausschüssen kann überdies eine Vielzahl von Ladeinfrastrukturstandorten genehmigt werden, weshalb Hamburg deutschlandweit zu den führenden Städten gehört (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (2017b).

Flankiert werden die projektbasierten Aktivitäten der Stadt Hamburg durch die Anpassung der (kommunalen) rechtlichen Rahmenbedingungen, welche den Einsatz von Elektrofahrzeugen fördern

sollen. Die für alle Teile der Hamburger Verwaltung (Behörden und mehrheitliche beherrschte Unternehmen) verbindlichen *Allgemeinen Kraftfahrzeugbestimmungen* (Finanzbehörde Hamburg 2015), welche ab August 2014 den Vorrang von Elektrofahrzeugen bei Beschaffungen der Dienststellen festschreiben, stellen ein grundsätzlich effizientes Mittel dar, die städtischen Maßnahmenziele hinsichtlich der Marktdurchdringung von Elektrofahrzeugen (wie im *Hamburger Klimaplan* von 2015 festgeschrieben, siehe Maßnahmenanalyse) zu fördern. Zwar ist der städtische Fuhrpark im Vergleich zum gesamten Hamburger Fahrzeugbestand klein, dennoch bietet das Mittel einer Beschaffungsrichtlinie einen theoretisch sehr hohen Durchsetzungsgrad, der ohne weitergehende Bundesgesetzgebung bei privaten oder gewerblichen Fahrzeughaltern so nicht gegeben ist. Zudem untermauert die eigene Elektrofahrzeugnutzung der Stadt die Glaubwürdigkeit der kommunalen Anstrengungen in Bereich der Verkehrspolitik, auch wenn die oft zitierte Vorbildwirkung der Stadt für kommunale Wirtschaftsunternehmen oder Verbraucher so nicht nachgewiesen werden kann.[121]

8.1.4. Quantitative Beurteilung der Umsetzung von Einzelmaßnahmen auf Landesebene

Die zahlenmäßige Entwicklung der Elektrofahrzeugflotte im städtischen Behördenfuhrpark (Kernverwaltung) ist in Abbildung 38 zu sehen. Die Zeitreihe beginnt ab 2014 (Stichtag jeweils 30. Juni), in welchem die Beschaffungsrichtlinie in Kraft trat (August 2014). Berücksichtigt werden Kraftfahrzeuge der Klassen M1 und N1 mit einem zulässigen Gesamtgewicht kleiner oder gleich 2 600 kg mit reinelektrischem, extern aufladbarem Hybrid- oder Wasserstoffantrieb (BEV, PHEV, FCEV), wobei Wasserstofffahrzeuge zahlenmäßig nicht ins Gewicht fallen und somit die Datenqualität hinsichtlich des Hochlaufs von batterieelektrischen Fahrzeugen durch die Inklusion von FCEV in den Summen nicht einschränkt wird. Nicht berücksichtigt bei der Berechnung des prozentualen Anteils am gesamten Behördenfuhrpark sind die Fahrzeuge der Polizei, Feuerwehr und des Verfassungsschutzes, da diese Dienststellen bei ihren Beschaffungen von den Allgemeinen Kraftfahrzeugbestimmungen ausgenommen sind.

[121] Nicht das lokale kommunale Agieren beeinflusst die Handlungsentscheidung lokaler Individuen oder Wirtschaftsakteure, vielmehr kann eine Wirkung von lokalen Policies auf die nationale Politikebene festgestellt werden, vgl. Azevedo et al. (2013); Martinot et al. (2011); Betsill und Rabe (2009).

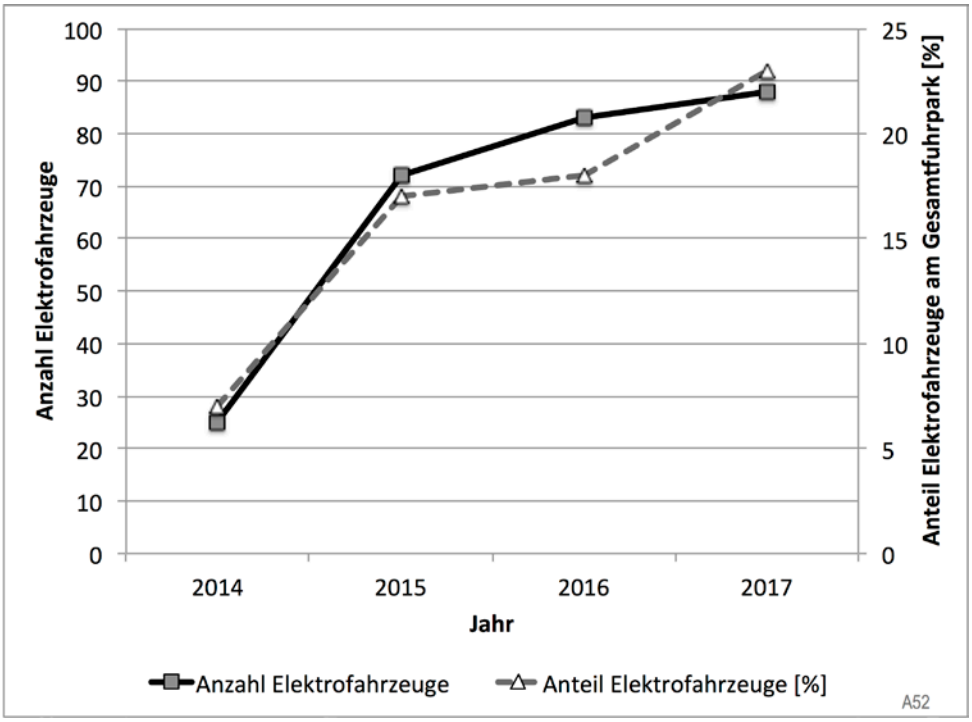


Abbildung 38: Bestandsentwicklung von Elektrofahrzeugen (BEV, PHEV, FCEV, M1 und N1 mit zGG <= 2,6 t) in Behördenfuhrparks der Freien und Hansestadt Hamburg von 2014-2017.

Quelle: eigene Darstellung mit Daten von Freie und Hansestadt Hamburg (2015a, S. 48-50).

Abbildung 39 zeigt die Entwicklung des Anteils von Elektrofahrzeugen in Fuhrparks von öffentlichen Unternehmen, an denen die Freie und Hansestadt Hamburg Mehrheitsanteile hält (da nur hier die Kraftfahrzeugbestimmungen durchgesetzt werden können). Berücksichtigt werden wieder nur Kraftfahrzeuge der Klassen M1 und N1 mit einem zulässigen Gesamtgewicht kleiner oder gleich 2 600 kg (BEV, PHEV, FCEV). Nicht berücksichtigt in der Abbildung sind Fahrzeuge, die ohne Straßenverkehrszulassung eingesetzt werden. So werden in öffentlichen Unternehmen 79 Elektrofahrzeuge ohne StVO-Zulassung auf Terminals oder Werksarealen eingesetzt (Freie und Hansestadt Hamburg 2015a, S. 48-50)

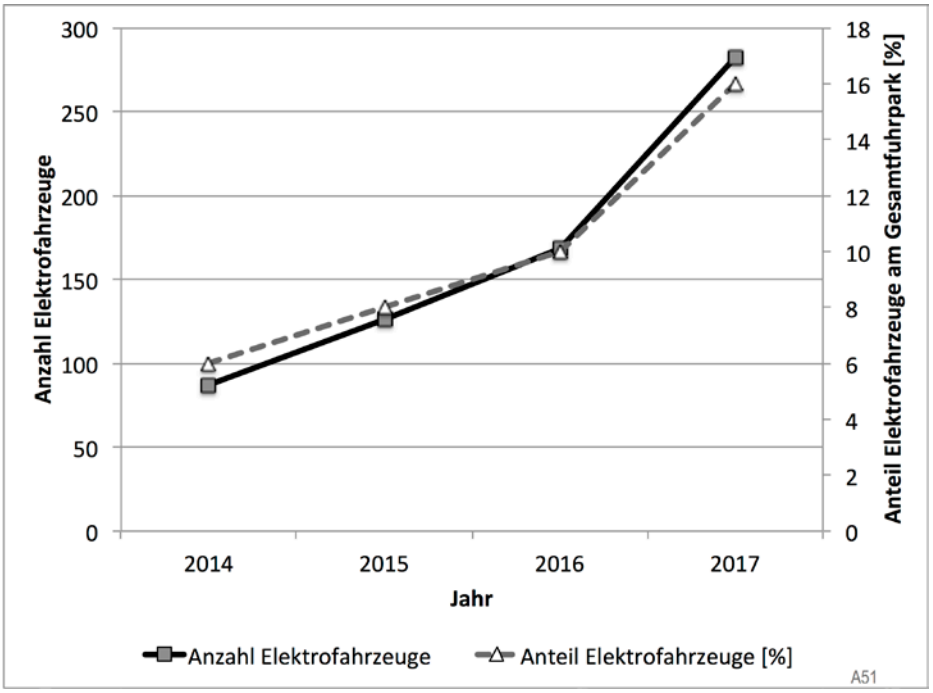


Abbildung 39: Bestandsentwicklung von Elektrofahrzeugen (BEV, PHEV, FCEV, M1 und N1 mit zGG <= 2,6 t) in Fuhrparks der öffentlichen Unternehmen mit Mehrheitsbeteiligung der Freien und Hansestadt Hamburg von 2014-2017.

Quelle: eigene Darstellung mit Daten von Freie und Hansestadt Hamburg (2015a, S. 48-50).

In beiden Fällen ist zu sehen, dass ab 2014 der Anteil von Elektrofahrzeugen durch Veränderung der Beschaffungsrichtlinien steigt, womit der Maßnahme eine hohe Effizienz bescheinigt werden kann, da die Änderung der Kraftfahrzeugbestimmungen nicht mit der Bereitstellung von Haushaltsmitteln einhergeht.[122] Abschließend misst Abbildung 40 die Entwicklungen in den beiden dargestellten Fuhrparks noch einmal gegen die 2015 im *Hamburger Klimaplan* gesteckten Ausbauziele für Elektromobilität in den städtischen Fuhrparks (öffentliche Verwaltung 50 %, städtische Unternehmen 35 %).

[122] In den dargestellten Jahren 2014-2017 konnten die Fahrzeugbedarfe für die Behördenfuhrparks oder öffentliche Unternehmen größtenteils über Förderprojekte gedeckt werden. Gleichwohl ist mittelfristig, wenn sich die Beschaffungspreise am Markt nicht ändern, die Beschaffung von Elektrofahrzeugen im Vergleich zu konventionellen mit höheren Ausgaben für die öffentliche Hand verbunden.

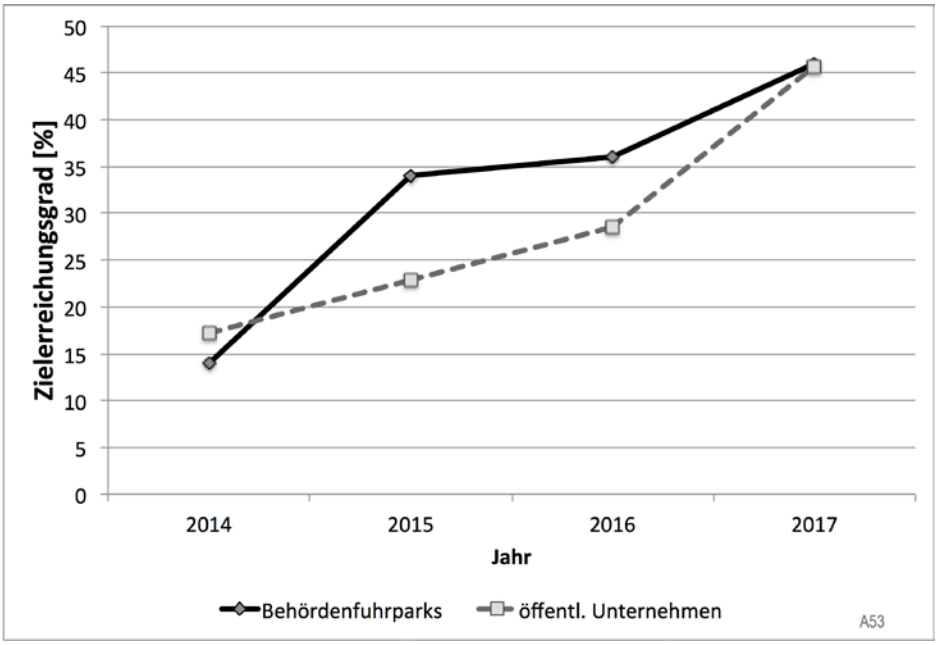


Abbildung 40: Zielerreichungsgrad für den Einsatz von Elektrofahrzeugen (BEV, PHEV, FCEV, M1 und N1 mit zGG <= 2,6 t) in Behördenfuhrparks und Fuhrparks der öffentlichen Unternehmen mit Mehrheitsbeteiligung der Freien und Hansestadt Hamburg von 2014-2017.

Quelle: eigene Darstellung mit Daten von Freie und Hansestadt Hamburg (2015a, S. 48-50).

Der zeitliche Horizont für die im *Klimaplan* gesteckten Ziele ist das Jahr 2020. In beiden Fuhrparks ist nach der Hälfte der Programmlaufzeit bereits eine Zielerreichung von fast 50 % erreicht (Freie und Hansestadt Hamburg 2015a, S. 48-50), was die Ausbauziele für die städtischen Flotten im *Klimaplan* realistisch erscheinen lässt und noch einmal die Effizienz der Maßnahme unterstreicht.

Weitere Rahmenbedingungen, welche die Stadt Hamburg zur Förderung von Elektromobilität gerade im nicht-behördlichen Bereich setzt, wie zum Beispiel die Änderung der Parkgebührenordnung oder die Erprobung von baulichen Vorschriften in der Immobilienbranche am Beispiel Altona oder Hafencity, lassen sich mangels Daten oder klarer Wirkbeziehungen nicht im Einzelnen evaluieren. Vielmehr soll abschließend die Bestandsentwicklung von Elektrofahrzeugen in Hamburg sowie der zugehörigen öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur insgesamt betrachtet werden. Auf die Auslastung der Ladeinfrastruktur (gemessen in Ladevorgängen), wie sie in Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2017e, S. 6) als Maß für den Erfolg des Infrastrukturausbaus vom Senat präsentiert wird, soll hier ebenfalls nicht eingegangen werden, da ohne weitergehende Informationen zu Fahrzeugtypen, Fahrzeugnutzung und weiteren Parametern des Ladevorgangs eine solche Aussage nicht stichhaltig ist.

Abbildung 41 zeigt den Hochlauf von Elektrofahrzeugen (BEV/PHEV) in Hamburg ab 2009 (Stichtag jeweils 01.01.), Daten vor diesem Datum sind nicht verfügbar.[123] Im Vergleich mit Abbildung 28 kann festgestellt werden, dass der Bestandsanteil einem ähnlichen zeitlichen Muster folgt wie der Hochlauf auf Bundesebene, ebenso wie sich der Anteil von Elektrofahrzeugen auf einem ähnlichen Niveau wie im Bundesdurchschnitt bewegt.

[123] Das entsprechende Statistikprodukte des KBA (Bestand an Kraftfahrzeugen nach Umwelt-Merkmalen, FZ 13) wird erst seit dem Jahr 2009 veröffentlicht.

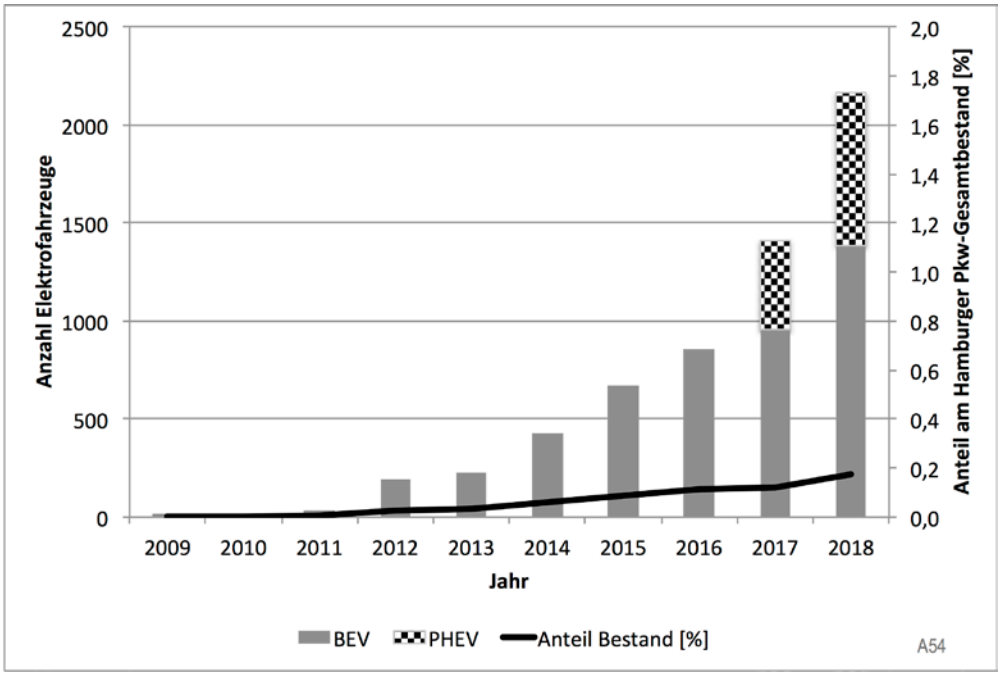


Abbildung 41: Absolute und relative Bestandsentwicklung von Elektrofahrzeugen in Hamburg (2009-2018).

Quelle: eigene Darstellung mit Daten für PHEV[124][125] von Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2017c) und BEV von Kraftfahrt-Bundesamt (2018k, S. 4).

Abbildung 42 stellt dem die Entwicklung des Ladeinfrastrukturaufbaus entgegen. Ein Zielerreichungsgrad kann erst genutzt werden, als der *Masterplan Ladeinfrastruktur* in Kraft tritt. Ab 2017 liegt der eingezeichneten Linie das Ausbauziel von 1 000 öffentlich zugänglichen Ladepunkten zugrunde (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2017c). Da die Zielzahl von 1 000 Ladepunkten nicht weiter zwischen normalen oder schnellen Ladepunkten unterscheidet, wird der Zielerreichungsgrad für alle Ladepunkte zusammen ausgewiesen. Dieser liegt im Vergleich zur Bundesebene (siehe Abbildung 33) leicht höher, wobei ein direkter Vergleich durch die Gesamtbetrachtung von normaler und schneller Ladeinfrastruktur in Hamburg und der zahlenmäßigen Trennung auf Bundesebene nicht exakt möglich ist.

124 Die PHEV-Daten können nicht über die KBA-Daten aus dem gleichen Datenbestand erzeugt werden, werden aber im Rahmen von Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2017c) aus der gleichen Datenquelle erzeugt, da der Landesbetrieb Verkehr Hamburg (LBV) als Zulassungsstelle alle Hamburger Daten innerhalb des deutschlandweiten Zentralen Fahrzeugregisters (ZFZR) an das KBA meldet. Hintergrund für die, im Gegensatz zur Bundesebene, fehlenden Daten ist, dass das Merkmal PHEV zuerst im Jahr 2012 im Datenbestand des KBA eingeführt wurde, dort aber ab dem Berichtsjahr 2013 nur für Zulassungszahlen genutzt wird. Die Rückschlüsselung der Bestandszahlen bis zum Jahr 2012 hin konnte im Jahr 2016 abgeschlossen werden, so dass für die bisherigen Bestandszahlen ab dem 01.01.2017 auch die Aufteilung in BEV/PHEV möglich ist. Diese Zahlen werden jedoch nicht für Bundesländer ausgewiesen, sondern nur für den deutschlandweiten Fahrzeugbestand (siehe Erläuterungen unter Kraftfahrt-Bundesamt 2018g, S. 41).

125 Die PHEV-Daten sind nur zum Stichtag 30.06. verfügbar und wurden dem kommenden Stichtag für die BEV (01.01.) zugeschlagen, so dass der Gesamtwert zuverlässig ist, aber (bei anzunehmendem Bestandswachstum) mitunter leicht zu niedrig sein könnte.

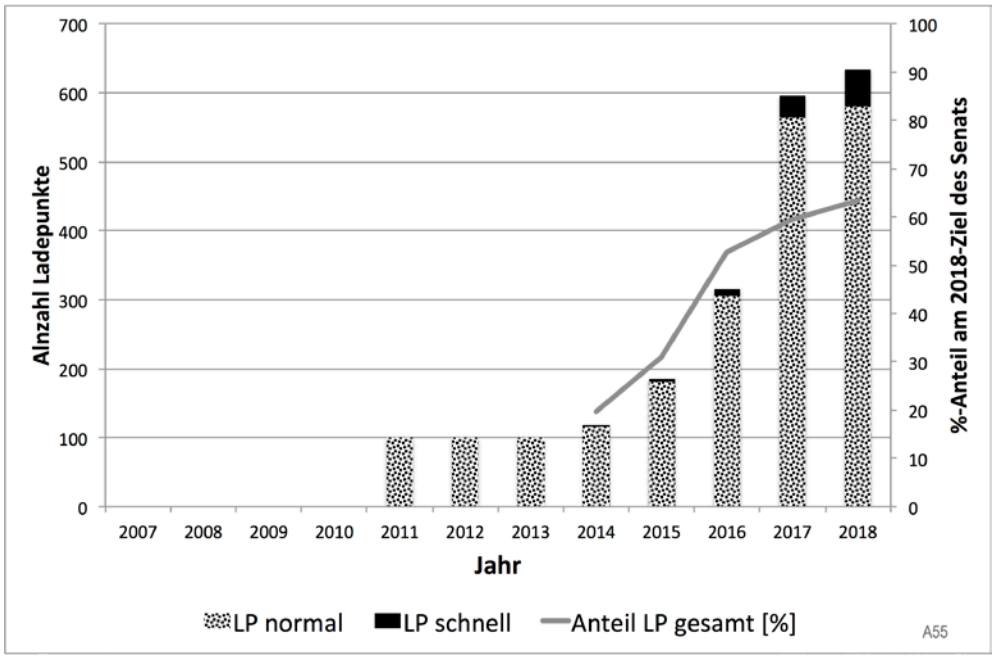


Abbildung 42: Bestandsentwicklung von Normal- und Schnellladepunkten und anteilige Entwicklung am Ausbauziel der Freien und Hansestadt Hamburg in Hamburg (2007-2018).

Quelle: eigene Darstellung mit Daten von Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2017e, 2017f); Bundesnetzagentur (2018).

Analog zur Bundesebene (siehe Abbildung 36) bildet Abbildung 43 das Verhältnis von Elektrofahrzeugen zu Ladepunkten ab (Daten Hamburg für 2018 mit Stand Juni 2018, Daten Deutschland für 2018 mit Stand Mai).[126] Eingezeichnet als Referenz sind der von der EU empfohlene Wert von 0,1 für Ladeinfrastruktur insgesamt (Richtlinie 2014/94/EU) und der Quotient für Schnellladepunkte von 0,001 gemäß Gnann und Funke (2018, S. 326) bzw. 0,00025 (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt und Karlsruher Institut für Technologie 2016, S. 23). Zum Vergleich sind in der Grafik auch nochmal die bundesdeutschen Werte in Grau dargestellt. Wie auch in Deutschland insgesamt, ist in Hamburg durch den zögerlichen Fahrzeughochlauf bis 2012 ein Überangebot von Ladeinfrastruktur vorhanden, welches sich über die nachfolgenden Jahre auf das Niveau von 1:10 einpendelt. Gleichzeitig ist mit der Verfügbarkeit der Technik im Infrastruktur- wie Fahrzeugsektor ein Zubau von Schnellladepunkten zu beobachten, der in Deutschland wie Hamburg zu einem, gemessen an den Fahrzeugzahlen, hohen Angebot an Schnellladeinfrastruktur führt – in Hamburg erreicht der Ausbau ein fast doppelt so hohes Verhältnis wie im restlichen Bundesgebiet.

[126] Der augenfällige Peak im Jahr 2011 rührt vom frühzeitigem Aufbau von Ladeinfrastruktur vor dem Eintreffen erster Fahrzeuge her.

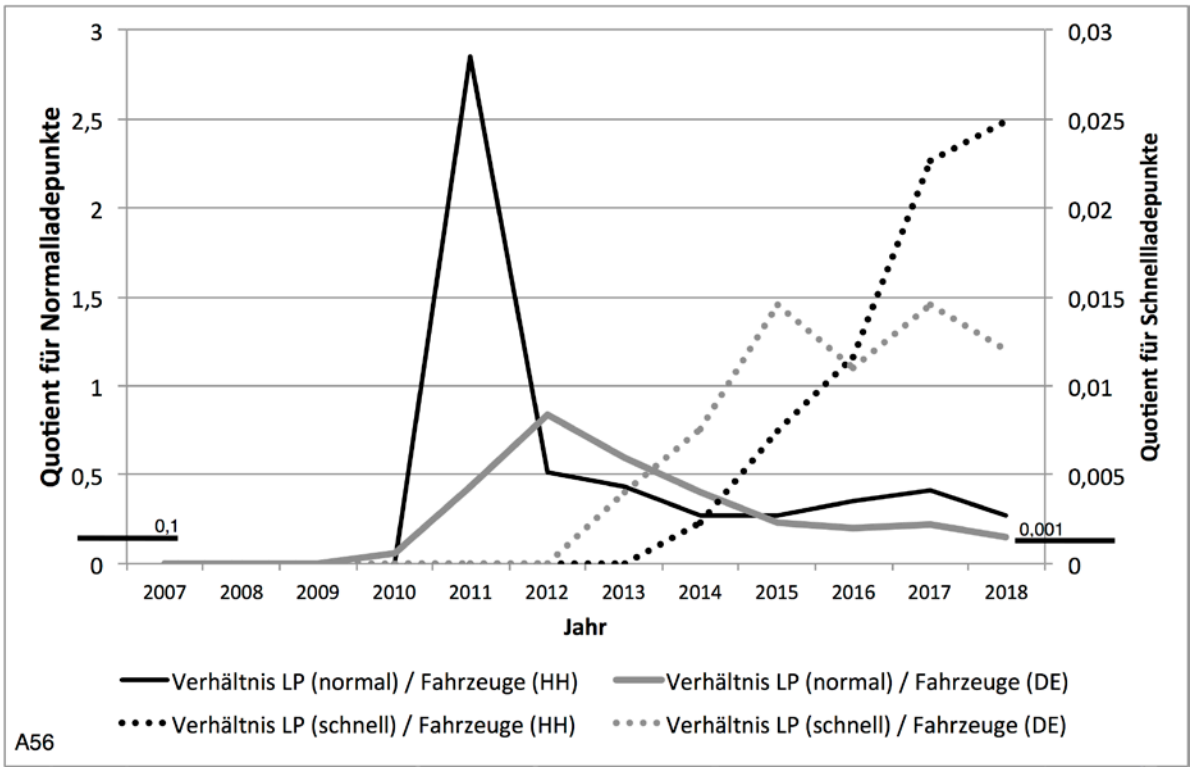


Abbildung 43: Entwicklung des Verhältnisses von Normal- und Schnellladepunkten zu Elektrofahrzeugen in Hamburg und Deutschland (2007-2018)

Quelle: eigene Darstellung mit Daten von Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2017e); Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2017f); Bundesnetzagentur (2018).

Eine Gegenüberstellung der Hamburger Maßnahmenprogramme zur Förderung von Elektromobilität sowie ihrer Implementationen ab 2007 mit dem jeweiligen Zielerreichungsgrad beim Fahrzeughochlauf und dem Ladeinfrastrukturaufbau in der Hansestadt ist Abbildung 44 zu entnehmen (in Anlehnung an Abbildung 37 für die Bundesebene). Während der Ladeinfrastrukturaufbau sich an dem ab 2017 geltenden Ausbauziel von 1 000 öffentlich zugänglichen Ladepunkten orientiert (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2017c), gibt es für den Anteil von Elektrofahrzeugen am Hamburger Pkw-Gesamtbestand aktuelle keine Zielzahl (Stand 07/2018). Als letzte offizielle Zielzahl wird im *Masterplan Ladeinfrastruktur* (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2014, S. 4) ein Bestand von 5 000 Fahrzeugen für Mitte 2016 prognostiziert, hinter dem die tatsächlichen Zulassungszahlen stark zurückbleiben. Feste Ausbauziele werden anschließend vom Senat nicht weiter veröffentlicht. Daher wird in der Analyse als Bezugsgröße der für ganz Deutschland geltende Bezugskorridor von 1,8-2,2 % (Mittelwert 2 %) für 2020 genutzt (siehe Kapitel 8.1.1). Dies entspricht, basierend auf den Pkw-Bestandszahlen für Hamburg vom Januar 2018[127], ca. 15 000 Elektrofahrzeugen. Hinter diesem Ziel bleiben die Bestandszahlen mit einem Zielerreichungsgrad von knapp 10 % weit zurück. Zwar werden über die 2017 angelaufenen Förderprojekte noch einmal ca. 2 000 Elektrofahrzeuge und ca. 1 000 Carsharing-Fahrzeuge in den kommenden Jahren hinzukommen, dennoch konnte trotz der vielfältigen Demonstrationsprojekte offensichtlich noch kein hinreichender Impuls für die eigenständige, förderunabhängige Beschaffung in der Hamburger Wirtschaft gesetzt werden.

Anders beim Ladeinfrastrukturausbau. Hier kann vor allem durch städtische Mittel im Rahmen des *Masterplans Ladeinfrastruktur* ein signifikanter Zubau ab 2014 verzeichnet werden. Auch wenn zum

[127] Entspricht am Stichtag 01.01.2018 783255 Pkw insgesamt (Kraftfahrt-Bundesamt 2018k).

Zeitpunkt der Datenzusammenstellung (07/2018) für die fehlenden 35 % Zubau „nur noch“ fünf Monate übrigbleiben, um die Zielzahl von 1 000 Ladepunkten zu erreichen (siehe Programm *Ausbau der Elektromobilität in Hamburg*), so scheint es wahrscheinlich, dass bei Extrapolation des Fahrzeughochlaufs die Dichte an Ladeinfrastruktur in Hamburg weiterhin überproportional verfügbar sein wird (vgl. Abbildung 43) und dem „Henne-Ei-Problem" entgegenwirkt (Rudolph 2012, S. 81; Bree et al. 2010, S. 532; Nemry und Brons 2011; Gnann et al. 2015, S. 873).

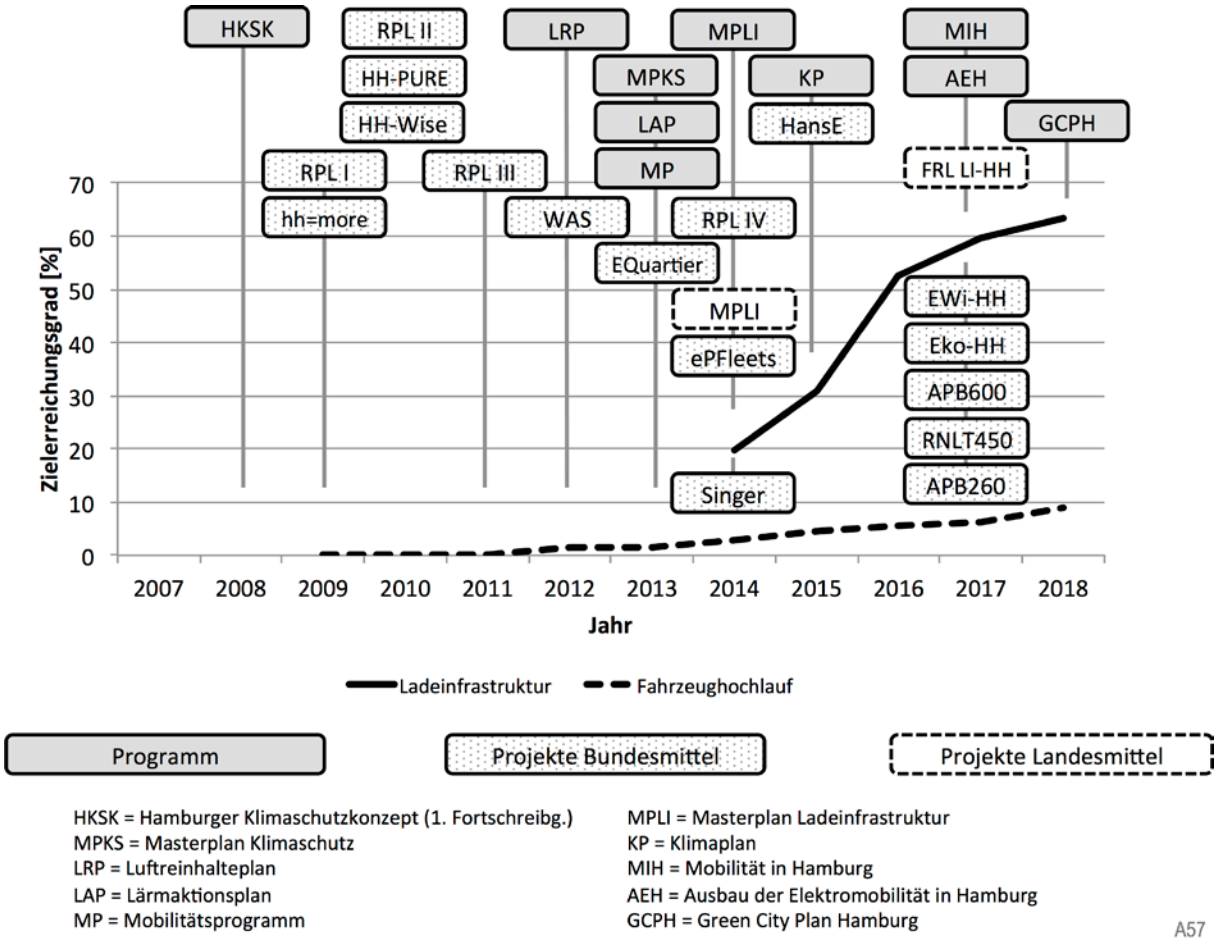


Abbildung 44: Zielerreichungsgrad von Fahrzeug- und Ladeinfrastrukturhochlauf in Hamburg im Zusammenspiel mit den verschiedenen Programmen im Zeitraum von 2007-2018.

Quelle: eigene Darstellung mit Daten von Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2017e, 2017f); Bundesnetzagentur (2018).

8.2. Überprüfung der Maßnahmenimplementation

Die Analyse untersucht anhand von Experten-Interviews, wie die Überprüfung der Maßnahmenimplementation erfolgte (*Untersuchungsfrage HWA-2*), also welche Möglichkeit der Kontrolle der ordnungsgemäßen Umsetzung für die mit der Leitung beauftragten Akteure und Instanzen bestand. Gerade bei mehrjährigen Vorhaben kann eine regelmäßige Überprüfung der Umsetzung durch einen Abgleich des Arbeitsstands mit der ursprünglichen Planung oder Zielsetzung der Maßnahme sinnvoll sein, um gegebenenfalls im Tempo oder der inhaltlichen Ausrichtung nachzusteuern. Letzteres gilt vor allem für Forschungsprojekte, bei denen während der Umsetzungsphase möglicherweise Effekte oder Wirkungen der Maßnahme zutage treten, die aufgrund des Innovationsgrades nicht antizipiert

wurden und die dann mit der ursprünglichen, übergeordneten Zielsetzung der Maßnahme abgeglichen werden müssen.

Auf Bundesebene fand eine breitere Überprüfung und Beurteilung der Umsetzung der Maßnahme Elektromobilität erst 2015 in Form einer Referentenbefragung in allen beteiligten Ministerien statt. Die Erkenntnisse sind in die Ausgestaltung der Förderrichtlinie von 2015 eingeflossen (DE-POLITIK, DE-MODERATOR). Diese Art der Steuerung der Maßnahmenimplementation, mittels Ausschreibungen und Richtlinien, ist die einzige Art, wie die Bundespolitik die Umsetzung (nach)steuern kann (DE-MODERATOR, DE-VERWALTUNG). Im Betrachtungszeitraum gab es drei Förderphasen, denen jeweils auch kleinere Abstimmungen zwischen den von den Ministerien beauftragten Projektträgern oder Programmgesellschaften und der Politik vorausgingen: erste Förderphase (2009-2011), zweite Förderphase (2012-2015) und dritte Förderphase (2015-2019). Zwar betonen Interview-Partner aus dem Akteurskreis Politik, dass mehrere Male die Förderprogramme korrigiert wurde (DE-POLITIK, DE-MODERATOR, DE-VERWALTUNG). So wurden die anfangs sieben Themenfelder der Begleitforschung nach dem Ablauf der Förderperiode 2012-2015 auf vier Themenfelder reduziert, um thematische Aspekte stärker zu bündeln (DE-MODERATOR). Auch sah die Förderrichtlinie von 2015 eine Ausweitung der Förderung in der Fläche vor, weil bis dahin Förderung auf Modellregionen und Schaufenster beschränkt war. Die Förderrichtlinie 2017 ermöglichte den verstärkten Aufbau von Ladeinfrastruktur, die aufgrund der Rückmeldung aus den Förderprogrammen als Flaschenhals erkannt worden (DE-POLITIK, DE-MODERATOR). Der Forschungsbedarf wurde zudem von der NPE regelmäßig evaluiert (DE-MODERATOR, DE-WISSENSCHAFT). Doch alle Interview-Partner aus der Umsetzungsphase scheinen dies anders wahrzunehmen. Von diesen wird unisono kritisiert, dass die notwendige Rekursivität der Maßnahmenformulierung nicht stattfand, also Projekte und Förderschwerpunkte nicht anschlussfähig weiterentwickelt wurden (HH-VERWALTUNG, DE-KAMMER/VERBÄNDE, HH-KAMMER/VERBÄNDE, HH-HERSTELLER, DE-VERTRIEB, HH-ENERGIE, HH-FUHRPARK). So wurden die Schaufenster-Projekte, obgleich es dazu schon Vorerfahrungen aus den Modellregionen gab, ohne inhaltlichen Zusammenhalt oder einen Anschlussplan entwickelt (DE-KAMMER/VERBÄNDE, DE-VERTRIEB). Die Kaufprämie wurde beschlossen, ohne dass es auf dem Markt überhaupt hinreichend Fahrzeuge gab (DE-KAMMER/VERBÄNDE, HH-KAMMER/VERBÄNDE), und energiewirtschaftliche Erkenntnisse wurden nur wenig in die Planungen von darauffolgenden Förderprogrammen aufgenommen (HH-ENERGIE).

Zumindest bei der Überprüfung der Klimawirkungen von Elektromobilität, dem zentralen Politikziel der Maßnahme, gibt es bei den Einschätzungen der Akteure keine Gegensätze (DE-POLITIK, HH-POLITIK, HH-VERWALTUNG, DE-MODERATOR, HH-MODERATOR, DE-VERWALTUNG, DE-KAMMER/VERBÄNDE, HH-KAMMER/VERBÄNDE, DE-WISSENSCHAFT). Hier berichtet die Politik, dass keine Überprüfung der initiierten Fördermaßnahmen im Hinblick auf positive Umweltwirkungen stattfand (DE-POLITIK, DE-MODERATOR, DE-VERWALTUNG). So wurde und wird beispielsweise nicht geprüft, welche Kilometerleistungen die geförderten Elektrofahrzeuge erbringen und ob sie damit ihren CO_2-Rucksack der Herstellung kompensieren können (DE-POLITIK, DE-MODERATOR, DE-VERWALTUNG). Auch der Einsatz von Grünstrom wird nicht erfasst oder gefördert, obwohl die Bundesregierung schon im IEKP im Jahr 2007 und darauffolgend immer wieder auf die Notwendigkeit des Einsatzes von Grünstrom hingewiesen hat, damit batteriebetriebene Elektromobilität ihr volles Umweltentlastungspotenzial entfalten kann (DE-POLITIK, DE-MODERATOR, DE-VERWALTUNG). Als Grund hierfür geben die Akteure aus Politik und Planung an, dass es keine Möglichkeiten gäbe, den Bürgern als Teil der Förderung vorzuschreiben, dass sie beispielsweise Grünstrom tanken müssen (DE-POLITIK). Andererseits scheint es in der Politik dazu auch nur ein geringes Interesse zu geben, die Möglichkeiten des Förderrechts dahingehend auszuloten, weil, so die Interview-Partner, durch eine Förderung der Nutzung von Grünstrom in Elektrofahrzeugen die ohnehin starke Belastung der Energiepreise durch Grünstromumlagen weiter erhöht werden würde und bei einigen beteiligten Bun-

desministerien, z. B. dem führenden Verkehrsministerium, industriepolitische Ziele im Vordergrund der Förderung stünden (DE-POLITIK, DE-MODERATOR, HH-MODERATOR, DE-VERWALTUNG, DE-KAMMER/VERBÄNDE, DE-WISSENSCHAFT).

In Hamburg wird im Rahmen eines fortlaufenden Umwelt-Controllings bei der Behörde für Umwelt und Energie zwar die theoretische Entlastungswirkung von Elektrofahrzeugen im städtischen Fuhrparks als Luftreinhaltungsmaßnahme dem CO_2-Inventar von Hamburg angerechnet, eine reale Datenerfassung von Kilometerleistungen oder Stromherkunft findet jedoch nicht statt (HH-VERWALTUNG, HH-POLITIK2). Gleiches gilt für die Elektrofahrzeuge, die in allen übrigen, nichtstädtischen Fuhrparks betrieben werden (HH-VERWALTUNG, HH-POLITIK2). Somit sind auch Aussagen zu möglichen *Rebound*-Effekten nicht möglich.

Die Formulierung von Implementationsschritten und deren Überprüfung hinsichtlich eines Anpassungsbedarfs ist bei einem derart großen Akteursfeld auch auf die konstruktive Resonanz und Unterstützung der betroffenen Branchen angewiesen. Diese Unterstützung wurde jedoch nicht von jedem involvierten Akteur eingebracht. So wird als Hemmnis bei der Formulierung von Förderprogrammen von der Politik die fehlende Mitwirkung der deutschen Industrie gesehen (DE-POLITIK, HH-POLITIK, DE-MODERATOR,
HH-MODERATOR, DE-VERWALTUNG, DE-KAMMER/VERBÄNDE, DE-WISSENSCHAFT). Fehlende Fahrzeuge oder unzureichend ausgereifte Technik machten die Erprobung in Demonstrationsprojekten schwierig und ließen früh errichtete Ladeinfrastruktur in der öffentlichen Wahrnehmung als sinnlose Investition erscheinen (DE-POLITIK, HH-VERWALTUNG, DE-MODERATOR, HH-MODERATOR, HH-KAMMER/VERBÄNDE, HH-FUHRPARK, HH-POLITIK2). Kammern und Verbände beklagten zudem den großen Einfluss der Lobbyverbände der Automobil- und Energieunternehmen, welche eine ergebnisoffene Diskussion zu förderlichen Rahmenbedingungen für einen schnelleren Markthochlauf erschwerten (DE-KAMMER/VERBÄNDE, HH-KAMMER/VERBÄNDE). Selbst in der Forschung, so Interview-Partner aus dem Wissenschaftsbereich, hatten sich beispielsweise in der NPE schnell Konsortien aus bereits etablierten Industrieakteuern gebildet, die mögliche andere innovative Ansätze für Ausschreibungen erschwerten (DE-KAMMER/VERBÄNDE, DE-WISSENSCHAFT).

Auch in Hamburg wurden die von der Politik formulierten Förderansätze, und sogar die Maßnahme Elektromobilität an sich, bei den Umsetzungsakteuren nicht sofort mit der nötigen Verve rezipiert. So beklagten mehrere Interview-Partner die hemmende Wirkung der aus der Wasserstoffszene bestehenden Netzwerke zwischen Verkehrsbetrieben, Wirtschaftsverbänden und der deutschen Automobilindustrie, von denen Elektrofahrzeuge als mögliche Gefahr für den Verbrennungsmotor und bestehende Geschäftsmodelle wahrgenommen wurden (HH-POLITIK, DE-KAMMER/VERBÄNDE, HH-HERSTELLER). Ihr Einfluss auf die Hamburger Politik und die teilweise in diesen Netzwerken verbreitete Haltung, die Elektroautoszene sei ein links-alternatives Relikt aus den 90ern („Spinner-Ecke“ (HH-POLITIK, 00:10:46.4 – 00:11:12.4 Minuten)), erschwerten die Bildung von Konsortien zur Einreichung von Förderanträgen (HH-POLITIK). Hinzu kam, dass die wechselnden Behördenzuschnitte in der Hamburger Verwaltung hohe Transaktionskosten bei der erfolgreichen Umsetzung der politischen Maßnahme mit sich brachten (HH-POLITIK, HH-VERWALTUNG, HH-MODERATOR). So wechselte Elektromobilität von dem Ressort *Stadtentwicklung und Umwelt* zum Ressort *Wirtschaft* und dann zum Ressort *Innovation*, was zu Friktionen zwischen den Beteiligten und mangelnder Kontinuität in der Maßnahmenumsetzung führte (HH-POLITIK, HH-VERWALTUNG, HH-MODERATOR).

Bei der konkreten Umsetzung von Förderprogrammen waren die Akteure sowohl bei reiner Auftragsarbeit wie auch in Förderverhältnissen an Auflagen verschiedener Art gebunden. Für Akteure aus Politik und Planung bedeute dies vor allem, dass sie bei der grundsätzlichen Ausrichtung der Förderprogramme an die strategischen Ziele der Bundesregierung gebunden und fiskalisch durch die Höhe der dafür bereitgestellten Haushaltstitel beschränkt waren (DE-MODERATOR, DE-VERWALTUNG).

Innerhalb dieses Rahmens gab es jedoch Flexibilität (DE-MODERATOR). In Hamburg war die Situation ähnlich. So berichten die Interview-Partner aus der Verwaltung, dass sie mangels konkreter Vorgaben oder ausformulierter Maßnahmenumsetzungsziele der Politik großen Gestaltungsspielraum bei der Umsetzung hatten (HH-VERWALTUNG). Lediglich für die Hamburger Bezirke gab es Vorgaben zu Art und Umfang, wie öffentliche Ladeinfrastruktur aufgebaut werden sollte (HH-VERWALTUNG, HH-MODERATOR, HH-POLITIK2). Dies ist auch der Grund, weshalb diese Akteursgruppe die für sie geltenden Auflagen als hinderlich empfand, da aufgrund der dichten Besiedelung, des damit einhergehenden Parkraumdruckes und anderer zu berücksichtigender straßenbaulichen Faktoren die (Maßnahmen)Zielsetzungen (vor allem im Bereich öffentlicher Ladeinfrastruktur) im Bezirk oft nur sehr schwierig umzusetzen waren (HH-POLITIK2). Auch die Gruppe der Moderatoren in Hamburg hatte durch die meist eigene Teilnahme in den von ihr initiierten Förderprojekten (neben der regionalen Initiierung auch eine Konsortialpartnerschaft über Förderantrag) klare Auflagen, die sich aus den Bestimmungen des Förderantrags ergaben (HH-MODERATOR). Im Gegensatz zu den Bezirksvertretern wurde dies jedoch von den Hamburger Moderatoren nicht als hinderlich empfunden, da man sich an Auflagen zum Projektablauf wegen der Dynamik der Projekte ohnehin „nicht sklavisch gebunden“ (HH-MODERATOR, 01:00:07.0 – 01:00:47.9 Minuten) sah. Vielmehr wurden die Vorgaben der Bundesebene und selbst die Konsortialverträge zwischen den kommunalen Partnern als „nicht bindend“ (HH-MODERATOR, 01:00:48.4 – 01:01:13.8 Minuten) empfunden. Stattdessen war man der Auffassung, sich „die Freiheiten nehmen“ zu können, die man zur Umsetzung der übergeordneten Politikziele benötigte (HH-MODERATOR, 01:01:45.6 – 01:01:49.2 Minuten).

Die Hamburger Wirtschaft, berichten Akteure aus Kammern/Verbänden, war durch die Luftgütepartnerschaft anfangs an die Vorgabe gebunden, 1 000 Elektrofahrzeuge auf die Straße zu bringen (HH-KAMMER/VERBÄNDE). Diese Auflage entfiel 2014 durch die Umwandlung des Programms in eine Beschaffungsinitiative (HH-KAMMER/VERBÄNDE). Als Projektpartner haben an Förderprojekten teilnehmende Wirtschaftsunternehmen die damit verbundenen Auflagen nicht als hinderlich empfunden, da Vorgaben wie die rein dienstliche Nutzung ohnehin erfüllt und beispielsweise Fahrtenbücher standardmäßig geführt werden (HH-KAMMER/VERBÄNDE, HH-FUHRPARK). Für Akteure der Gruppe Hersteller und Vertrieb bestanden die Auflagen der Förderung darin, dass Entwicklungsarbeiten unter die F&E-Bestimmungen (Forschung und Entwicklung) gemäß deutschem Förderrecht fallen müssen (HH-HERSTELLER). Vertriebstätigkeiten wurden dahingehend eingeschränkt, dass Fahrzeuge nur verleast werden dürfen, solange sie in der Förderung sind, um die Eigentümerstellung beim Förderempfänger zu belassen. Beides wurde von den Akteuren als hinderlich empfunden (HH-HERSTELLER). Die Energiewirtschaft hingegen empfand besonders die administrativen Anforderungen, denen Teilnehmer von Förderprojekten sich in der Abrechnung und dem Berichtswesen stellen müssen, als negativ (HH-ENERGIE). Vor allem in größeren Unternehmen, welche meist sehr standardisierte Abläufe bei der Zeiterfassung oder der Berechnung von Gemeinkostenzuschlägen haben, können diese Abläufe nur mit sehr viel Aufwand an die Vorgaben der Förderprojekte angepasst werden (HH-ENERGIE).

Um zu verstehen, wie weit von den Akteuren die für sie geltenden Auflagen eingehalten wurden oder es möglich war, dass einige Akteure in diesem Punkt die beschriebenen Freiheiten hatten, aber vor allem auch um zu verstehen, wie stark das mittels der Förderung zu erreichende Umsetzungsziel über den Förderzeitraum im Fokus stand, wurde in den Interviews auf die Prüfprozesse eingegangen, mithilfe derer die fördernden Instanzen den Umsetzungsverlauf kontrollieren konnten. Ein solcher kontinuierlicher Soll/Ist-Vergleich fand aufgrund der Vielzahl von Projekten und der kurzen Dauer der jeweiligen Haushaltstitel (vor allem *Konjunkturpaket II*, aber auch in den zwei nachfolgenden Förderperioden) nicht statt (DE-VERWALTUNG, DE-MODERATOR, HH-MODERATOR). Das bestätigen beispielsweise auch Interview-Partner aus der Akteursgruppe Energiewirtschaft, indem sie berichten, dass sie „im Wesentlichen laufen gelassen wurden“ (HH-ENERGIE, 00:49:51.9 – 00:49:57.9 Minuten).

Nur bei größeren, augenfälligen Problemen in Konsortien haben sich die für einen solchen Abgleich verantwortlichen Vertreter von Politik und Planung – auf administrativer Ebene die Projektträger und auf konzeptioneller Ebene die Programmorganisationen der Bundesregierung – eingeschaltet und mögliche Lösungsvorschlänge zur Klärung an die Moderatoren in Hamburg delegiert (DE-MODERATOR).

Lediglich bei den Flottenprojekten im Hamburger Wirtschaftsverkehr fand durch die anfängliche Integration der Maßnahme in den *Hamburger Luftreinhalteplan* eine regelmäßige Überprüfung und Berichterstattung durch die zuständige *Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt* (BSU) statt (HH-KAMMER/VERBÄNDE). Allerdings endete diese Überprüfung 2014 mit der Überführung der im Luftreinhalteplan verankerten Aktivitäten in eine Beschaffungsinitiative, welche aus der ehemals verpflichtenden eine sodann freiwillige politische Maßnahme werden ließ. Zwar war anfänglich auch im Rahmen der Beschaffungsinitiative ein freiwilliges Monitoring der Fahrzeugvergabe geplant, jedoch war dies aufgrund fehlender Unterscheidungsmöglichkeiten bei den Vertriebsorganisationen zwischen gewöhnlichen Käufen und rabattierten Käufen im Rahmen der Beschaffungsinitiative nicht möglich (HH-KAMMER/VERBÄNDE).

Ernsthafte Konsequenzen hatten die Planabweichungen für keinen der beteiligten Akteure. Der Zusage der deutschen Industrie, Fahrzeuge für Förderprojekte zur Verfügung zu stellen, kam diese nur mangelhaft nach, auch wenn die Bereitstellung von Elektrofahrzeugen eine maßgebliche Arbeitsgrundlage für die aus dem Bundeshaushalt unterstützten Förderprojekte war (DE-POLITIK, HH-MODERATOR, DE-VERWALTUNG). Erst sechs bis sieben Jahre später standen deutsche Elektrofahrzeuge in größeren Stückzahlen zum Kauf bereit. Eine direkte Pönalisierung dieser Nichteinhaltung der Zusage gab es nicht, allerdings, berichten Akteure aus Politik und Planung, wurden auf Bundesebene die Kaufprämie und das Förderprogramm für Ladeinfrastruktur aus diesem Grund erst mit großer Verzögerung aufgelegt (DE-POLITIK, DE-VERWALTUNG). Auch auf Projektebene hatten Planabweichungen oder das absehbare Nichterreichen des Förderziels keine negativen Auswirkungen für die beteiligten Konsortien (DE-MODERATOR, DE-VERWALTUNG). Die Gruppe der Moderatoren gibt dabei zu bedenken, dass, wenn Projektkonsortien eine Zuwendung erhalten haben, es auch rechtlich keine Handhabe gibt, in den Projekten inhaltlich nachzusteuern (DE-MODERATOR, HH-MODERATOR). Vielmehr könnten diese „autark agieren“ (DE-MODERATOR, 00:51:49.4 – 00:52:46.7 Minuten), solange keine Verstöße gegen das Förderrecht vorlägen.

8.3. Zusammenfassung

Die durchgeführte Handlungswirkungsanalyse untersucht die Frage, wie die Maßnahme implementiert wurde (*Forschungsfrage HWA*), also auf welche Weise die jeweiligen Einzelmaßnahmen zur Etablierung von Elektromobilität umgesetzt wurden, ob sie akzeptiert und auch in der Durchführung überprüft wurden.

Die Förderung von Elektromobilität auf Bundesebene zur Erreichung der Politikziele (siehe Zielanalyse Kap. 5) erfolgt als Zusammenspiel der öffentlich Handelnden mit den Umsetzungsakteuren auf drei Ebenen: in der Forschung und Entwicklung (F&E), der Erprobung und Demonstration der Technologie in Feldversuchen sowie dem Setzen von förderlichen Rahmenbedingungen. Ab dem Punkt, wo marktfähige Produkte und ein regulatorisch hinreichend entwickeltes Umfeld vorliegen, kommen Beschaffungsinitiativen als vierte Ebene und Einstieg in den bundesweiten Markthochlauf hinzu.

Im Rahmen des *Konjunkturpakets II* (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009c) wird 2009 ein erstes Förderprogramm zur Forschung und Entwicklung von Elektromobilität aufgelegt, für das 500 Mio. Euro Haushaltsmittel bereitstehen. Innerhalb dieses Programms sind 130 Mio. Euro für

erste, parallel laufende Demonstrationsvorhaben in acht ausgewählten Regionen Deutschlands reserviert. Eine Anschlussfinanzierung erfolgt über die Förderrichtlinie von 2011.

Während sich die Grundlagenforschung vor allem der Batterieforschung zuwendet, folgen die thematischen Schwerpunkte in den Feldversuchen noch keiner klaren Agenda. Obgleich im *Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität (NEP)* (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009d) von der Bundesregierung bereits 2010 ein strukturierter Umsetzungsplan vorgelegt wird, der bis 2020 drei Entwicklungsphasen für die Etablierung von Elektromobilität als einer gleichwertigen Mobilitätsalternative zum Verbrennungsmotor vorsieht (die Marktvorbereitung, den Markthochlauf und den Volumenmarkt), wirkt dessen Implementation der Marktvorbereitung in den Folgejahren unkoordiniert: komplizierte Förderrichtlinien, verspätete Förderbescheide und fehlende Fahrzeuge führen immer wieder zu schleppenden Mittelabflüssen und damit ineffizienten Programmumsetzungen. Hinzu kommt, dass ab 2011 die zentrale Finanzierung von Förderprogrammen im Bereich Elektromobilität in den Energie- und Klimafonds übertragen wird, dessen Zahlungsfähigkeit aufgrund niedriger CO_2-Zertifikatspreise über einen großen Zeitraum gefährdet scheint. Die mangelhafte Zuweisung von Verantwortlichkeiten und fehlenden Kontrollmechanismen innerhalb der Programme führen in Verbindung mit intransparenten oder gar ausbleibenden externen Evaluationen der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten nicht nur zu einer schleppenden Umsetzung, sondern auch zu einem eingeschränkten strategischen Lernprozess bei den Bundesministerien auf Grundlage der ohnehin durch 17 Modellregionen (BMVBS, BMWi, BMU) stark fragmentierten Erkenntnislandschaft.

Die übergeordnete strategische Nachsteuerung der im NEP vorgesehenen Schritte überträgt die Bundesregierung bereits 2010 der *Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE)*, einem nichtstaatlichen Gremium, in dem als öffentlich Handelnde die vier genannten Ministerien wie auch die bisher identifizierten Umsetzungsakteure in Wirtschaft und Wissenschaft, zusammen mit einzelnen Vertretern der Zivilgesellschaft, zusammenarbeiten. Trotz des Vorwurfes der Industrielastigkeit in ihrer Zusammenstellung, dem sich die NPE immer wieder ausgesetzt sieht (was jedoch mehr ein Problem des politischen Verständnisses von Anspruchsgruppen bei Themen wie Verkehrs- und Energiewende ist und keins der Umsetzung von Maßnahmenprogrammen), hat die Zusammenstellung der NPE das Potenzial, die Effektivität des Umsetzungsprozesses insgesamt zu steigern, weil erstmals alle (für die technologischen Ziele) relevanten Akteure in einem Forum zusammenkommen. Jedoch scheinen Konkurrenzdenken zwischen den politischen wie auch industriellen Akteuren die horizontale Zusammenarbeit innerhalb von Branchen und über Branchengrenzen hinweg zu bremsen, mit der Folge, dass Themen parallel bzw. mehrfach adressiert werden und nicht notwendigerweise aufeinander aufbauen.

Die 2015 aktualisierte Förderrichtlinie für Elektromobilität beendet offiziell das *Modellregionen*-Programm und die darin alleinig geförderten F&E-Vorhaben in *Modellregionen*. Es erweitert die Handlungsschwerpunkte, angesichts der antizipierten Markthochlaufphase, erstmals um reine Investitions- und Beschaffungsprogramme, welche zudem von Konsortien oder Einzelunternehmen ab sofort bundesweit beantragt werden können. Zwar bietet die Förderrichtlinie über nun regelmäßige Förderaufrufe eine Möglichkeit, die in ihr aufgeführten Handlungsfelder zeitlich flexibel und individuell zu adressieren, gleichzeitig entkoppelt sie bei reinen Beschaffungsprogrammen aber staatliche Förderung von staatlicher Lenkungswirkung. Durch die nunmehr bundesweiten Fördermöglichkeiten sind Förderempfänger zudem nicht mehr notwendigerweise in übergeordnete geografische oder technologische Cluster eingebunden, was eine inhaltlich abgestimmte Technologieentwicklung oder räumliche Synergien erschwert.

Ebenfalls 2015 erlässt die Bundesregierung das *Elektromobilitätsgesetz (EmoG)* (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2015c) und versucht damit, dass immer noch schwache regulatorische Umfeld für Elektromobilität zu stärken. Neben Forschung und Entwicklung (F&E) sowie der Erpro-

bung und Demonstration von Elektromobilität in Feldversuchen zählen förderliche Rahmenbedingungen als dritte Säule der Marktvorbereitung, mit deren Hilfe Elektromobilität vor allem nachhaltig und dauerhaft implementiert werden kann, da grundlegende Mobilitätspräferenzen geändert werden können. Das EmoG bildet eine wichtige Grundlage für nachfolgende Programme, da in ihm eine rechtlich verbindliche Definition von förderfähigen, weil dem übergeordnetem Politikziel dienlichen Elektrofahrzeugen vorgenommen wird. Es schafft auch die gesetzlichen Voraussetzungen für gezielte Priviligierungen von Elektrofahrzeugen im Straßenverkehr, wo bisherige Privilegierungen von Elektrofahrzeugen sich auf die bevorzugte steuerliche Behandlung, sei es bei der Kraftfahrzeugsteuer, der Einordnung geldwerter Vorteile beim Laden am Arbeitsplatz oder der Dienstwagenbesteuerung begrenzten. Auch wenn bei noch offensichtlichen Nutzungsnachteilen von Elektrofahrzeugen gegenüber verbrennungsmotorischen Fahrzeugen eine Form von Nachteilsausgleich sinnvoll erscheint, ist unklar, in welchem Maße Priviligierungen als eine Sonderform von Rahmenbedingungen tatsächlich eine Kaufentscheidung beeinflussen.

Als weitaus durchsetzungsstärkere Rahmenbedingung (und vermutlich stärkster Impuls) für die Einführung von Elektrofahrzeugen seitens der Automobilindustrie stellt sich die kontinuierliche Absenkung der CO_2-Flottengrenzwerte dar, welche auf EU-Ebene regelmäßig beschlossen wird. Sie gibt den Herstellern einen Anreiz, zügig und sukzessive ihre Flotten zu elektrifizieren, um Strafzahlungen zu entgehen. Während diese Umsetzung dem Grunde nach als äußerst effektiv gelten kann, auch weil sie nicht reversibel implementiert ist und alle Akteure erreicht, wird ihre Wirkung gleich zweifach konterkariert: marktseitig durch die neuen Prüfzyklen für Elektrofahrzeuge, von denen besonders (in ihrem tatsächlichen Umweltnutzen fragwürdige) PHEV profitieren, und umweltseitig mangels Grünstromverpflichtung durch die Verschiebung von Emissionen aus dem Verkehrssektor in den Energiesektor.

Vor diesem Hintergrund zeigt sich das 2016 verabschiedete *Marktanreizprogramm* (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016b) nicht nur in seiner Wirkung auf die Fahrzeugbestandszahlen als effektiver, sondern auch im Hinblick auf die übergeordneten Politikziele. Mit dem Programm stellt die Bundesregierung, neben weiteren Steuervorteilen in der Fahrzeugnutzung für gewerbliche und private Nutzer, 600 Mio. Euro für die Förderung der Fahrzeugbeschaffung („Kaufprämie“) und 300 Mio. Euro Fördermittel für den Aufbau von öffentlicher Ladeinfrastruktur bereit. Die 600 Mio. Euro für die Fahrzeugbeschaffung müssen dabei von der Automobilindustrie gespiegelt werden, um Mitnahmeeffekte zu begrenzen. Aus dem gleichen Grund ist die Ausschüttung von Fördergeldern für Ladeinfrastruktur im *Marktanreizprogramm* an regionale Förderquoten gekoppelt, was einen flächendeckenden Aufbau von Ladeinfrastruktur fördert. Durch die im gleichen Jahr erlassenen Änderungen im Strommarktgesetz wird die rechtliche Einordnung der Anlagen betreiberfreundlich geregelt, während zwei Ladesäulenverordnungen von 2016 und 2017 die Förderung aus Bundesmitteln an Zugänglichkeit, universale Bezahlmodalitäten („Spontanladen“) und die Verwendung von Grünstrom koppelt.

Auch wenn ab 2016 infolge des *Marktanreizprogrammes* die Bestandszahlen sich im Vergleich zu den Vorjahren deutlich positiver entwickeln, so bleibt der Anteil von Elektrofahrzeugen am bundesweiten Fahrzeugbestand mit 0,2 % noch immer marginal und weit entfernt vom postulierten Ziel von einer Million Elektrofahrzeugen bis 2020, was zeigt, dass die Kaufprämie zwar einen effizienten Fördermitteleinsatz darstellt, aber im übergeordneten Zusammenhang Subventionen in der gegebenen Marktphase, mit noch substantiellen relativen Nachteilen von Elektrofahrzeugen und sich noch formenden Rahmenbedingungen, nicht das geeignete Mittel für einen forcierten Markthochlauf zu sein scheinen. Der zögerliche Mittelabfluss der Kaufprämie zeigt klar, dass nicht alleine der Anschaffungspreis die singuläre Barriere für einen Durchbruch der Elektromobilität darstellt.

In der vorherrschenden Marktphase scheint der mit dem *Marktanreizprogramm* geförderte Aufbau von öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur geeigneter. Hier kann 2018 bereits eine über 40%ige Zielerreichung bei der normalen Ladeinfrastruktur und ein rund 15%iger Zielerreichungsgrad bei schneller Ladeinfrastruktur (beides Zielhorizont 2020) konstatiert werden. Gemessen an den realen Bestandszahlen von Elektrofahrzeugen ist das Verhältnis von normalen Ladepunkten zu Elektrofahrzeugen (gemäß EU-Richtlinie) sogar ausgeglichen und bei schnellen Ladepunkten überproportional erfüllt, was eine gute Voraussetzung für einen Markthochlauf schafft, da hiermit auch das „Henne-Ei-Problem“ von Infrastruktur und Fahrzeugen umgangen wird.

Effizient wird der Infrastrukturaufbau insbesondere dadurch, dass die Ladeinfrastruktur durch die Ladesäulenverordnung zeitlich wie geografisch langfristig technisch kompatibel bleibt (da die vorgeschriebenen Steckertypen auch europaweit einheitlich sind). Somit ist ein kurzfristiges Marktüberangebot unschädlich und kann derweil durch die „Übergangstechnologie“ der PHEV ebenso genutzt werden.

Im Rahmen des *Sofortprogramms Saubere Luft 2017-2020* (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017f) stellt die Bundesregierung ab 2017 nochmals knapp 400 Mio. Fördermittel (von den insgesamt 1 Mrd. Euro des Gesamtpakets) für die Beschaffung von Elektrofahrzeugen in Kommunen zur Verfügung, die besonders von Luftschadstoffen betroffen sind. Da das Programm, welches 250 Mio. Euro Fördermittel als Beitrag der Automobilindustrie enthält, zur administrativen Abwicklung auf bestehende Programme und Richtlinien anknüpft, deren Budget entsprechend aufgestockt wird, werden parallele Förderinstanzen vermieden. Weiter positiv hervorzuheben ist die Fokussierung auf Frühe Märkte wie kommunale und gewerbliche Flotten sowie den ÖPNV. Wie schon das *Marktanreizprogramm* stellt auch das *Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020* als reines Investitions- und Beschaffungsprogramm jedoch keine Anforderungen mehr an eine wissenschaftliche Begleitung der Fördergegenstände und trägt so nur zu geringen Teilen zum weiteren Erkenntnisgewinn des Fahrzeugeinsatzes bei.

Die Implementation all dieser auf Bundesebene erarbeiteten und verabschiedeten Förderprogramme findet, abgesehen von einigen wenigen transregionalen Projekten, auf kommunaler und regionaler Ebene statt, unter anderem auch in Hamburg als einer der 2008 ausgewählten acht deutschen Modellregionen Elektromobilität. Im Gegensatz zu beispielsweise rechtlichen Rahmenbedingungen mit ihrem verpflichtenden Charakter, sind die Förderprogramme des Bundes ein fakultatives Angebot an potentielle Fördernehmer – privatwirtschaftliche wie kommunale. Während privatwirtschaftliche Akteure in Hamburg die Förderprogramme nutzen, um Produkte und Dienstleistungen zu entwickeln (F&E) oder erste Erfahrungen beim Einsatz von Elektrofahrzeugen im eigenen Fuhrpark zu sammeln (Demonstration), nutzt die Stadt Hamburg, im Abgleich mit den eigenen, kommunalen Politikzielen, die Förderprogramme des Bundes, um die städtischen Maßnahmen zum Erreichen der Hamburger Klimaziele zu unterstützen. Diese sind (auch in Umsetzung des IEKP) im Hamburger Klimaschutzkonzept aus dem Jahr 2007 festgeschrieben.

Ziel der Stadt ist dabei, neben dem Einsatz von Elektrofahrzeugen im eigenen kommunalen Fuhrpark, mithilfe der Förderprojekte den Einsatz von Elektrofahrzeugen und die Etablierung der Technologie in der Stadt insgesamt zu fördern. Sie unterstützt dabei die Umsetzungsakteure bei der Akquise von Fördermitteln und beurteilt die Möglichkeit der Verbesserung der kommunalen Rahmenbedingungen. So erfolgt die Koordination der Antragsstellung auf Fördermittel beim Bund, das Zusammenstellen von kommunalen Konsortien und die Begleitung der Projekte in der Durchführung zentral durch die hySOLUTIONS GmbH, eine mehrheitlich städtisch beherrschte Public Private Partnership, die zuvor schon die Wasserstoffaktivitäten der Hansestadt koordiniert hat. In ihrer Funktion als Regionale Projektleitstelle wird sie als öffentlich Handelnde durch das Verkehrsministerium 2008, 2011 und 2014 bestätigt, überdies 2011 auch durch den Hamburger Senat offiziell mandatiert.

In dieser Rolle gelingt es ihr in den Folgejahren, zusammen mit mehreren „umsetzungsfähigen“ Konsortien (diese müssen ja auch die Eigenanteile der Förderung aufbringen können) eine Vielzahl von Projektideen in Hamburg zu realisieren. Durch ihre guten Kontakte in die Hamburger Politik und die Hamburger Wirtschaft (sowohl Handwerks- als auch Handelskammer sind Anteilseigner an der PPP) sowie der bereits langjährigen Zusammenarbeit mit Automobilherstellern und Energieversorgern im Bereich Wasserstoff, ist es der hySOLUTIONS dabei möglich, Fahrzeugkontingente für die Hamburger Förderprojekte zu aktivieren, die anderen Modellregionen nicht zur Verfügung stehen. Sie kann auch durch die Nähe zur Hamburger Wirtschaft genug Interessensbekundungen für den Fahrzeugeinsatz einholen, um Hamburg gegenüber dem Bund als eine Stadt präsentieren zu können, wo Angebot und Nachfrage für erste Anwendungen in frühen Märkten auf starken politischen Rückhalt treffen, was wiederum positive Auswirkungen auf die „Erfolgsquote“ bei den eingereichten Förderanträgen hat. Für die Etablierung von Elektromobilität in Hamburg ist die zentrale Koordination durch hySOLUTIONS somit sehr förderlich.

Als Frühe Märkte werden im Abgleich mit der Hamburger Politik Anwendungen in den Bereichen ÖPNV und Wirtschaftsverkehr identifiziert. Diese werden das erste Mal 2009 innerhalb des Konjunkturpakets II im Rahmen von drei Projekten (im Bereich Pkw, ÖPNV ausgenommen) umgesetzt: *hh=more, Hamburg PURE und HH-Wise*. Während *hh=more* mit 68 Elektrofahrzeugen und 50 Ladesäulen das Thema Elektromobilität sowohl inhaltlich als auch akteursseitig (die beteiligten Umsetzungsakteure sind Automobilhersteller, Energiewirtschaft, Wirtschaft und Kommune) am facettenreichsten abbildet, grenzt das Projekt *Hamburg PURE* mit einem Förderanteil von rund 40 000 Euro pro Fahrzeug bei 15 eingesetzten Fahrzeugen und nur einem Antragssteller an eine öffentlich finanzierte Konzernforschung, die der *Modellregion Elektromobilität* Hamburg nur begrenzten Nutzen bringt. Zumal, und dies trifft für alle drei Projekte zu, die Förderrichtlinien innerhalb des Konjunkturpakets II keine verpflichtende Begleitforschung vorschreiben, so dass für die gerade in der ersten Berührungsphase mit dem komplett neuen Thema mannigfach auftretenden Fragen und Probleme grundsätzlicher Art (Reichweiten, Steckernormen, Batteriesicherheit etc.) eine strukturierte Erfassung ausbleibt. Beispielhaft ist in dem Projekt *Hamburg PURE* jedoch der Ansatz, jedem Kunden nicht nur eine obligatorische Einweisung in die Handhabung der Fahrzeuge zu geben, sondern dabei auch die Nutzung der Ladeinfrastruktur (durch die Infrastrukturpartner) miteinzubeziehen, was zumindest die Effizienz des Einsatzes der 15 Fahrzeuge erhöht. Dies ist bei *hh=more* und *HH-Wise* nicht vorgesehen, dafür zeigt sich bei *HH-Wise*, wie öffentliche Förderung zum Aufbau kommunaler Kompetenz(netzwerke) und Wertschöpfung beitragen kann. 215 der 235 im Projekt eingesetzten Elektrofahrzeuge werden in Hamburg umgerüstet, wofür die Firma Karabag größtenteils auf regionale Unternehmen zurückgreift. Ob in Zeiten von Kooperationen selbst zwischen Massenherstellern, welche die preisliche Konkurrenzfähigkeit ihrer millionenfach produzierten Produkte im globalen Markt sichern müssen, eine größtenteils per Hand durchgeführte Umrüstung von Fahrzeugen in einer Hamburger Fiat-Niederlassung ein suffizientes Potenzial für einen nachhaltig disruptiven Markteintritt hat, lässt sich innerhalb der vorliegenden Arbeit nicht tiefergehend erörtern. Sieben Jahre nach Beginn des Projektes stellt das ausgegründete und zwischenzeitlich verkaufte Unternehmen dann auch alle Vertriebsaktivitäten ein, womit diese Einzelmaßnahme nicht nachhaltig war. Unter Effektivitätsgesichtspunkten jedoch spielt *HH-Wise* eine wichtige Rolle für die Elektromobilitätsförderung in Hamburg insgesamt, da es zu Zeiten, wo die etablierten Markenhersteller keine Elektrofahrzeuge liefern können (was beim Projekt *hh=more* und selbst nachfolgenden Projekten noch zu starken Verzögerungen führt), das anfängliche Momentum, welches in Hamburg durch die Förderprojekte und die politische Unterstützung entstanden ist, durch die Bereitstellung der nachgefragten Fahrzeuge aufrechterhält. Ferner werden dadurch und durch die entsprechende Berichterstattung in den kommunalen wie überregionalen Medien die etablierten Automobilhersteller politisch unter Zugzwang

gesetzt, ihre auf Bundesebene abgegebenen Absichtserklärungen zur Förderung der Elektromobilität auch einzulösen.

Dass sie hiervon noch weit entfernt sind, zeigt sich auch in den im Anschluss an das *Konjunkturpaket II* durchgeführten Projekten. So leidet die Durchführungseffizienz des Projektes *Wirtschaft am Strom* in der wissenschaftlichen Begleitforschung vor allem an der mangelnden Kooperation der Automobilhersteller bei der Ermöglichung der Datenerhebung. Diese wird ohnehin bereits dadurch erschwert, dass aufgrund verspäteter Förderbescheide die wissenschaftlichen Konsortialpartner nach den Automobilherstellern ihre Arbeit aufnehmen und erst dann ein Beprobungs- und Evaluationskonzept entwerfen können, als Teile der zu beprobenden Flotte schon bei den Nutzern im Einsatz sind. Das dann entwickelte Konzept einer deutschlandweit einmaligen Triangulation zur Erforschung des Einsatzes von Elektrofahrzeugen im Wirtschaftsverkehr wird von den Automobilherstellern in Teilen blockiert, während eine nicht unbeträchtliche Zahl von Fahrzeugnutzern sich obendrein nur lückenhaft an den unterschiedlichen Erhebungsformaten beteiligt.

Hier zeigt sich nochmals deutlich die schon auf Bundesebene attestierte Schwäche des geltenden Förderrechtes im Hinblick auf seine Umsetzungseffizienz: so ist ein einmal beschiedener Förderempfänger, abgesehen von groben Rechtsverstößen, für jegliche Überprüfungen oder Korrekturen seiner Arbeitsqualität unerreichbar. Im Projekt *Wirtschaft am Strom* kommt hinzu, dass die Fahrzeugnutzer selbst überhaupt kein Rechtsverhältnis zum Projekt besitzen, sondern nur zur den Leasing-Banken im Konsortium. Die Lösung der Stadt Hamburg, Fahrzeuge für den eigenen Fuhrpark zentral über die Finanzbehörde einzuwerben und dann intern, an innerbehördliche Dienstvorschriften gekoppelt (keine Privatfahrten, Beteiligung an Datenerhebungen etc.) an die anfragenden Dienststellen zu verteilen, ist theoretisch ein besserer Implementationsansatz. Beide Modelle scheitern jedoch letztlich an der mangelnden Durchsetzung der aufgestellten Regularien innerhalb des eigenen Apparates oder gegen die eigenen Leasing-Kunden.

Trotz der vielen Ineffizienzen schafft es das Projekt, mit rund 800 Elektrofahrzeugen die Projektvorgaben überzuerfüllen und einen deutschlandweit im Umfang einmaligen Datensatz von Forschungsdaten zu sammeln, bei der gleichzeitig niedrigsten Fördersumme pro Fahrzeug in allen Hamburger Projekten. Während diese Daten für weitere wissenschaftliche Vorhaben genutzt werden können, scheint die Nachhaltigkeit der Fahrzeugnutzung in *Wirtschaft am Strom* durch die Nichtverfügbarkeit von passenden Leasing-Anschlussfahrzeugen stellenweise eingeschränkt, was die generelle Frage nach der Sinnhaftigkeit dieser Förderauflage aufwirft. Zwar wird seitens der Projektträger das verpflichtende Leasing mit der Durchgriffsmöglichkeit auf den Fördergegenstand argumentiert, allerdings zeigen die Projekte in Hamburg, dass von dieser theoretischen Möglichkeit in der Praxis kein Gebrauch gemacht wird.

Das 2014 beginnende und vom Umweltministerium geförderte Projekt *EPowered-Fleets* entspricht inhaltlich einer Wiederholung des vom Verkehrsministerium geförderten Projektes *Wirtschaft am Strom,* was ein gutes Beispiel für die auf Bundesebene existierende Konkurrenz der Ressorts darstellt. Synergien zwischen den Projekten werden nicht verfolgt, stattdessen sinkt der Grad der Implementation für beide Projekte, wenn Nutzer, die Fahrzeuge aus beiden Projekten in ihren Fuhrparks einsetzen, durch redundante Erhebungsformate verärgert werden. Dennoch kann das Projekt seine Vorgaben mit 495 eingesetzten Elektrofahrzeugen übererfüllen, bekommt dafür aber auch vertriebliche Unterstützung durch eine städtischerseits eigens dafür eingerichtete Personalstelle. Eingeschränkt wird die Effektivität der Förderung in dem Projekt durch den nicht nachhaltigen Betrieb eines ansonsten sehr gut akzeptierten Online-Informationsangebots, welches nach Projektende abgeschaltet wird.

Parallel zu *Wirtschaft am Strom* und *EPowered-Fleets* werden mit dem Projekt *e-Quartier* erstmals nichtgewerbliche Fahrzeugnutzer angesprochen. Das ab 2013 laufende Projekt versucht in Kooperation mit der Wohnungswirtschaft Angebote in Vierteln und Quartieren – teils im Bestand, teils bei Neubauprojekten – zu entwickeln. Trotz einiger effizienzsteigernder Nachsteuerungen (neue Projektleitung, Auslagerung der Fahrdatenerhebung) schafft es das Projekt nicht, auch nur annähernd seine Zielzahlen im Hinblick auf Fahrzeuge und Einsatzstandorte zu erreichen, so dass die geringe Fallzahl die Übertragbarkeit der Erkenntnisse aus dem Projekt substantiell einschränkt. Die außergewöhnlich gute Projektdokumentation, die zumindest ein nachhaltiges Lernen aus dem Projekt ermöglicht, benennt unter anderem ein durch eine Vielzahl von assoziierten Partnern angewachsenes Konsortium als größtes Hemmnis für die erfolgreiche Durchführung des Projektes. Dies spiegelt die schon in den übrigen in Hamburg durchgeführten Projekten gemachte Erfahrung wieder, dass der Assoziierungsstatus in Konsortien eher die Effizienz einer Umsetzung senkt, weil er Engagement und Einsatz suggeriert, welche letztlich nicht einforderbar sind.

Mit dem *Masterplan Ladeinfrastruktur* (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2014) von 2014 setzt die Stadt Hamburg ein erstes, aus dem eigenen Haushalt finanziertes Förderprogramm auf, mit dem Ziel, den Aufbau öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur in Hamburg zu fördern. Auch wenn der bisherige Rückgriff auf Bundesfördermittel kosteneffizient war aus Sicht des Hamburger Haushalts, haben eigene städtische Förderprogramme den Vorteil, die inhaltliche Ausgestaltung komplett selbst zu steuern. Dies zeigt sich besonders am *Masterplan Ladeinfrastruktur.* Da offensichtlich ein Marktversagen im Aufbau von Ladeinfrastruktur durch private Investoren vorliegt, richtet die Stadt Hamburg mit 16 Mio. Euro Haushaltmitteln 600 Ladepunkte zwischen 2014-2017 ein und stellt diese entgeltfrei dritten Stromvertrieben zum Verkauf von Ladestrom zur Verfügung. Die Ladeinfrastruktur berücksichtigt dabei mit einer verpflichtenden Nutzung von Grünstrom, der Möglichkeit des Spontanladens und der Ausrüstung mit einheitlichen Stecker-/Buchsensystemen die zukünftigen Standards, noch bevor diese Jahre später gesetzliche Grundlage werden, was die Nachhaltigkeit der Investion sicherstellt und als sehr effizient eingestuft werden kann. Die Effizienz wird noch einmal dadurch erhöht, als die Erweiterung des Masterplans Ladeinfrastruktur 2017 auf 1 000 öffentliche und 150 exklusive Ladepunkte durch die Stadt als Hebel genutzt wird, um mit den in der Stadt operierenden Carsharing-Anbietern eine Flottenerhöhung um rund 1 000 Elektrofahrzeuge zu vereinbaren.

Weitere sich anschließende (Bundes)förderprogramme, die zum Zeitpunkt der Erstellung der vorliegenden Arbeit (Mitte 2018) noch nicht abgeschlossen wurden, sind *Hanse-E* (Ladeinfrastruktur) und *E-Drive 2017*, ein aus vier Einzelprojekten bestehendes Fahrzeugbeschaffungsprojekt.

Im Bereich der Rahmenbedingungen setzt Hamburg teils auf die sich durch die Bundesebene ergebenen Möglichkeiten, z. B. auf die im EmoG ermöglichte Parkgebührenbefreiung für Elektrofahrzeuge im ruhenden Verkehr, sowie auf eigene Initiativen, wie förderliche Bauvorschriften bei bestimmten Großbauvorhaben oder die Änderung der Allgemeinen Kraftfahrzeugbestimmungen für städtische Fuhrparks. Letztere erweist sich als besonders effektives wie erfolgreiches Instrument. Während sie als Verwaltungsanordnung dauerhaft und nicht reversibel implementiert ist, lässt sie sich gleichzeitig innerhalb des Verwaltungsapparates leicht durchsetzen.

Gemessen an den eigenen Zielen der Bundesregierung und in Anbetracht der tatsächlichen Bestandszahlen im von der NPE antizipierten Markthochlauf, wurde die Maßnahme auf Bundesebene somit bisher nicht erfolgreich implementiert. Die schlechte Resonanz selbst auf die von der Industrie fortwährend geforderte Kaufprämie zeigt, dass eben nicht alleine die noch bestehende Kostenlücke den Erfolg der Elektromobilität bestimmt, sondern noch grundlegende Nutzungsnachteile bestehen und förderlichere Rahmenbedingungen weiter entwickelt werden müssen. Beide Faktoren konnten offenbar durch die in den vergangenen Jahren angestoßenen F&E-Vorhaben nicht hinreichend er-

forscht werden, da Forschung oftmals ineffizient und unkoordiniert durchgeführt wurde, ohne hinreichende Lernprozesse zu etablieren und Synergien zwischen den Akteuren zu nutzen. Auch die Überprüfung und Kontrolle der Maßnahme war nach Einschätzung der beteiligten und befragten Akteure nicht hinreichend. Vor allem der Abgleich mit dem übergeordneten Politikziel, der Treibhausgasreduktion, fand zu keinem Zeitpunkt statt.

Daher kommt der ab 2017 erfolgte Schwenk in der Förderpolitik, vornehmlich Investitionen und Beschaffungen ohne Begleitforschung zu fördern, um den Eintritt in den Massenmarkt zu signalisieren, nicht nur zu früh, sondern scheint durch die bloße Finanzierung eines Austausches von konventionellen Antriebssträngen mit elektrischen politisch auch zu kurz gedacht mit Blick auf die für das übergeordnete Politikziel nötige Energie- und Verkehrswende. Eine Überprüfung der Maßnahmenimplementation findet durch die Beteiligung von BAFA und BNetzA fortan zwar sehr detailliert statt, allerdings nur auf der förderrechtlichen Ebene und nicht mehr auf der politischen Strategieebene.

Dieses Bild zeigt sich im Wesentlichen auch auf der kommunalen Ebene in Hamburg. Auch wenn die Implementation der Maßnahme durch eine zentrale städtische Koordination und ein konzertiertes Arbeiten der Umsetzungsakteure sowohl effektiver als auch effizienter ist, leidet der Fahrzeugeinsatz in der programmatischen Umsetzung wie auf Bundesebene an Konzeptlosigkeit und politischer Profilierung über Fahrzeugzahlen, während der wissenschaftliche Erkenntnisgewinn des Fahrzeugeinsatzes durch mangelnde Unterstützung der Automobilindustrie und der Nutzer stark eingeschränkt wird. Fehlende Kontrolle seitens der verantwortlichen Instanzen, teils auch aus Mangel an rechtlichen Durchgriffsmöglichkeiten durch ungünstig implementierte Förderkonstellationen (Leasing-Pflicht vs. Durchgriffsrecht), sind hierfür maßgeblich verantwortlich.

Erfolgreicher in ihrer Implementation zeigt sich die bundesweite Förderung von Ladeinfrastruktur als einer entscheidenen Vorbedingung für jegliche Nutzung von Elektrofahrzeugen in der Zukunft. Hamburg geht bei diesem Thema durch ein eigenes Förderprogramm sogar noch weiter und versucht, durch einen zeitweise städtisch finanzierten Ladeinfrastrukturaufbau mangelnde Marktanreizmechanismen zu überwinden. Auch bei den kommunalen Rahmenbedingungen kann Hamburg einen Achtungserfolg für sich verbuchen: die Nutzungspflicht von Elektrofahrzeugen in städtischen Fuhrparks zeigt, wie wichtig es bei der Entwicklung neuer Policies ist, diese auch durchsetzbar zu gestalten.

9. Determinantenanalyse

Als abschließende empirische Analyse zeigt die Determinantenanalyse auf, wodurch die Implementation der Maßnahme beeinflusst wurde. Die Analyse umfasst dabei sieben einzelne Untersuchungen, die jeweils durch eine Untersuchungsfrage umgrenzt werden. Dabei kann zwischen Untersuchungen auf der Organisationsebene (*Untersuchungsfrage DA-1*) und auf der Handlungsebene (*Untersuchungsfragen DA-2* bis *DA-7*) unterschieden werden.

Um den Einfluss des organisatorischen Aufbaus und der internen Abläufe bei den beteiligten Akteuren auf den Planungsprozess zu beschreiben, untersucht *Untersuchungsfrage DA-1* die Determinanten auf der Organisationsebene. Auf der Handlungsebene werden im Rahmen der Determinantenanalyse hingegen die Einflussfaktoren bei der Formierung der Akteursarena (*Untersuchungsfrage DA-2*) und die Agendaformierung bewertet (*Untersuchungsfrage DA-3*). *Untersuchungsfrage DA-4* beurteilt Einflussfaktoren auf die Politikformulierung, während *Untersuchungsfrage DA-5* die Umsetzungsbedingungen, in denen der Planungsprozess stattfand, aus Akteurssicht bewertet.

Der Einfluss fahrzeugspezifischer Faktoren auf die Implementation wird abschließend analysiert. Diese Faktoren werden unterteilt in nutzerunabhängige Faktoren (*Untersuchungsfrage DA-6*), also Faktoren, die durch die Fahrzeugauslegung oder Materialkonfiguration bestimmt werden, und in nutzerabhängige Faktoren (*Untersuchungsfrage DA-7*), also solche Faktoren, die der Nutzer während des Fahrzeugbetriebs selbst beeinflussen kann.

9.1. Aufbau und Abläufe bei den beteiligten Akteuren

Ziel des Kapitels ist es, den Aufbau und die Abläufe bei den beteiligten Akteuren am Planungsprozess darzustellen (*Untersuchungsfrage DA-1*). Hierbei können ihre Aufgaben und Funktionen im Planungsprozess identifiziert und herausragende Persönlichkeiten oder treibende Kräfte innerhalb der Akteursorganisationen vorgestellt werden. Die Akteure werden anschließend in die Akteursarena eingeordnet, also der übergeordneten Darstellung der Konstellation der an der Maßnahmenumsetzung beteiligten Akteure zueinander. Wie bei allen vorhergehenden Analyseschritten findet eine Unterteilung zwischen Bundesebene und kommunaler Ebene statt.

9.1.1. Akteure Bundesebene

Eine eingehende Darstellung der im *Stakeholder-Mapping* aufgeführten Akteure findet sich in Anhang 29. Im Rahmen der Stakeholder-Analyse konnten auf Bundesebene sechs Gruppen identifiziert werden, die am Umsetzungsprozess maßgeblich beteiligt waren:

- Bundesregierung und angegliederte Organisationen
- Programmkoordination als Dienstleister und Schnittstellenkommunikator
- Verbände
- Forschungsinstitutionen
- Zulieferer
- speziell eingesetzte Gremien und Foren von Stakeholdern

Durch ihre hohe Legitimität als Gesetzgeber und die damit verbundenen Gestaltungsmöglichkeiten sowie die (mittels Direktivgewalt) starken Verbindungen zu anderen einflussreichen Akteuren, fällt der Bundesregierung die Rolle des Schlüsselakteurs zu. Die ihr unterstehenden Behörden sowie die

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

durch sie eingesetzten Beratungsgremien bzw. die beauftragten Programmkoordinatoren sind als Primärakteure einzustufen.

So hat die Bundesregierung zur festen Verankerung des Themas in die unterschiedlichen Schwerpunktfelder der Ressorts im *Regierungsprogramm Elektromobilität* gleich zu Beginn der Implementationsphase vier Ministerien mit Zuständigkeiten im Bereich Elektromobilität ausgestattet (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b, S. 6):

- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), ab 2013 umbenannt in Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), ab 2013 umbenannt in Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), ab 2013 unbenannt in Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), ab 2018 umbenannt in Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Für Koordinationsaufgaben beim Schnittstellenmanagement zwischen Industrie, Forschung und Politik sowie als Beratungsgremium gründete die Bundesregierung 2010 die *Nationale Plattform Elektromobilität* (NPE) (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2010b). Ihr gehören neben der Politik Spitzenvertreter der Industrie, Wissenschaft, Verbänden und Gewerkschaften an. Die NPE gliedert sich in verschiedene Arbeitsgruppen, die folgende Themenschwerpunkte abdecken:

- Fahrzeugtechnologien
- Energie und Umwelt
- Stadtplanung
- Normen und Standards
- Informations- und Kommunikationstechnologien
- Ausbildung und Qualifizierung

Zwischen der NPE und der Bundesregierung fungiert die Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität (GGEMO) als Sekretariat, um den *Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität* weiter zu entwickeln und die Öffentlichkeitsarbeit zu organisieren (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2018). Das Bundesverkehrsministerium stellt den Leiter, das Bundeswirtschaftsministerium den Stellvertreter. Ihren Sitz hat die Geschäftsstelle im Bundeswirtschaftsministerium.

Für die Koordination und Steuerung des BMVI-Programms *Modellregionen Elektromobilität* ist die *Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie* (NOW) verantwortlich, die für das Ministerium auch die Brennstoffzellenförderprogramme verantwortet. Sie übernimmt im Bereich Elektromobilität die Aufgabe, in Abstimmung mit dem Verkehrsministerium die Programmschwerpunkte weiterzuentwickeln und Projektanträge im Hinblick auf Kompatibilität mit den übergeordneten Programmzielen zu bewerten (NOW GmbH 2016, S. 97).

Diese „staatlichen“ Stellen haben zwar eine hohe Legitimität und einen großen inhaltlichen Gestaltungsspielraum, aber aufgrund ihrer Beauftragungssituation (Programmkoordination) oder der Zugehörigkeit zum Verwaltungsapparat (Ministerien) oftmals nur einen begrenzten Austausch mit anderen Akteursgruppen, allen voran den Nutzern von Elektrofahrzeugen. Dies ist problematisch, da Probleme bei der Umsetzung (wie komplizierte Förderrichtlinien) oder mangelhafte Rahmenbedingungen (wie steuerliche Nachteile bei Dienstwagen), die die Attraktivität von Elektromobilität schmälern, nur mittelbar und zeitlich verzögert an den Schlüsselakteur herangetragen werden können.

Hingegen haben die Verbände, besonders die Industrieverbände, einen intensiven Kontakt zu Nutzern ebenso wie der Zulieferindustrie. Da sie damit einen großen Einfluss auf die Umsetzung der Maßnahme haben, sei es durch zeitgerechte oder verzögerte Bereitstellung von technischen Entwicklungen oder eine attraktive oder unattraktive Preispolitik, sind die Verbände als Veto-Akteur einzustufen. Ihnen kommt eine überproportionale Macht bei der Umsetzung der Maßnahme und der Durchsetzung ihrer Interessen zu.

Tabelle 29 zeigt die Stakeholder-Klassifizierung, während die Stakeholder-Map (Abbildung 45) die Beziehungen zwischen den Stakeholdern untereinander aufführt

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

Tabelle 29: Klassifizierung von Akteuren im Bereich Elektromobilität in Deutschland.

Stakeholder	Legitimität	Möglichkeiten	Verbindungen	Gruppe	Priorität
Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)	stark	stark	stark	Regierung	Schlüsselakteur
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)	stark	stark	mittel	Regierung	Primärakteur
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)	stark	stark	mittel	Regierung	Primärakteur
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)	stark	stark	mittel	Regierung	Primärakteur
Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität (GGEMO)	stark	mittel	mittel	Regierung	Primärakteur
Projektträger Jülich (PTJ)	stark	mittel	mittel	Programmkoordination	Primärakteur
Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW)	stark	mittel	mittel	Programmkoordination	Primärakteur
Nationale Plattform Elektromobilität (NPE)	stark	mittel	mittel	Gremium/Forum	Primärakteur
Verband der Automobilindustrie (VDA)	stark	mittel	mittel	Verband	Primärakteur
Verband der Internationalen Kraftfahrzeughersteller (VDIK)	mittel	niedrig	niedrig	Verband	Sekundärakteur
Bundesverband Solare Mobilität (BSM)	mittel	niedrig	niedrig	Verband	Sekundärakteur
Bundesverband eMobilität (BEM)	mittel	niedrig	niedrig	Verband	Sekundärakteur
Verkehrsclub Deutschland (VCD)	mittel	niedrig	niedrig	Verband	Sekundärakteur
Allgemeiner Deutscher Automobil-Club (ADAC)	mittel	niedrig	niedrig	Verband	Sekundärakteur
Wuppertal-Institut	mittel	niedrig	niedrig	Forschungsinstitution	Sekundärakteur
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer-ISI)	mittel	niedrig	niedrig	Forschungsinstitution	Sekundärakteur
Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (IFEU)	mittel	niedrig	niedrig	Forschungsinstitution	Sekundärakteur
CarMedialab (CML)	niedrig	niedrig	niedrig	Zulieferer	Sekundärakteur

A106

Quelle: eigene Darstellung angelehnt an Wolff (2014, S. 112ff.).

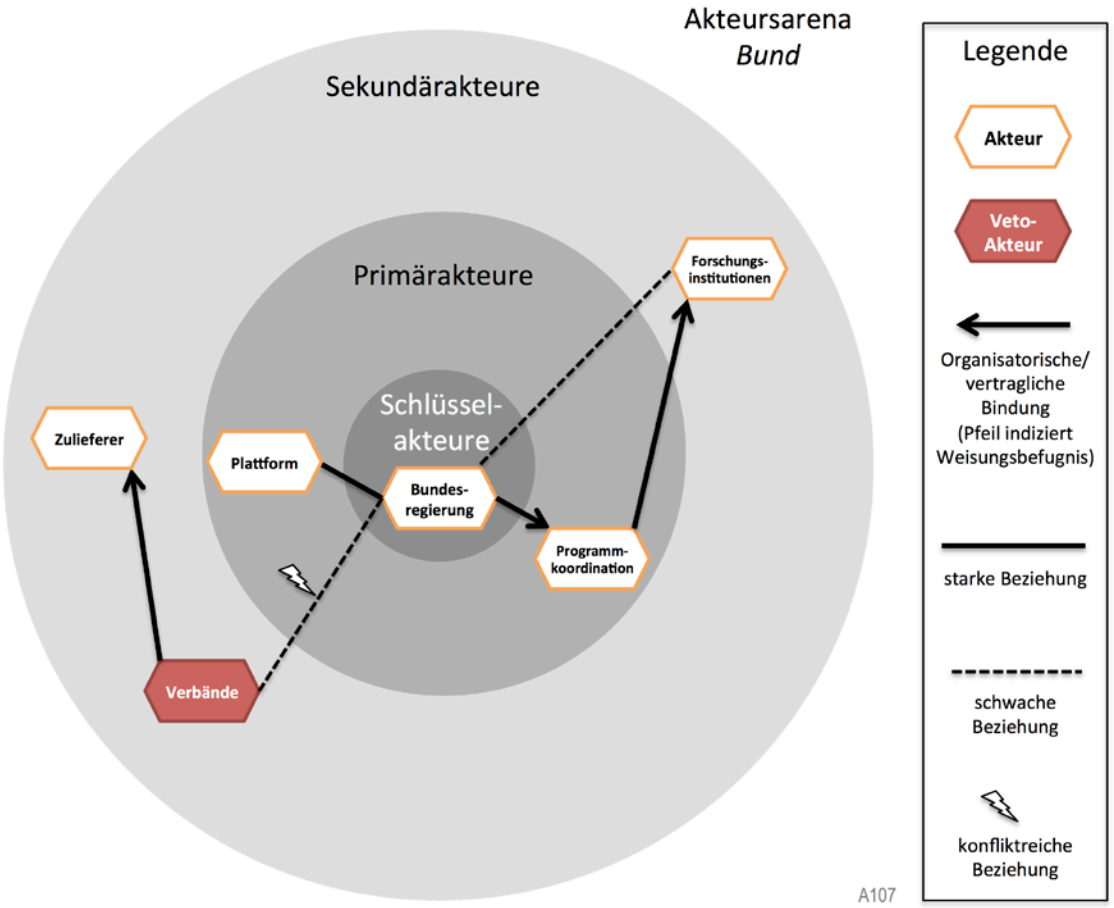


Abbildung 45: Darstellung der Beziehungen von Akteuren im Bereich Elektromobilität in Deutschland.

Quelle: eigene Darstellung angelehnt an Wolff (2014, S. 112ff.).

9.1.2. Akteure Landesebene (Hamburg)

Eine eingehende Darstellung der im *Stakeholder-Mapping* aufgeführten Akteure findet sich in Anhang 30.

Im Rahmen der Stakeholder-Analyse konnten auf Landesebene 14 Gruppen identifiziert werden, die am Umsetzungsprozess maßgeblich beteiligt waren (Tabelle 30):

- Landesregierung und ihr unterstellte Landesbehörden
- Landesbetriebe
- Bezirksämter als kommunale Politikebene[128]
- Projektierungsgesellschaften
- Kammern
- Automobilhersteller
- Energieversorger
- Förderbanken
- Autohäuser

[128] Im Stadtstaat Hamburg bilden die Bezirksversammlungen die Regierung auf Ebene der Stadt Hamburg (kommunale Belange), während der Senat die Landesregierung des Bundeslandes Hamburg darstellt.

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

- Leasinggesellschaften
- Mobilitätsdienstleister
- Hochschulen
- Fahrzeugnutzer

Auch in Hamburg stellt die Regierung, in diesem Fall die Landesregierung, einen stark legitimierten, gut mit relevanten Akteuren verbundenen und mit hoher Gestaltungsmacht ausgestatteten Akteur dar. Anders als auf Bundesebene, kommt jedoch der hySOLUTIONS Gmbh als Programmkoordinator die Rolle eines Schlüsselakteurs zu. Die Programmkoordination hat nämlich im Gegensatz zu der Landesregierung eine, wenn auch oftmals schwache, Verbindung zu den übrigen Primärakteuren und Sekundärakteuren.

Als Primärakteure können neben den städtischen Stellen auch die Kammern, die Automobilhersteller, die Energieversorger, die Bezirksämter und die Fahrzeugnutzer gelten. Die städtischen Stellen profitieren dabei von ihrer zentralen Stellung in der rahmengebenden Verwaltung, während die industriellen Akteure eine hohe Gestaltungsmacht besitzen, da sie die Ladesäulen bauen und sie die Fahrzeuge bereitstellen.

Eine besondere Stellung nehmen die Nutzer der Fahrzeuge ein. Sie haben zwar als „das letzte Glied in der Kette“ keinen Gestaltungspielraum im Planungsprozess und keine gute Vernetzung zu den anderen Akteuren im Planungsprozess, da sie letztlich nur mit dem Fahrzeugvertrieb sprechen. Dennoch entscheidet ihre Annahme oder Ablehnung der neuen Technologie letztlich über den Erfolg des Planungsprozesses insgesamt, nämlich der Etablierung von Elektromobilität als einer Maßnahme zur Treibhausgasreduktion im Verkehrssektor. Wie stark dabei subjektive Faktoren der Nutzer zu einer Ablehnung oder Akzeptanz von Elektromobilität führen können, zeigt Matt (2018) deutlich.

Die starke Stellung dieser Primärakteure im Planungsprozess ist, wie schon auf Bundesebene aufgezeigt, ein Nachteil für die Umsetzung, wie die Analysen in den vorangegangenen Kapiteln gezeigt haben. In der *Stakeholder-Map* (Abbildung 46) wird zudem besonders gut deutlich, wie die Autohäuser und Leasinggesellschaften als Sekundärakteure überhaupt keine direkte Verbindung zu den politikgestaltenden Ebenen haben. Informationen werden an die Politik somit nur von den Automobilherstellern gefiltert herangetragen, ebenso wie bei Förderprojekten kein wirksames, praktikables Durchgriffsrecht auf die fahrzeugstellenden Leasinggesellschaften besteht. Dieser Nachteil hat in Hamburg in mehreren Umsetzungsprojekten vor allem die wissenschaftliche Begleitforschung massiv behindert. Gleiches gilt für die Fahrzeugnutzer unter den Primärakteuren. Auch sie haben keine direkte Möglichkeit, den politikgestaltenden Ebenen eine Rückmeldung zu bspw. Hemmnissen in der Nutzbarkeit der Technologie zu geben.[129]

Konfliktreiche Beziehungen zu der Politik bestehen bei den Kammern, die die Partikularinteressen der Wirtschaft wahrnehmen, und in Bezirksämtern. Die inhaltlichen Differenzen zwischen Landesregierung (Senat) und Stadtregierung (Bezirksämter) stellen ein besonderes Problem dar, denn abgesehen von der Gesetzgebung müssen alle übrigen Umsetzungsaktivitäten in Kooperation mit den Bezirksämtern erfolgen, beispielsweise die Genehmigung von Stellflächen für öffentliche Ladeinfrastruktur. Hier prallen oftmals bezirkliche Interessen (öffentliche Parkplätze) auf Landesinteressen (hohe Ladesäulendichte), was in der Vergangenheit zu diversen Blockadehaltungen führte, wie in der Arbeit gezeigt werden konnte. Den Bezirksämtern kommt somit die Rolle des Veto-Akteurs zu.

[129] Als indirekter Weg steht bspw. die Berichterstattung zur Verfügung. Hier werden natürlich regelmäßig ‚Nutzereindrücke’ von der Fahrt mit Elektrofahrzeugen wiedergegeben, jedoch stellt dieser Kanal keine konstruktiven, in beide Richtungen (duplex) laufenden Akteursdialog dar.

Nachfolgend werden die Stakeholder-Klassifizierung (Tabelle 30) sowie die Stakeholder-Maps mit den Beziehungen zwischen den Stakeholdern untereinander aufgeführt.

Tabelle 30: Klassifizierung von Akteuren im Bereich Elektromobilität in Hamburg.

Stakeholder	Legitimität	Möglichkeiten	Verbindungen	Gruppe	Priorität
hySOLUTIONS GmbH	stark	stark	stark	Projektierungsgesellschaft	Schlüsselakteur
Senat der Freien und Hansestadt Hamburg	stark	mittel	stark	Regierung	Primärakteur
Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation	stark	mittel	stark	Regierung	Primärakteur
Behörde für Umwelt und Energie	stark	mittel	stark	Regierung	Primärakteur
Finanzbehörde der Freien und Hansestadt Hamburg	mittel	mittel	stark	Behörden	Primärakteur
Polizei Hamburg	mittel	mittel	stark	Behörden	Primärakteur
Bezirksämter	stark	stark	mittel	Bezirksämter	Primärakteur
Handwerkskammer Hamburg	mittel	mittel	stark	Kammern	Primärakteur
Handelskammer Hamburg	mittel	mittel	stark	Kammern	Primärakteur
Nissan AG	stark	stark	mittel	OEM	Primärakteur
Volkswagen AG	stark	stark	mittel	OEM	Primärakteur
Daimler AG	stark	stark	mittel	OEM	Primärakteur
Renault AG	stark	stark	mittel	OEM	Primärakteur
Vattenfall Europe Innovation GmbH	mittel	stark	niedrig	Energieversorger	Primärakteur
Hamburg Energie	mittel	stark	niedrig	Energieversorger	Primärakteur
Fahrzeugnutzer (generisch)	stark	niedrig	niedrig	Nutzer	Primärakteur
Landesbetrieb Verkehr (LBV)	mittel	mittel	mittel	Landesbetriebe	Sekundärakteur
Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer	mittel	niedrig	niedrig	Landesbetriebe	Sekundärakteur
Landesbetriebs Geoinformation und Vermessung	mittel	niedrig	niedrig	Landesbetriebe	Sekundärakteur
Hamburgische Investitions- und Förderbank	niedrig	mittel	niedrig	Förderbanken	Sekundärakteur
Renault Retail Group Deutschland GmbH	stark	niedrig	mittel	Autohäuser	Sekundärakteur
Smart Niederlassung Hamburg	stark	niedrig	mittel	Autohäuser	Sekundärakteur
RCI Banque S.A. Niederlassung Deutschland	stark	niedrig	mittel	Leasinggesellschaften	Sekundärakteur
Volkswagen Financial Services	stark	niedrig	mittel	Leasinggesellschaften	Sekundärakteur
DB FuhrparkService GmbH	mittel	mittel	niedrig	Mobilitätsdienstleister	Sekundärakteur
Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg	niedrig	niedrig	niedrig	Hochschulen	Sekundärakteur
HafenCity Universität Hamburg	niedrig	niedrig	niedrig	Hochschulen	Sekundärakteur
Universität Hamburg	niedrig	niedrig	niedrig	Hochschulen	Sekundärakteur
Technische Universität Hamburg	niedrig	niedrig	niedrig	Hochschulen	Sekundärakteur

Quelle: eigene Darstellung angelehnt an Wolff (2014, S. 112ff.).

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

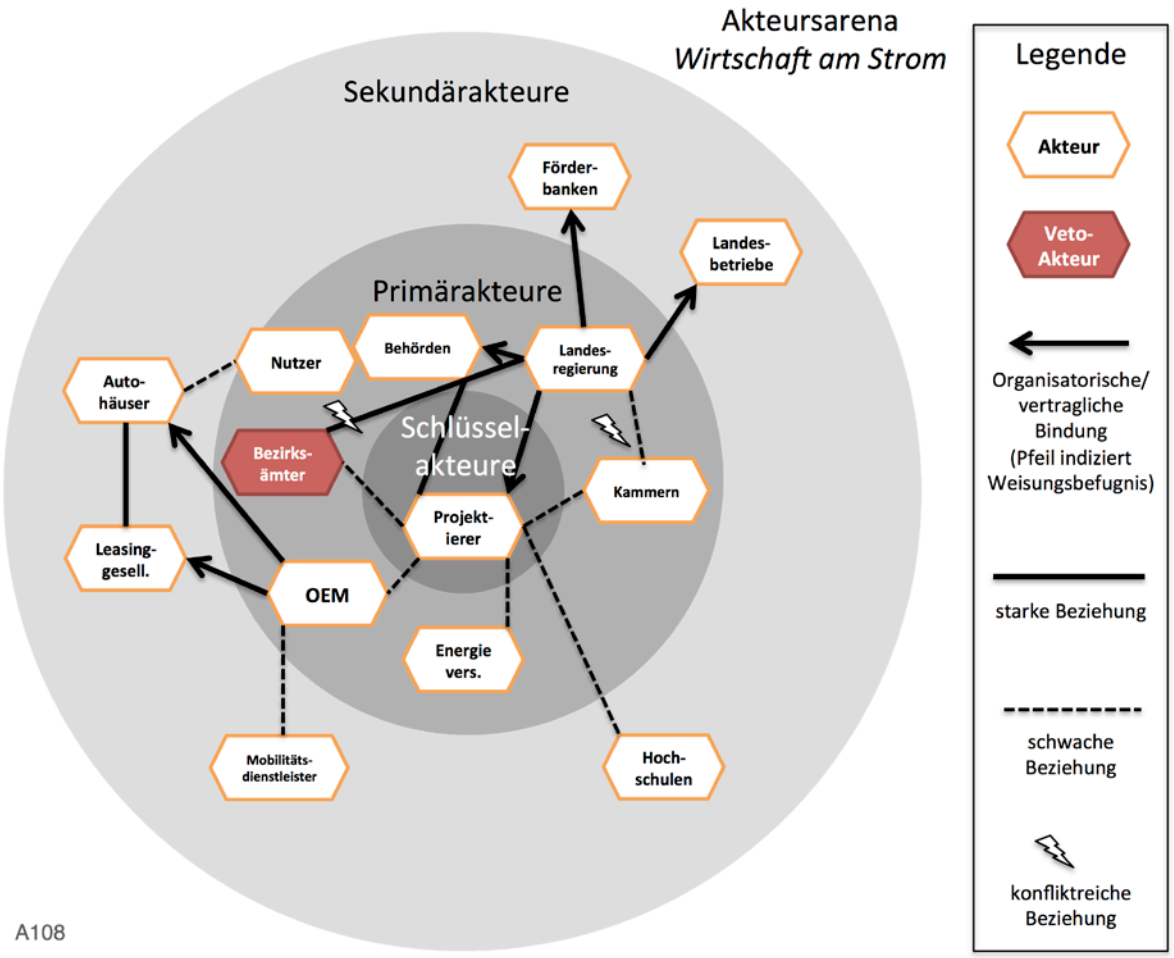


Abbildung 46: Darstellung der Beziehungen von Akteuren im Bereich Elektromobilität in Hamburg.

Quelle: eigene Darstellung angelehnt an Wolff (2014, S. 112ff.).

9.2. Formierung der Akteursarena

Das Kapital fokussiert auf die Frage, wie sich die Formierung der Akteursarena, die im vorangegangenem Abschnitt vorgestellt wurde, vollzogen hat (*Untersuchungsfrage DA-2*). Sie zeigt auf, welche Einflussfaktoren ausschlaggebend waren, dass genau diese Akteure am Planungsprozess beteiligt wurden oder teilnehmen konnten. Diese Betrachtung erfolgt akteursbasiert, sie wird also aus Sicht von am Planungsprozess beteiligten Akteuren nachgezeichnet, da ihre Erhebung durch Experten-Interviews stattfinden konnte.

Zu Beginn der Maßnahmenumsetzung stand die Bundesregierung im Jahr 2009 vor der Aufgabe, die geeigneten Akteure für das Thema Elektromobilität in Deutschland zu identifizieren. Dieser Prozess wurde größtenteils netzwerkbezogen durchgeführt und nicht analytisch (DE-POLITIK, DE-MODERATOR, DE-VERWALTUNG, DE-KAMMER/VERBÄNDE). Zwar fand beim Findungsprozess auch die mögliche Wertschöpfung einzelner Branchen an dem zukünftigen Markt oder der Technologieentwicklung Berücksichtigung (DE-POLITIK, DE-WISSENSCHAFT), doch überwog für die Verantwortlichen in Politik und Planung die Frage, wer „so ein Thema in Zukunft tragen könne“ (DE-POLITIK, 00:18:11.3 – 00:18:55.4 Minuten), sowohl vom Know-How als auch dem Invest und der Ausdauer, die eine entsprechende Entwicklungsphase der noch neuen Technologie erfordert. Dabei lagen die Akteure in manchen technischen Bereichen, wie dem Fahrzeugbau, zwar „auch auf der Hand“ (DE-

POLITIK, 00:20:42.2 – 00:20:46.0 Minuten), ohne dass es komplizierter Analysen bedarf, aber dennoch basierten diese Entscheidungen auf subjektiven Einschätzungen der Verantwortlichen. Der zwischenzeitlich im Auftrag der Bundesregierung eingeschalteten Unternehmensberatung kam dabei nicht die Aufgabe einer weitergehenden Analyse zu, sondern ihr Ziel war es, die unterschiedlichen Industriezweige zusammenzubringen, die in einer solchen Konstellation noch nie zuvor zusammengearbeitet hatten (DE-MODERATOR, DE-VERWALTUNG). Nachteil der netzwerkbezogenen Akteursfindung war nach Meinung einiger Interview-Partner aus dem Bereich der Moderatoren, aber auch dem Bereich Politik/Planung, dass mehrheitlich diejenigen Akteure in den Planungsprozess eingebunden wurden, die in den Bereichen Industrie und Wissenschaft bereits als Akteur politisch etabliert waren, ohne diese auf den Mehrwert für das Ziel der Umsetzungsmaßnahme oder ihren Beitrag zum offenen Innovationsprozess näher zu prüfen (DE-MODERATOR, HH-MODERATOR, DE-VERWALTUNG, DE-KAMMER/VERBÄNDE, DE-WISSENSCHAFT). So fand beispielsweise erst nach Intervention des Bundesumweltministeriums in der Nationalen Plattform Elektromobilität eine Ausweitung der Teilnehmer auf zivilgesellschaftliche Akteure statt (DE-KAMMER/VERBÄNDE).

Auch in Hamburg waren bestimmte behördliche Akteure ohne weitere Analysen von Anfang an in den Umsetzungsprozess eingebunden, allein um die Fördermaßnahme administrativ abwickeln zu können (HH-POLITIK). Weitere städtische Akteure wurden hingegen, anders als auf der Bundesebene, ergebnisoffen über einen hamburgweiten Behördenverteiler aufgefordert, sich in die Thematik einzubringen (HH-VERWALTUNG). Zusätzlich wurde auch eine persönliche, wenngleich subjektive Ansprache innerhalb der Behörden vorgenommen, bei der man „sich so überlegt hat, wer da alles in Frage käme“ (HH-VERWALTUNG, 00:20:48.4 – 00:20:57.0 Minuten).

Am Ende standen in Hamburg als Schlüsselakteure die *Behörde für Wirtschaft und Innovation* (BWVI) und die *Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt* (BSU) (welche später zur *Behörde für Umwelt und Energie* umstrukturiert wurde) fest (HH-POLITIK, HH-VERWALTUNG). In der Umweltbehörde gab es jedoch schon zu Beginn des Jahres 2009 ein mangelndes Interesse an der Thematik, so dass der Senat das Thema Elektromobilität an die Projektentwicklungsgesellschaft hySOLUTIONS übergegeben hat (HH-POLITIK). Da die Kompetenz der Gesellschaft auf Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien beschränkt war, wurde ein zweiter Geschäftsführer berufen, der sich ausschließlich um das Thema Elektromobilität kümmern sollte (HH-POLITIK).

Auf Bundesebene wurde die NPE (Nationale Plattform Elektromobilität) als zentrales Forum zur Einbindung von Akteuren eingerichtet (DE-POLITIK, DE-MODERATOR, DE-VERWALTUNG, DE-WISSENSCHAFT). In der ursprünglich als Dialogforum zwischen Politik und Industrie angedachten Plattform waren (deutsche) AUTOMOBILHERSTELLER, Zulieferer, EVU, Netzbetreiber die chemische Industrie und auch einige Vertreter der Wissenschaft vertreten. Nach der oben genannten Intervention des *Bundesministeriums für Umwelt* wurde der Teilnehmerkreis auch um zivilgesellschaftliche Akteure erweitert, u. a. auch Gewerkschaften, welche wegen der Beschäftigungseffekte, die der Umbruch in der Automobiltechnologie durch Elektromobilität haben wird, zu Wort kommen sollten. Die Einbindung von Akteuren im Rahmen einer solchen Plattform wie der NPE wurde von den Interview-Partnern durchweg positiv bewertet, da sie viele Möglichkeiten der Interaktion zwischen den unterschiedlichen Akteuren bot (DE-POLITIK, DE-MODERATOR, DE-KAMMER/VERBÄNDE, DE-WISSENSCHAFT). So sprachen Branchen miteinander, die sich sonst kaum begegnen, und es konnten neue Netzwerke zwischen den verschiedenen Industriebranchen geknüpft werden (DE-KAMMER/VERBÄNDE, DE-WISSENSCHAFT). Dadurch hatten zivilgesellschaftliche Akteure, wie Nichtregierungsorganisationen, auf einmal einen Zugang zu Ministerien und zur Industrie, den sie zuvor nie hatten, was besonders für kleinere Verbände sehr vorteilhaft war (DE-KAMMER/VERBÄNDE).

Neben den genannten Schlüsselakteuren können im Rückblick, so zeigen die Interviews, aber auch fehlende Akteure ausgemacht werden. Dabei ist zwischen denen zu unterscheiden, die aufgrund der

teils subjektiven Auswahlverfahren systematisch nicht berücksichtigt wurden oder sich trotz der Möglichkeit aus eigenen Erwägungen nicht einbringen wollten. So sind beispielsweise ausländische Automobilhersteller, wie Mitsubishi oder die PSA-Gruppe (Peugeot und Citroën), in der NPE grundsätzlich nicht vertreten gewesen, da sich das Gremium als Forum deutscher Industriepolitik versteht (DE-KAMMER/VERBÄNDE). Dabei ist zu berücksichtigen, dass die beiden genannten ausländischen Automobilhersteller zum Zeitpunkt der Gründung der NPE bereits batteriebetriebene Elektrofahrzeuge auf dem Markt hatten und somit durchaus ihren Wissensvorsprung in die NPE hätten einbringen können. Auch kleinere Akteure, wie NGOs und Verbände, wurden bei der politischen Gremienarbeit systematisch benachteiligt, da die Teilnahme an Sitzungen, die Ausarbeitung und Ergänzung von Vorlagen und Entwürfen, wie beispielsweise Standardisierungs- und Normenentwürfen, sehr zeit- und kostenintensiv ist und in der Regel nur größere Unternehmen an diesem Prozess wirklich steuernd und gestaltend teilnehmen konnten (DE-KAMMER/VERBÄNDE, DE-VERTRIEB). Demgegenüber stehen die Akteure, die zwar die Gelegenheit gehabt hätten, sich in den Prozess einzubringen, aber dies zum Zeitpunkt des Beginns der Maßnahmenumsetzung nicht für nötig erachteten. So ist eine Vielzahl von Wirtschaftsakteuren von der Bundesregierung ab 2009 angesprochen worden. Beim Thema Ladeinfrastruktur waren dies neben den Schlüsselakteuren innerhalb der Energiebranche, nämlich den EVU, sogar die potentiellen Nutzer/Wiederverkäufer von Ladeinfrastruktur, wie Mineralölkonzerne, Einzelhandelsketten und Möbelhäuser (DE-POLITIK, DE-MODERATOR). Allerdings haben sich bspw. von den Mineralölkonzernen nur Shell und Total eingebracht, während Aral und BP, also einzelne Akteure innerhalb der gleichen Branche, das Thema nicht priorisierten (DE-POLITIK). Auch der Einzelhandel, z. B. Supermarktketten, hat sich in dem Thema nicht engagiert, weil die Branche kein Geschäftsmodell in Elektromobilität sah (DE-POLITIK).

In Hamburg sind auf Behörden- und Verwaltungsebene durch die oben genannten Verteiler zwar viele Akteure angesprochen worden, aber auf den entsprechenden Informationsveranstaltungen sind nicht immer alle Personen oder Instanzen erschienen (HH-VERWALTUNG). Da es innerhalb der Hamburger Verwaltungslandschaft (Bezirke, Behörden) für neue Querschnittsthemen wie Elektromobilität keine zentralen Ansprechpartner gab, war es nicht möglich, nochmals aktiv auf Akteure oder Verwaltungsteile zuzugehen, die in den unterschiedlichen städtischen Arbeitskreisen offensichtlich inhaltlich fehlten (HH-VERWALTUNG).

Für die Akteure, die jedoch am Prozess der Förderung von Elektromobilität ab 2009 in Deutschland und Hamburg teilnahmen, gab es unterschiedliche Impulse für ihre Teilnahme. Dabei ist bei dem Begriff „Impuls“ zu unterscheiden zwischen dem Beweggrund, der eine Handlung auslöste, und dem Zeitpunkt, an dem eine Handlung stattfand. Als Beweggrund kann ein unternehmenseigener, intrinsischer Grund vorliegen, also eine eigeninitiative Beschäftigung mit dem Thema, oder eine Befassung „qua Amt“ bis hin zu einem reinen Auftragsverhältnis. Die Interview-Reihe zeigte, dass oftmals eine Mischung aus dem Genannten vorliegt.

So beschäftigten sich die politischen Akteure auf der Bundesebene mit dem Thema Elektromobilität ab 2007, nachdem die Bundesregierung das Integrierte Energie- und Klimaprogramm (IEKP) verabschiedet hatte (DE-POLITIK, DE-MODERATOR). In diesem wurde das Ressortprinzip, also die Aufteilung der Aufgaben der Regierung auf seine einzelnen Ministerien, festgeschrieben. Dabei wurde dem Thema Elektromobilität im Bereich der Politik und der Planung eine hohe Priorität beigemessen, da während des Konjunkturpakets II die Zeitspanne für erste Umsetzungsschritte sehr kurz war und zum Ende eines solch großen Konjunkturprogramms die politisch Handelnden unter Druck standen, einen Umsetzungserfolg vorzuweisen (DE-POLITIK, DE-MODERATOR, HH-MODERATOR, DE-VERWALTUNG). Entsprechend gab es auch auf der Arbeitsebene einen sehr hohen Mehraufwand, da die Förderprogramme sehr umfangreich waren und in relativ kurzen Zeiträumen abgewickelt werden mussten (DE-MODERATOR, DE-VERWALTUNG). Die auf Bundesebene für Planungs- und Organisationsaufgaben

zusätzlich eingerichteten Stellen wurden erst mit Verzögerung besetzt, so dass gerade in der Anfangsphase der Modellregionenaktivitäten (2009-2011) mit einer zu geringen Ressourcenausstattung gearbeitet werden musste (DE-MODERATOR, DE-VERWALTUNG).

In Hamburg wurden mit dem Koalitionsvertrag zur 19. Legislaturperiode im Jahr 2008 die Zuständigkeiten und Arbeitsaufträge für Behörden und Verwaltung formuliert (HH-POLITIK, HH-VERWALTUNG). Im Laufe der nachfolgenden Jahre wurden durch Senatsaufträge und Verwaltungserlasse vor allem für die bezirkliche Ebene Prüfaufträge im Bereich der öffentlichen Ladeinfrastruktur und Beschaffungsrichtlinien im eigenen Mobilitätsmanagement konkretisiert (HH-VERWALTUNG, HH-POLITIK2). Für die Kernverwaltung wurde die ohnehin abstrakte Aufgabe, die Einführung und Förderung von Elektromobilität in Hamburg voranzubringen, dahingehend minimiert und vereinfacht, dass nur möglichst viele Elektrofahrzeuge in Hamburg auf die Straße zu bringen seien (HH-VERWALTUNG). Wie auf der Bundesebene waren auch in Hamburg in puncto Ressourcen die gleichen Problemen zu beobachten: da alle in Hamburg durchgeführten Projekte ab 2009 über das *Modellregionen*-Programm im Rahmen vom *Konjunkturpaket II* liefen, musste ebenfalls in kurzer Zeit nicht nur der administrative Rahmen geschaffen, sondern auch ein politischer Umsetzungserfolg erbracht werden, denn Hamburg plante, sich um eins der mit der Förderrichtlinie von 2011 eingeführten (und vorher schon thematisch bereits angekündigten) *Schaufenster*-Projekte zu bewerben (HH-VERWALTUNG, HH-MODERATOR). Im Gegensatz zur Bundesebene gab es in Hamburg bei den öffentlichen Stellen jedoch keine zusätzlichen Ressourcen, da eine Aufstockung von Planstellen für kurzfristige Aktivitäten sehr schwierig ist, so dass zusätzliche Arbeitslast „ausgeschwitzt werden musste“ (HH-VERWALTUNG, 00:14:53.0 – 00:15:23.6 Minuten). Dennoch gab es innerhalb dieser nicht notwendigerweise förderlichen Rahmenbedingungen auch Raum für ein starkes, persönliches Engagement Einzelner, die „für das Thema brennen“ (HH-VERWALTUNG, 00:12:41.1 – 00:12:52.8 Minuten) und es als ein wichtiges gesellschaftliches Thema einschätzten. Wenngleich diese engagierten Einzelnen das Thema vorantrieben und Elektromobilität in der städtischen Verwaltung auch sehr hohe Priorität genoss (und Mitarbeiter teils ganz dafür abgestellt wurden), spielte auf bezirklicher Ebene das Thema oftmals eine untergeordnete Rolle und wurden die nötigen Dringlichkeiten bei der Erledigung von Aufgaben nicht immer entsprechend reflektiert (HH-VERWALTUNG, HH-MODERATOR, HH-POLITIK2).

Sowohl auf Bundes- als auch auf Landesebene wurden die Akteure der Gruppe Moderatoren durch eine Beauftragung ab 2009 eingebunden (DE-MODERATOR, HH-MODERATOR). Ihr Arbeitsauftrag lautete auf Bundesebene, Förderprogramme übergeordnet zu koordinieren (DE-MODERATOR), und auf Landesebene, Projekte in der Stadt Hamburg zu initiieren und dafür Konsortien zusammenzubringen und Förderanträge zu stellen (HH-MODERATOR).

Kammern und Verbände wurden bundesweit größtenteils ab 2009 mit Beginn der Modellregionenaktivitäten im Rahmen des *Konjunkturpakets II* aktiv (DE-KAMMER/VERBÄNDE), während in Hamburg nach eigenem Bekunden die Vertreter der kommunalen Wirtschaft sich schon zu Beginn 2008, mit Kenntnisnahme der drohenden Einschränkungen im Wirtschaftsverkehr, mit Elektromobilität beschäftigten (HH-KAMMER/VERBÄNDE), um die für sie als Einschränkung ihrer Geschäftstätigkeiten empfundenen Citymaut/Umweltzonen-Pläne politisch abzuwenden (HH-KAMMER/VERBÄNDE). Nachdem die Hamburger Politik sich auf eine Übernahme von Elektromobilität in den kommunalen Luftreinhalteplan bereit erklärt hatte (HH-VERWALTUNG, HH-MODERATOR, HH-KAMMER/VERBÄNDE), spielte bei der Akteursgruppe Kammern/Verbände Elektromobilität weiterhin eine sehr große Rolle, weil die Akteursgruppe mit der Zusage, 1 000 Elektrofahrzeuge auf die Straße zu bringen, bei der Politik im Wort stand (HH-KAMMER/VERBÄNDE). Der damit verbundene Mehraufwand war nicht unerheblich und brachte keine zusätzlichen Ressourcen mit sich, berichten die Interview-Partner. Sie betonen zugleich, dass die Erarbeitung neuer Themenfelder jedoch innerhalb ihres Aufgabenzuschnitts läge und somit nicht als Belastung angesehen würde (HH-KAMMER/VERBÄNDE).

Nach der Überführung der Elektromobilitätsaktivitäten in eine Beschaffungsinitiative (ohne zahlenmäßige Vorgaben) ist das Thema dann nach 2014 in der Wichtigkeit stark gefallen (HH-KAMMER/ VERBÄNDE).

Die Automobilhersteller wurden, wie oben beschrieben, auf nationaler Ebene durch die Bundesregierung ab 2009 aufgefordert, sich über die NPE bei dem Thema einzubringen (DE-POLITIK). In Hamburg wurden die Repräsentanten der Automobilhersteller dann anschließend von ihren Mutterkonzernen beauftragt, mit Beginn der *Modellregionen*-Projekte sich vor Ort mit dem Thema Elektromobilität zu beschäftigen und die Nachfrage nach Elektrofahrzeugen zu decken (HH-HERSTELLER). Dort war Elektromobilität nur ein weiteres Thema in der Menge der übrigen Aufgaben, das überdies noch einen Mehraufwand bedeutete, wofür keine zusätzlichen Provisionen bezahlt wurden (HH-HERSTELLER). Anders war es bei einigen Mobilitätsdienstleistern. Hier stand im Vordergrund des Engagements die Möglichkeit, innovative Geschäftsmodelle, die sie bisher nicht umsetzen konnten, nun mit Hilfe von Fördermitteln probeweise zu realisieren (DE-VERTRIEB). Dies bedeutete allerdings einen erheblichen Mehraufwand. So mussten neben dem normalen Tagesgeschäft noch die Elektrofahrzeuge betreut werden. Die damit einhergehenden neuen Prozesse haben viel „Unruhe“ in die Unternehmen gebracht und stellten einen „Routinebruch für diejenigen Personen da, die es umsetzen mussten“ (DE-VERTRIEB, 00:13:10.6 – 00:13:48.6 Minuten). Teils wurde der Mehraufwand durch Fördermittel abgedeckt. In größeren Unternehmen kann zudem eine Zusatzbelastung, wie sie durch ein neues Thema entstehen kann, in der Regel „auch verarbeitet werden“ (DE-VERTRIEB, 00:18:03.5 – 00:18:08.5 Minuten).

Auch die Akteursgruppe Energiewirtschaft nutzte ab 2009 die anlaufenden Förderprojekte, um Erfahrungen im Bereich Elektromobilität zu sammeln, die dann anschließend in neue Geschäftsfelder oder Produkte einfließen sollten (HH-ENERGIE). Ähnlich wie die Automobilhersteller wurden dabei auch die Energieversorger direkt von der Bundesregierung als Akteur angesprochen (DE-POLITIK, HH-FUHRPARK). Anders als die Automobilhersteller haben die Energieversorger das Thema jedoch stark priorisiert und den damit einhergehenden Mehraufwand schnell durch zusätzliches Personal abgefangen (HH-FUHRPARK).

Die befragten Fuhrparks erläuterten ihre Beschäftigung mit Elektromobilität dahingehend, dass sie sich in Zeiten der Wirtschaftskrise ab 2008 durch nachhaltige Innovationen von Wettbewerbern abzusetzen und damit wirtschaftlich verbessern wollten (HH-FUHRPARK). In Hamburg kam noch hinzu, dass die Stadt 2009 zur Umwelthauptstadt für 2011 ernannt worden war (Freie und Hansestadt Hamburg 2009d), und Unternehmen, die durch Umstellung ihrer Fuhrparks den Umweltgedanken besonders sichtbar machten, ein besonderes Augenmerk bei Presse und Politik genossen. Der Mehraufwand wurde aufgrund der unternehmerischen Entscheidung nicht als negativ erachtet (HH-FUHRPARK).

Akteure aus der Wissenschaft haben auf Bundesebene in der Regel Auftragsarbeit erledigt, und wurden für die Erstellung von Gutachten oder Studien bezahlt (DE-WISSENSCHAFT). Soweit sie in Förderprojekten involviert waren, wurde der Mehraufwand in der Regel durch die Vollfinanzierung von wissenschaftlichen Institutionen gedeckt (DE-WISSENSCHAFT).

9.3. Identifizierung von Einflussfaktoren auf die Agendaformierung

Innerhalb der *Untersuchungsfrage DA-3* untersucht die Determinantenanalyse, welche Einflussfaktoren auf die Agendaformierung erfolgten. Hierbei wird aufgezeigt, welche Einflüsse bei der Planung und Ausarbeitung der politischen Agenda vorlagen. Dabei wird auch herausgearbeitet, wie sich der Impuls herleiten und begründen lässt, der zur der Wahl und Ausprägung der übergeordneten Maß-

nahme führte. Weshalb also die Etablierung von Elektromobilität zur Reduktion der Treibhausgasemissionen im Straßenverkehrssektor überhaupt Teil der politischen Agenda wurde und nicht beispielsweise eine andere Technologie zur Zielerreichung gewählt wurde. So gibt es in allen Politikbereichen in der Regel mehrere Wege zur Zielerreichung, jedoch entscheidet sich die Politik oftmals ad hoc für einen Weg, der aus verschiedenen Gründen zu einem gewissen Zeitpunkt opportun erscheint. Die Einflüsse hierauf können externe Ereignisse sein, die den maßgeblichen Impuls ausmachen. So beobachtete der Historiker Florian Keisinger nach dem Beschluss der deutschen Politik zum beschleunigten Atomausstieg in Folge des AKW-Unfalls im japanischen Fukushima im Hinblick auf externe Ereignisse (Impulse): „Zukunftsweisenden Veränderungen geht fast immer ein externer Impuls voraus“ (Keisinger 2011, S. 1).

Ebenso können Akteure und ihre singulären Interessenlagen, je nach politischem Einfluss der Akteursgruppe, maßgeblichen Einfluss auf die Entscheidung haben, Elektromobilität als Maßnahme durchzusetzen.

Um die Konstellation der verschiedenen Rahmenbedingungen und Einflüsse nachzuzeichnen, die für die Politik ausschlaggebend waren, sich zur Zielerreichung (Reduktion von Treibhausgasen im Straßenverkehrssektor) für eine spezielle Maßnahme (Elektromobilität) zu entscheiden, wird die nachfolgende, mehrstufige Analyse durchgeführt.

9.3.1. Schlussfolgerungen aus der Medienanalyse von Ahrend/Schwedes

Eine umfassende akteurszentrierte Diskursanalyse über die Elektromobilität im Zeitraum von 1990 bis 2010 wurde von Ahrend und Schwedes (2011) durchgeführt. Der hierin geleistete Vergleich mit den Elektromobilitätsaktivitäten der 1990er Jahren ist nurmehr historisch interessant. Für den für die vorliegende Arbeit relevanten Betrachtungszeitraum ab 2007 beschreiben die Autoren, dass das Thema Elektromobilität in der zu diesem Zeitpunkt herrschenden Wirtschaftskrise in zweierlei Hinsicht Profilierungsmöglichkeiten für die Politik bot: die Stärkung der in die Krise geratenen Automobilindustrie würde politisches Handeln in der Konjunkturkrise beweisen und der Automobilindustrie eine innovative Lösung für die anhaltende Schadstoffdebatte in den Städten und den sich absehbar verschärfenden Emissionsgrenzwerten auf EU-Ebene bieten. Gleichzeitig würden Fördermittel in die kränkelnde Branche fließen, die von sich selbst behauptet, „jeden siebten Arbeitsplatz in Deutschland zu stellen“ (vgl. Streck 2009).

Ferner ließe sich die im IEKP herausgestellte Bedeutung der Erneuerbaren Energien im Themenfeld Elektromobilität angemessen adressieren und für die Energiebranche neue Wertschöpfungsketten eröffnen.

Als einflussreichsten Impuls für die Wahl von Elektromobilität als Maßnahme zur Treibhausgasreduktion identifizieren die Autoren im politisch meinungsbildenden Prozess daher den energie- und industriepolitischen Diskurs (Ahrend und Schwedes 2011, S. 56ff.).

9.3.2. Schlussfolgerungen aus geführten Interviews

Die in dieser Arbeit durchgeführten qualitativen Experteninterviews ermöglichen eine akteursbezogene Nachzeichnung der Agendaformierung. Sie bestätigen, dass die betrachtete Förderung von reinelektrischer Elektromobilität in Deutschland mit der Umsetzung des *Integrierten Energie- und Klimaprogramms* (IEKP) (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2007) der Bundesregierung begann, welches 2007 vom Kabinett beschlossenen worden war (DE-POLITIK, HH-POLITIK, DE-MODERATOR, HH-MODERATOR, DE-VERWALTUNG). So wurden ab 2009 im Rahmen eines breiter

angelegten Konjunkturprogramms auch größere Mengen Fördermittel für das Thema batteriebetriebener Elektromobilität im Bundeshaushalt bereitgestellt (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009c) (DE-POLITIK, HH-POLITIK, DE-MODERATOR, HH-MODERATOR, DE-VERWALTUNG). Batteriebetriebene Elektromobilität adressiert dabei die zwei im IEKP aufgeführten Handlungsfelder Energie und Klima, genauer Energieeffizienz/-versorgung und Klimaschutz (DE-POLITIK, HH-POLITIK, DE-MODERATOR, DE-WISSENSCHAFT).

Zwar wurde im Handlungsfeld Klimaschutz schon seit mehreren Jahren versucht, angesichts der Klimaschutzverpflichtungen der Bundesregierung im Rahmen des Kyoto-Protokolls (United Nations Publications 2005) sowie der nationalen Zielsetzung einer 40%igen Reduktion der Treibhausgase (Deutscher Bundestag 2007, S. 9479 B; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2007b) die unverändert hohen Anteile des Verkehrssektors am CO_2-Inventar zu adressieren (HH-POLITIK, DE-MODERATOR, HH-MODERATOR, DE-WISSENSCHAFT). So fördert die Bundesregierung seit über 30 Jahren die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung et al. 2006) (DE-MODERATOR, DE-WISSENSCHAFT). Auch Biomasse und die daraus zu erzeugenden Treibstoffe der ersten und zweiten Generation wurden seit mehreren Jahren mit dem Ziel erforscht, die Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors zu senken (DE-POLITIK, HH-POLITIK, DE-VERWALTUNG, HH-VERWALTUNG). Dennoch konnten beide Technologien trotz der langjährigen Forschungsaktivitäten bisher keine marktfähigen Anwendungen liefern, die absehbar für einen Massenmarkt tauglich wären. Bei Wasserstoff- und Brennstoffzellenanwendungen sind Kostendegression, Leistungswerte und Fragen der Wasserstoffherstellung/-versorgung noch unbefriedigend, während Biomasse als Kraftstoff in den bisherigen Entwicklungsstufen (erste, in Teilen auch noch zweite Generation) eine Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion darstellt (DE-POLITIK, HH-POLITIK, DE-VERWALTUNG, HH-VERWALTUNG, DE-WISSENSCHAFT).

Aus diesem Grund rückte angesichts der mittlerweile deutlich fortgeschrittenen Akkumulatorentechnik, die in den 90er Jahren beim Großversuch auf Rügen (Voy 1996) noch eines der Haupthemmnisse darstellte, die batteriebetriebene Elektromobilität erneut in den Fokus (DE-MODERATOR, HH-MODERATOR). Unter dem Begriff der Sektorkopplung versucht die Bundesregierung, mittels des Einsatzes von strombasierten Kraftstoffen den Einsatz von Erneuerbaren Energien im Verkehrssektor voranzutreiben, um durch den niedrigen CO_2-Fußabdruck von Erneuerbaren Energien den Treibhausgasausstoß im Verkehrssektor zu minimieren (DE-POLITIK, DE-MODERATOR, DE-WISSENSCHAFT). Die Effizienzvorteile elektrischer Antriebe erlauben es zudem, auch die Ziele des zweiten Handlungsfelds des IEKP, Energieeffizienz und Versorgungssicherheit, aufzugreifen. Denn sinkt der Bedarf an endlichen Rohstoffen wie Rohöl durch den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien, so steigt gleichzeitig die Unabhängigkeit von Energieimporten und damit die Versorgungsicherheit des Landes (DE-POLITIK, HH-POLITIK, HH-VERWALTUNG, DE-MODERATOR, DE-VERWALTUNG, HH-POLITIK2).

Neben diesen zwei offiziellen Politikzielen aus dem IEKP (Klimaschutz und Energieversorgung), für die im IEKP als eine Umsetzungsmaßnahme die batteriebetriebene Elektromobilität festgeschrieben wurde, gibt es noch ein weiteres Politikziel der Bundesregierung, das die umfangreiche Förderung von batteriebetriebener Elektromobilität ab 2009 erklärt. So konnten die Interviews zeigen, dass auch wirtschaftspolitische Erwägungen eine prominente Rolle bei der Agendaformierung der Bundesregierung spielten (DE-POLITIK, DE-MODERATOR, HH-MODERATOR, DE-VERWALTUNG, HH-FUHRPARK). Als der maßgebliche Impuls wird hierfür von den befragten Akteursgruppen der Markteintritt des US-amerikanischen Unternehmen Tesla benannt (DE-POLITIK, HH-POLITIK, DE-KAMMER/VERBÄNDE, HH-KAMMER/VERBÄNDE, DE-WISSENSCHAFT, HH-FUHRPARK). Auch wenn die anfänglichen Produktionszahlen von Tesla verschwindend gering waren im Vergleich zu denen deutscher AUTOMOBILHERSTELLER, und auch 2017 von vielen Beobachtern die Profitabilität von Tesla noch in Frage gestellt wird (Sorge 2015, Sozzi 2017), hat das Unternehmen mit der Vorstellung des

Modells *Tesla Roadster* im Jahr 2008 gezeigt, dass ein dem Komfort eines Verbrenners ähnliches, rein batteriebetriebenes Fahrzeug nicht nur technisch möglich, sondern auch in Serie produzierbar und marktfähig ist. Jedoch wurde dabei nicht Tesla selbst als „Bedrohung" der globalen Markposition der deutschen Automobilindustrie gesehen, sondern vielmehr die wachsende chinesische Automobilindustrie, die zu diesem Zeitpunkt schon erste Batteriefahrzeuge für den heimischen Markt entwickelte (DE-WISSENSCHAFT). Diese sich mangels Erfahrung im herkömmlichen Motorenbau stark auf Elektroantriebe fokussierende Industrie (*frog leaping*) hat das Interesse und auch die Fähigkeit, sei es finanziell oder wirtschaftspolitisch, die von Tesla in kleinem Rahmen demonstrierte Alltagstauglichkeit einer Technologie zu einem global verfügbaren Massenprodukt umzusetzen (DE-WISSENSCHAFT).

Um die genannten Politikziele zu erreichen, wurden im Rahmen des Nationalen Entwicklungsplans Elektromobilität (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009d) zwei formale, übergeordnete Maßnahmen von der Bundesregierung formuliert: Deutschland soll langfristig Leitanbieter und Leitmarkt für Elektromobilität werden (DE-POLITIK, HH-POLITIK, HH-MODERATOR). Zudem sollen mittelfristig bis 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf die Straße gebracht werden, um Innovationen in diesem Bereich anzukurbeln und erste Frühe Märkte zu erschließen (DE-POLITIK, HH-POLITIK, HH-VERWALTUNG, DE-MODERATOR, HH-MODERATOR, DE-VERWALTUNG, DE-KAMMER/VERBÄNDE, HH-KAMMER/VERBÄNDE, DE-WISSENSCHAFT, HH-FUHRPARK, HH-POLITIK2). Mittlerweile, so deckten die Interviews auf, erwarten Akteure der Bundespolitik aber nicht mehr, dieses Ziel erreichen zu können. Vielmehr wird die Förderung von Elektromobilität als notwendige Maßnahme gesehen, die technologischen Weichen zu stellen für den Entwicklungspfad zwischen heute und 2050 (DE-POLITIK).

Die Akteure aus Politik und Planung waren auf der Handlungsebene die Treiber hinter diesen Politikzielen und den damit verbundenen Fördermaßnahmen (DE-POLITIK, HH-POLITIK, DE-MODERATOR, HH-MODERATOR, DE-KAMMER/VERBÄNDE, HH-KAMMER/VERBÄNDE, DE-WISSENSCHAFT). Der wichtigste Umsetzungsakteur, die Automobil- und Zulieferindustrie, hatte hingegen mangels verfügbarer Produkte kein Interesse, zu Beginn der Förderphase einen eigenen Impuls zu setzen (DE-POLITIK, HH-POLITIK, DE-MODERATOR, HH-MODERATOR, DE-VERWALTUNG, DE-KAMMER/VERBÄNDE, HH-KAMMER/VERBÄNDE, DE-WISSENSCHAFT, DE-VERTRIEB, HH-ENERGIE), und trat erst ab 2016, als eigene Produkte verfügbar waren, als aktiver, also gestaltender Akteur und Impulsgeber auf.

Auf der Organisationsebene waren die folgenden vier Ministerien für die Ausgestaltung der politischen Agenda im Bereich Elektromobilität gemäß dem IEKP zuständig: Wirtschaftsministerium (BMWi), Verkehrsministerium (BMVBS, jetzt BMVI), Bildungsministerium (BMBF) und das Umweltministerium (BMU, jetzt BMUB). Die leitende Rolle fiel jedoch dem Verkehrsministerium zu, welche auch den größten Projektanteil an den innerhalb des *Konjunkturpakets II* initiierten Projekten hatte (Projektträger Jülich 2011) (DE-POLITIK, DE-VERWALTUNG).

In Hamburg wurde batteriebetriebene Elektromobilität unabhängig von den Vorgängen im Bund ein Teil der kommunalen politischen Agenda, betonen die Hamburger Akteure (HH-POLITIK, HH-VERWALTUNG, HH-MODERATOR, HH-KAMMER/VERBÄNDE). Vielmehr waren die inhaltlichen Treiber, nämlich Klimaschutz und Luftreinhaltung, bereits seit einigen Jahren in der Hamburger Politik Thema. Handlungsdruck im Bereich der Emissionsminderung im Straßenverkehr bestand in Hamburg (wie auch vielen anderen Ballungsräumen) nämlich bereits seit 1993 mit Erlass der *Zweiundzwanzigsten Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes* (Verordnung über Immissionswerte, 22. BImSchV), welche in Umsetzung europäischer Richtlinien erstmals Immissionsgrenzwerte in der Luft für Schwefeldioxid, Schwebstaub, Blei, Ozon und Stickstoffdioxid festlegte (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 1993). Mit Erlass der *Neununddreißigsten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes* (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen, 39. BImSchV) im Oktober 2010 wurde die 22. BImSchV nicht nur abgelöst, sondern u. a. auch noch um weitere durch den Verkehr emittierte Stoffe wie Schwefeldioxid und vor

allem Feinstaub ergänzt (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2017d). In Folge dessen kam es in Hamburg aufgrund mehrerer Grenzwertüberschreitungen der zulässigen NOx-Werte zu einer umfassenden politischen und zivilgesellschaftlichen Debatte im Zeitraum 2006/2007 darüber, wie die Stickoxid-Belastungen in Hamburg vermindert werden könnten (welche 2015 auch zu einem Vertragsverletzungsverfahren der EU-Kommission führten) (HH-MODERATOR). Da im Bereich des öffentlichen Nahverkehrs bereits Vorerfahrungen mit alternativen Antrieben bestanden (seit 2001 fuhren im Rahmen des EU-Projektes CUTE Wasserstoff-Busse im öffentlichen Nahverkehr), lag der Schluss nahe, das Portfolio an emissionsarmen Verkehrsmitteln auch in anderen Verkehrsbereichen als dem Nahverkehr, vor allem im Pkw-Bereich, zu erweitern (HH-POLITIK).

Der eigentliche Impuls für die Wahl von reinelektrischen Antrieben, so erläutern die Interview-Partner, waren die Koalitionsverhandlungen zwischen der Hamburger CDU und der Grün-Alternativen Liste, im Rahmen derer von den Grünen im Koalitionsvertrag eine zweite Technologie neben der bereits in Hamburg vorhandenen Wasserstofftechnologie für die 19. Legislaturperiode verankert werden konnte (HH-POLITIK). Das Modellregionenprogramm, welches aus Mitteln des *Konjunkturpaketes II* ab 2009 bereit stand, wurde anschließend nur als Vehikel genutzt, um Förderung für batteriebetriebene Elektromobilität zu erhalten (HH-POLITIK, HH-MODERATOR). Ein eher unterstützender Impuls dafür, dass anschließend im Bundesvergleich relativ umfangreiche Aktivitäten in Hamburg im Bereich Elektromobilität durchgeführt wurden, ist die breite Unterstützung der Hamburger Wirtschaft (HH-MODERATOR, HH-KAMMER/VERBÄNDE). Sie hatte sich zum Ziel gesetzt, die vom schwarz-grünen Senat in Hamburg 2008 im Koalitionsvertrag festgeschriebene Einrichtung eine Umweltzone für den gewerblichen Verkehr sowie die Prüfung der Einrichtung einer City-Maut zu verhindern. Dazu einigten sie sich mit der Hamburger Politik auf die Integration und Ausweitung der batteriebetriebenen Elektromobilität im Rahmen der bestehenden Luftgütepartnerschaft, um die Luftreinhaltung zu verbessern (HH-KAMMER/VERBÄNDE).

Die maßgeblichen Akteure auf der Handlungsebene waren die Akteure aus Politik und Planung. Die wichtigsten Umsetzungsakteure waren Moderator-Organisationen und die Vertreter der Wirtschaft.

Auf der Organisationsebene sind der schwarz-grüne Senat zu nennen und das Unternehmen hySOLUTIONS GmbH, eine öffentlich-private Partnerschaft. Für die Hamburger Wirtschaft waren Handels- und Handwerkskammer involviert.

9.3.3. Schlussfolgerungen aus den Erwägungsgründen politischer Programme

Als zentrales Dokument in der Agendaformierung auf Bundesebene kann das 2007 verabschiedete *Integrierte Energie- und Klimapaket* (IEKP) der Bundesregierung gelten (siehe auch Einleitung) (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2007). Es verweist im Hinblick auf den Antrieb deutscher Politik im Bereich Energie- und Klimapolitik auf die übergeordnete EU-Gesetzgebung (Erwägungsteil Abschnitt 0, Ziffer 1) und das dort formulierte Zieldreieck aus Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit. Mit Blick auf die deutschen Akzente in diesem Politikbereich werden Klimaschutz, vor allem die gesetzten Klimaziele bis 2020 (Erwägungsteil Abschnitt 0, Ziffer 4), und die Versorgungssicherheit noch einmal gesondert hervorgehoben (Erwägungsteil Abschnitt 0, Ziffer 5). Letztere soll dabei durch Effizienzsteigerungen und den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien erzielt werden. Wenige Monate nach Beschluss des IEKP beschreibt das Umweltministerium in einem Hintergrundpapier dazu, dass ein weiterer Grund für ein ambitioniertes Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung die Ende 2007 in Bali ausgerichtete Weltklimakonferenz (COP13) war, bei der die Bundesregierung ein „historisch einmaliges“ Programm vorstellen wollte (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2007a, S. 19).

In Hamburg wird im Klimaschutzkonzept von 2008 im Erwägungsteil ein Bezug auf die EU-Beschlüsse und Bundesgesetzgebung gebildet (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2007, S. 6f). Weiter werden die (damals) neuesten Erkenntnisse des IPCC zu den Folgen des Klimawandels (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2007, S. 5) und der durch den Klimawandel für Hamburg möglicherweise entstehende wirtschaftliche Schaden (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2007, S. 5f) als Gründe für politische Maßnahmen genannt.

Im Koalitionsvertrag von 2008 wird zudem als Erwägungsgrund für das Aufgreifen des Themas Klimaschutz die besondere Betroffenheit Hamburgs von den negativen Folgen des Klimawandels als küstennaher Standort und möglichen Gefahren durch den Meeresspiegelanstieg angeführt (Landesverband Hamburg von Bündnis 90/Die Grünen und Landesverband der CDU in Hamburg 2008, S. 27).

Im *Masterplan Klimaschutz* von 2013 wird erneut auf die Erkenntnisse aus dem IPCC-Bericht verwiesen und die besondere Bedeutung der städtischen Ballungsräume bei der Verminderung der Treibhausgasemissionen herausgestellt (Hamburgische Bürgerschaft 2013). Der *Hamburger Klimaplan* von 2015 ergänzt als Grund für die Anstrengungen im Klimaschutz mit Begriffen wie „moderne Stadt“ und „Verantwortung“, aus denen er Handlungsbedarf im Bereich Klimaschutz ableitet (Hamburgische Bürgerschaft 2015, S. 2)

9.3.4. Debattenanalyse

Oftmals ist es schwierig, ein „Stimmungsbild“ der kommunalen Politik und der Themen nachzuzeichnen, welche das Landesparlament zu einem gegebenen Zeitpunkt besonders beschäftigt haben. Zumal die Themenwahl nicht immer frei von politischen Interessen ist. So weist Werland (2014, S.11) darauf hin, dass „die Durchsetzung eines Diskurses gegenüber konkurrierenden Diskursen (das so genannte „framing“ eines Problems) [...] daher ein politischer Akt [ist], der eng mit Interessen von Akteuren und der Verteilung von Gewinnen und Kosten verbunden ist“. Die vorliegende Arbeit nähert sich der Frage durch eine schlagwortbasierte Debattenanalyse. Sie nutzt die Häufigkeit zentraler Begriffe in allen im Parlament geführten Debatten, also Regierungserklärungen, Fraktionsanträgen, kleine oder große Anfragen etc., um daraus eine Gewichtung unterschiedlicher Themen im politischen Diskurs zu erzeugen. Als Quelle dient das Archiv der Hamburger Bürgerschaft, in der alle Parlamentsdokumente vollständig abgelegt sind, und in der eine automatisierte Abfrage mittels der Volltextsuche des Archivs anhand eines Schlagwortkatalogs erfolgt. Die einzelnen Schlagworte und Schlagwortderivate sowie die Suchabfrage finden sich in Anhang 6.

Abbildung 47 zeigt basierend auf extrahierten Daten aus der Hamburger Parlamentsdatenbank, dass in der 18. Wahlperiode der Hamburger Bürgerschaft (von 2004-2008, CDU Alleinregierung) vor allem die Themen Luftreinhaltung und Klimaschutz in Verbindung mit erneuerbaren Energien die Politik dominierten und somit als Impuls gelten können.

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

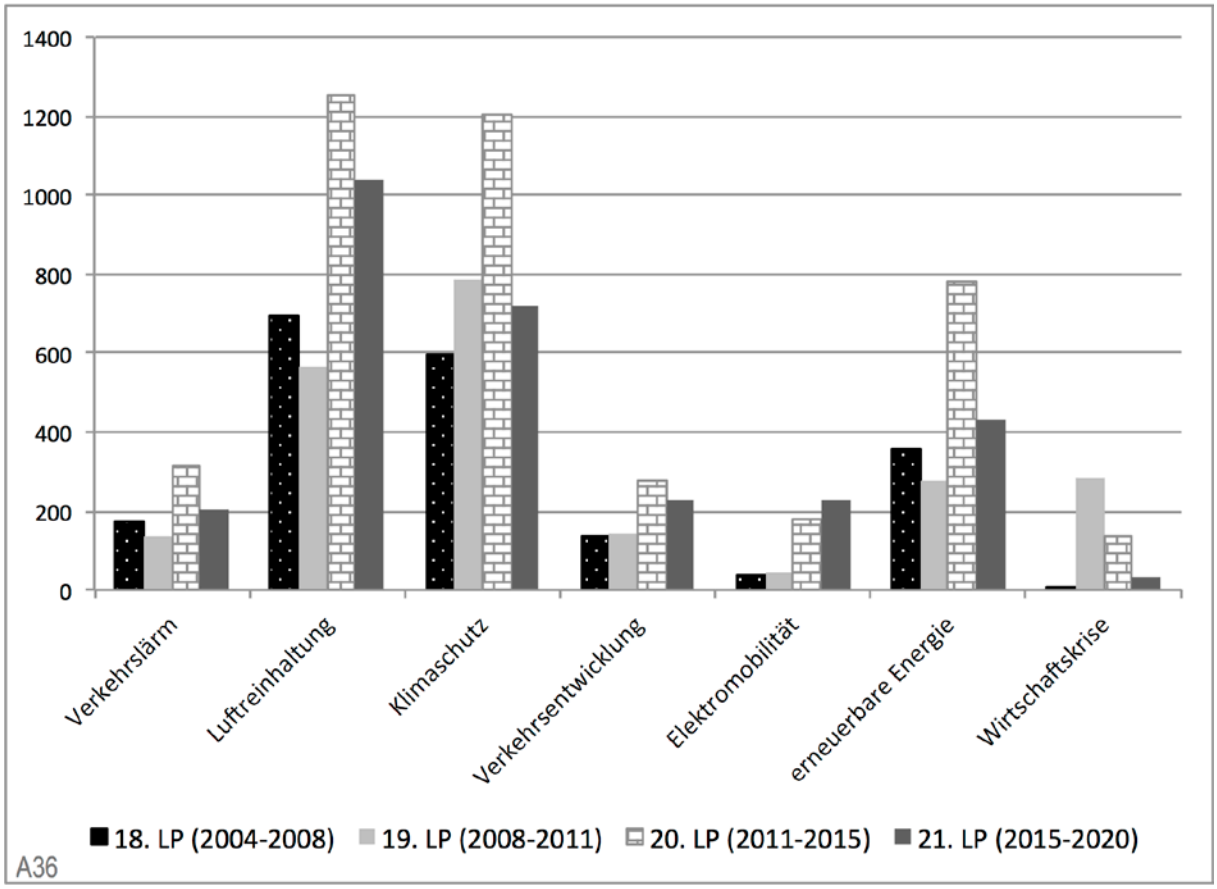


Abbildung 47: Häufigkeit verschiedener Themen in den Debatten der Hamburger Bürgerschaft in unterschiedlichen Legislaturperioden.

Quelle: eigene Darstellung auf Basis der Hamburger Parlamentsdatenbank.

9.3.5. Zusammenfassung Agendaformierung

Die Auswertung von Quellen auf vier verschiedenen Ebenen zeigt, dass sich die politische Agenda aufgrund von drei maßgeblichen Impulsen formierte. Der erste Impuls, der zu einer Förderung von Elektromobilität zur Treibhausgasreduktion im Straßenverkehrssektor führte, bestand in erster Linie aus energiepolitischen Erwägungen. Die Erhöhung der Versorgungssicherheit allgemein und besonders die Erdölunabhängigkeit des Verkehrssektors lassen sich durch eine sogenannte *Sektorkopplung* besonders vorteilhaft mit der zunehmenden Verfügbarkeit von erneuerbaren Energien kombinieren. Elektromobilität bietet dabei in Verbindung mit den vor allem strombasierten erneuerbaren Energien Effizienzgewinne wie auch einen verminderten Treibhausgasausstoß. Genau diese Emissionsreduzierung von Treibhausgasen allgemein und besonders im speziellen im Straßenverkehrssektor machen den zweiten Impuls aus, der Elektromobilität auf die politische Agenda brachte. Als dritter Impuls sind wirtschaftspolitische Erwägungen zu nennen, um die seinerzeit in die Krise geratene Automobilindustrie zu stützen und langfristig technologisch zukunftsfähig zu machen.

In Hamburg war es hingegen die Luftgüteproblematik, die neben den Klimaschutzzielen die kommunale Politik veranlasst hat, die verstärkte Nutzung von Elektromobilität in ihre politischen Zielsetzungen zu übernehmen. Dabei spielten auch erneuerbare Energien eine Rolle, vermutlich aufgrund der

seit Jahren stark diskutierten netzbelastenden Windenergieanteile in der norddeutschen Regelzone.[130]

9.4. Entstehung der Politikformulierung

Innerhalb der *Untersuchungsfrage DA-4* untersucht die Determinantenanalyse, wie die Politikformulierung im Planungsprozess erfolgte. Dabei zeigt sie auf, wer oder was einen Einfluss bei der Ausgestaltung der Maßnahmenimplementation, konkret den einzelnen Förderprogrammen für Elektromobilität, gehabt hat. Die zur Analyse genutzten Experten-Interviews werden in der anschließenden Auswertung (wie bei den vorangehenden Analyseteilen) nach den zwei politischen Bezugsebenen getrennt, so dass eine Untersuchung der Politikformulierung zur Etablierung von Elektromobilität in Deutschland wie auch auf kommunaler Ebene in Hamburg möglich ist.

Die durchgeführten qualitativen Interviews mit Entscheidern auf Bundes- wie auch Landesebene und Nutzern der neuen Technologie zeigten, dass für die Bundesregierung zu Beginn die Förderung von Forschung und Entwicklung im Vordergrund stand (DE-POLITIK, DE-MODERATOR, HH-MODERATOR). Damit wurde der Tatsache Rechnung getragen, dass von deutschen Herstellern 2009 noch keine Elektrofahrzeuge verfügbar waren[131]. Gleichzeitig wollte die Politik vermeiden, dass durch eine verfrühte Kaufprämie beispielsweise nur französische oder japanische Elektrofahrzeuge, die bereits käuflich zu erwerben waren, in Deutschland in den Verkehr gebracht worden wären (DE-POLITIK, DE-VERWALTUNG). Die Erprobung der entwickelten Technologien erfolgte im Rahmen von Demonstrationsvorhaben. Hier lag der Fokus auf Modellregionen und ab 2012 dann parallel zu den weiterhin bestehenden Modellregionen auf Schaufenster-Projekten (DE-POLITIK, DE-MODERATOR, HH-MODERATOR, DE-VERWALTUNG, DE-WISSENSCHAFT). Dieser Ansatz war ein Mittelweg zwischen Sichtbarkeit in der Fläche (im Gegensatz zum Rügen-Versuch aus den 1990er-Jahren, wo eine einzelne Region als Demonstrator diente) und dennoch gezielter Bündelung auf einige wenige Demonstrationsregionen (DE-POLITIK, HH-POLITIK, DE-VERWALTUNG). Andernfalls wären vermutlich alle Aktivitäten in der Fläche nicht hinreichend sichtbar gewesen, so die Befürchtung der Interview-Partner (DE-POLITIK, DE-VERWALTUNG). Parallel zu den F&E-Vorhaben erfolgte die Förderung von Grundlagenforschung, z. B. im Bereich der Batteriechemie (DE-POLITIK, DE-WISSENSCHAFT).

Für all diese Implementationsaktivitäten stand im Zeitraum 2009-2011 aus den Mitteln des *Konjunkturpaketes II* eine Fördersumme in Höhe von 500 Mio. Euro zur Verfügung[132]. Rund 150 Mio. Euro davon wurden für Demonstrationsprojekte in Modellregionen bereitgestellt.

Auf Grundlage des 2011 erlassenen *Regierungsprogramms Elektromobilität* (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b) wurden weitere Mittel in Höhe von insgesamt 1 Mrd. Euro bis zum Ende der Legislaturperiode (2013) für die Förderung der Elektromobilität allokiert.

Innerhalb dieses Haushalttitels wurden im Bereich der Demonstrationsvorhaben mit dem Erlass der Förderrichtlinie von 2011 (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2011) 180 Mio. Euro für die sogenannten *Schaufenster*-Projekte zur Verfügung gestellt. Alle Demonstrationsaktivitäten wurden zudem durch eine wissenschaftliche Begleitforschung flankiert.

---

130 Elektromobilität soll aus Sicht der Stromvertriebe nicht nur als neuer Abnehmer für Strom aus erneuerbaren Energien dienen, der zugleich zu nachfrageschwachen Zeiten Bedarf generiert (Ausspeisung), sondern auch in der Zukunft als netzstabilisierendes Element eingesetzt werden (Einspeiser), siehe auch Kampker et al. (2013, S. 115ff).

131 Lediglich die Daimler AG entwickelte 2009 noch auf ein serienmäßiges Wasserstoffauto hin, rein batterieelektrische Fahrzeuge waren bei deutschen Herstellern nicht in der Entwicklung.

132 Bundeshaushaltsplan 2009, Einzelplan 60, Kapitel 6092, Titel: 683 04 (gilt für BMUB, BMWi und BMVI) (Verwendung für KOPA2 mit kassenmäßiger Bereitstellung aus dem Sondervermögen des EKF).

Nach dem Erlass des Elektromobilitätsgesetzes 2015 (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2015c) änderte sich mit der im gleichen Jahr erschienenen Förderrichtlinie (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2015) die Förderstrategie der Bundesregierung. Statt der Bezuschussung von unterschiedlichen, gemäß einem mehrjährigen F&E-Fahrplan abgestimmten Entwicklungsprojekten kam es zu einer reinen Beschaffungsförderung, also der Erschließung neuer Anwendungsbereiche wie Logistik, Schwerlastverkehr etc. (DE-POLITIK, DE-MODERATOR, DE-VERWALTUNG). Auch wenn die zielgerichtete Adressierung von frühen Märkten damit passgenauer möglich ist, verlor die Bundesregierung dennoch ihre konzeptionellen Steuerungsmöglichkeiten, kritisieren einige Interview-Partner, da eine Einflussnahmemöglichkeit, bspw. auf einzelne Partner oder ganze Konsortien, fehlt (HH-MODERATOR, DE-WISSENSCHAFT).

Als dann ab 2016 auch deutsche Automobilhersteller ihre Modellpaletten um Elektrofahrzeuge ergänzt hatten[133], wurde mit einer Kaufprämie (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016a) und der Förderung von Ladeinfrastruktur (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017b) der Markthochlauf begleitet.

Auf der Organisationsebene war neben den zuständigen ministeriellen Stellen die *Nationale Plattform Elektromobilität* (NPE) als Beratungsgremium der Bundesregierung für die Ausarbeitung der F&E-Schwerpunkte verantwortlich und hat in diesem Bereich die Politikformulierung maßgeblich mitgetragen (DE-POLITIK, DE-MODERATOR, HH-MODERATOR, DE-VERWALTUNG, DE-KAMMER/VERBÄNDE, DE-WISSENSCHAFT). Rückmeldungen aus den verschiedenen Demonstrationsvorhaben kamen über Projektträger, wie das Forschungszentrum Jülich oder Programmkoordinationsstellen wie die NOW GmbH (DE-MODERATOR, HH-MODERATOR, DE-VERWALTUNG).

In Hamburg standen zu Beginn des Betrachtungszeitraums die beiden Politikziele Klimaschutz und Luftreinhaltung im Vordergrund (HH-POLITIK, HH-MODERATOR). Als politische Maßnahme wurde dazu die Förderung von batteriebetriebener Elektromobilität als Alternative zu den bisherigen Wasserstoffaktivitäten formuliert, um die Emissionen aus dem Straßenverkehr zu senken (HH-POLITIK). Gleichzeitig waren Anfang 2008 im schwarz-grünen Koalitionsvertrag die Prüfung einer Citymaut und die verpflichtende Einführung einer Umweltzone als flankierende Rahmenbedingungen festgeschrieben worden. Die auf der Organisationsebene zuständigen Akteure waren der Hamburger Senat und seine Behörden (HH-POLITIK, HH-MODERATOR, HH-KAMMER/VERBÄNDE).

Die Hamburger Wirtschaft wollte (organisationsspezifisch) verkehrliche Beschränkungen verhindern (HH-KAMMER/VERBÄNDE). Sie formulierte deshalb ein Angebot an die damalige Umweltsenatorin, in der die Hamburger Wirtschaft sich verpflichtend für den Einsatz von Elektrofahrzeugen engagiert, wenn dafür die Verbots- oder Mautzonen nicht in Kraft treten werden (HH-KAMMER/VERBÄNDE). So sollten im Rahmen einer Luftgütepartnerschaft alleine vom Handwerk 1 000 Elektrofahrzeuge beschafft werden (HH-KAMMER/VERBÄNDE). Die Luftgütepartnerschaft wurde im September 2012 von der Politik (Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt) und Wirtschaftsvertretern (Handelskammer und Handwerkskammer) unterzeichnet und als eine von weiteren 34 Förderschwerpunkten in den hamburgweiten Luftreinhalteplan übernommen (Böhm und Wahler 2012; Maßnahme 13). Dieser sah konkrete Fahrzeugzahlen und einen jährlichen Abgleich des Zielerreichungsgrads vor. Auf der Handlungsebene konnten die beteiligten Wirtschaftsakteure jedoch absehbar die Zielzahlen nicht erreichen, so dass die Wirtschaftsvertreter bei der Politik auf eine Umwandlung der festen Zielzahlen hin zu einer zahlenmäßig offenen Beschaffungsinitiative von Handelskammer und Handwerkskammer drängten (HH-KAMMER/VERBÄNDE). Diese Initiative trat 2014 unter dem Namen „Hamburg macht E-Mobil“ in Kraft (Böhm und Wahler 2017,

[133] Stand April 2017 waren von deutschen Herstellern sechs BEV-Modelle und 18 PHEV-Modelle käuflich zu erwerben. Quelle: Verband der deutschen Automobilindustrie, persönliche Mitteilung Anastasia Matveeva, April 2017.

S.88) und warb bei Hamburger Wirtschaftsunternehmen mit Rabatten auf Elektrofahrzeuge bis zu 25 %. Der Luftreinhalteplan wurde in seiner 2. Fortschreibung daraufhin entsprechend angepasst (Böhm und Wahler 2017). Dadurch ist batteriebetriebene Elektromobilität in Form einer messbaren Größe beim Wirtschaftsverkehr im *Hamburger Luftreinhalteplan* entfallen und nur noch als freiwillige, nicht quantifizierte Implementationsaktivität übriggeblieben (HH-KAMMER/VERBÄNDE).

9.5. Akteursbasierte Bewertung der Umsetzungsbedingungen

In diesem Teil der Determinantenanalyse wird untersucht, wie die am Planungsprozess beteiligten Akteure die Umsetzungsbedingungen bewerten, unter denen die Implementation erfolgte (*Untersuchungsfrage DA-5*). Die Ergebnisse aus den dazu durchgeführten Experten-Interviews werden dazu nach Erfolgsfaktoren und Hemmnissen strukturiert.

Im Hinblick auf die prozessuale Effektivität der Implementation auf der Organisationsebene empfanden die befragten Akteure die aufgezeigten unterschiedlichen organisationsspezifischen Zielsetzungen oftmals als Hemmnis bei der Einführung von Elektromobilität in Deutschland und Hamburg. Zentral war dabei die Zurückhaltung der deutschen Automobilindustrie, die keine Produkte bereitstellte und auch kein Engagement für eine schnelle Fahrzeugentwicklung zeigte. So wurden Förderprojekte mangels Produkten nicht mit Fahrzeugen beliefert (DE-POLITIK, DE-MODERATOR, HH-MODERATOR, DE-VERWALTUNG), und der Wissenschaft wurden keine Daten aus Fahrzeugen zur Forschung zur Verfügung gestellt (DE-MODERATOR, DE-VERWALTUNG, DE-WISSENSCHAFT). Darüberhinaus wurden Förderprogramme von den Automobilherstellern teils noch konterkariert, z. B. durch den Wegfall von Händlerrabatten nach Einführung der Kaufprämie, was die geplanten Preisvorteile für Endverbraucher verhinderten (HH-MODERATOR, DE-VERTRIEB). Als Grund für dieses mangelnde Engagement wird vermutet, dass die Industrie für einen Wandel in ihrer organisationsspezifischen Zielsetzung wenig Anreize sieht. Bei Verbrennern gibt es Überkapazitäten, während für die Herstellung von Elektrofahrzeugen bei vielen Komponenten Engpässe bestehen (DE-KAMMER/VERBÄNDE, DE-WISSENSCHAFT). Hinzu kommt, dass die Branche einen grundsätzlichen Transformationsprozess durchführen muss, für den die politischen Rahmenbedingungen und die aktuelle Marktsituation noch unsicher sind (DE-KAMMER/VERBÄNDE).

Auch in der Politik gab es Defizite auf der Organisationsebene. So führten die mangelnden „quantitativen und qualitativen Ziele“ der Bundesregierung und die fehlende Abgrenzung der Zuständigkeiten zu einem „großen Mischmasch zwischen den Ressorts“ (HH-MODERATOR, 01:09:04.9 – 01:09:35.4 Minuten), was die Effektivität der Maßnahmen einschränkte. An der Grenze zur Handlungsebene kann zudem die mangelnde personelle Kontinuität in den Ministerien als ein weiteres Hemmnis erwähnt werden, in denen teils ganze Referate ausgetauscht worden waren und daher Know-how zum Thema Elektromobilität verloren ging (HH-MODERATOR).

Ebenfalls der Handlungsebene zuzuordnen sind die oftmals sehr langwierigen Antragsverfahren in den Kommunen, deren Bearbeitung zwischen 6-12 Monaten dauerte – ein Zeitraum der in den verschiedenen Hamburger Bezirken stark von der allgemeinen Haltung gegenüber dem Thema Elektromobilität abhing (HH-MODERATOR, HH-ENERGIE).

Als Hemmnis, das im Grunde keiner der beiden Ebenen zuzuordnen ist, erwies sich die öffentliche Ladeinfrastruktur. Mangels rechtlicher Rahmenbedingungen war in den ersten Jahren der Technolo-

gieeinführung (2009-2015[134]) ihre Errichtung nicht nur sehr teuer, sondern administrativ auch sehr aufwändig (HH-ENERGIE). Die aufgrund häufiger Blockaden der Ladepunkte durch nicht berechtigte Fahrzeuge (Verbrennungsfahrzeuge) niedrigen Nutzungszahlen erschwerten das ohnehin nicht tragfähige Geschäftsmodell (HH-ENERGIE), so wie die Nichtverfügbarkeit der Ladepunkte aufgrund der angesprochenen Blockaden oftmals einen Grund für Hamburger Unternehmen waren, die Fuhrparkumstellung auf Elektrofahrzeuge nicht weiter voranzutreiben (DE-KAMMER/VERBÄNDE, HH-KAMMER/VERBÄNDE, HH-HERSTELLER, DE-VERTRIEB, HH-ENERGIE, HH-FUHRPARK).

Aus Sicht der Fuhrparkbetreiber haben auch die in den vergangenen Jahren dauerhaft niedrigen Erdölpreise dazu beigetragen, dass Elektromobilität für Organisationen aus finanzieller Sicht unattraktiv blieb (DE-KAMMER/VERBÄNDE, DE-WISSENSCHAFT, HH-FUHRPARK). Dabei ist dieser Erwägungsgrund keinesfalls nur auf die befragten Fuhrparkbetreiber zutreffend. So ist ein Drittel aller befragten Akteure nicht bereit, für die Anschaffung eines Elektrofahrzeugs einen höheren Kaufpreis als für ein konventionelles Modell zu bezahlen (HH-KAMMER/VERBÄNDE, DE-WISSENSCHAFT, HH-FUHRPARK). Zum Zeitpunkt der Befragung war kein Interview-Partner bereit, sich ein Elektrofahrzeug privat anzuschaffen, trotz vorliegender Fahrpraxis und der durchweg positiven Beurteilung von Elektrofahrzeugen bei nahezu allen Befragten (DE-POLITIK, HH-POLITIK, HH-VERWALTUNG, DE-MODERATOR, HH-MODERATOR, DE-VERWALTUNG, DE-KAMMER/VERBÄNDE, HH-KAMMER/VERBÄNDE, DE-WISSENSCHAFT, HH-HERSTELLER, DE-VERTRIEB, HH-POLITIK2; HH-ENERGIE und HH-FUHRPARK keine Antworten). Neben dem Kaufpreis (DE-POLITIK, HH-POLITIK, HH-VERWALTUNG, DE-MODERATOR, HH-MODERATOR, DE-VERWALTUNG, DE-KAMMER/VERBÄNDE, HH-KAMMER/VERBÄNDE, HH-HERSTELLER, HH-POLITIK2) werden als Gründe noch die mangelnde Reichweite (DE-POLITIK, HH-POLITIK, HH-VERWALTUNG, HH-MODERATOR, HH-KAMMER/VERBÄNDE, HH-HERSTELLER, HH-POLITIK2) oder die mangelnde Familientauglichkeit der Fahrzeuge (DE-MODERATOR, DE-VERWALTUNG) genannt.

Dies mag erklären, weshalb außer dem Vertreter der Bundespolitik[135] (DE-POLITIK) keiner der befragten Akteure davon ausgeht, dass die von der Bundesregierung angestrebte Zahl von einer Million Elektrofahrzeugen auf deutschen Straßen bis 2020 erreicht wird.

Demgegenüber wurde der im September 2015 ausgelöste sogenannte Diesel- oder Abgasskandal (Environmental Protection Agency 2015), der zur Aufdeckung einer Reihe von Manipulationen verschiedener Autohersteller zur Umgehung gesetzlich vorgegebener Grenzwerte für Autoabgase führte, von allen Interview-Partnern als Treiber für das Thema Elektromobilität genannt.

Die Hamburger Akteure aus der Wirtschaft ergänzten als Treiber noch die drohenden Fahrverbote für den Wirtschaftsverkehr als Teil der Umweltzone (HH-KAMMER/VERBÄNDE), die im Koalitionsvertrag aus dem Jahr 2008 von der Politik in Erwägung gezogen wurde, aber auch die Möglichkeit, sich durch die Nutzung von Elektrofahrzeugen, gerade in der Markteinführungsphase, von der Konkurrenz abzuheben und sich so eventuell sogar in der Presse positiv darstellen zu dürfen, was für ein Unternehmen „unbezahlte Werbung“ (HH-FUHRPARK, 00:30:28.4 – 00:31:07.1 Minuten) sei.

Zukünftige Programme zur Technologieeinführung können aus Sicht der befragten Akteure effizienter gestaltet werden, wenn schon auf der obersten Planungsebene das Effizienzgebot umgesetzt wird. So hätten durch eine Zentralisierung der politischen Verantwortung in einem Referat die programmatischen Redundanzen, die durch die Aufteilung des Themas Elektromobilität auf vier Bun-

134 Am 18.05.2015 wurde das Elektromobilitätsgesetz beschlossen (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2015c), welches wesentliche Eckpunkte zur ordnungs- und energierechtlichen Einordnung von öffentlicher Ladeinfrastruktur festschrieb, Ergänzungen dazu erfolgten in den nachfolgenden Jahren.

135 Die Interviews wurden aufgezeichnet, was das Antwortverhalten beeinflusst haben könnte (siehe entsprechende Ausführungen im einleitenden Methodenteil, Kap. 2.3.7.2).

desministerien entstanden sind, reduziert werden können (DE-POLITIK, DE-MODERATOR, HH-MODERATOR, DE-VERWALTUNG). Auch würde die inhaltliche Ausgestaltung der Förderprogramme gewinnen, wenn die Erkenntnisse der Wissenschaft stärker Berücksichtigung fänden (DE-MODERATOR, HH-MODERATOR, DE-VERWALTUNG, DE-KAMMER/VERBÄNDE, DE-WISSENSCHAFT). Nur dort sind Expertenwissen, Methodenkenntnis und die nötigen Ressourcen für eine kontinuierliche, tiefergehende Erfolgskontrolle einer Technologieeinführung vorhanden. Hierzu ist es aber unabdingbar, dass die wissenschaftliche Aufbereitung eines so großen gesellschaftlichen Transformationsprozesses den nötigen zeitlichen Vorlauf hat und nicht aufgrund von Begrenzungen des geltenden Haushaltsrechts zusammen mit dem gleichen Haushaltstitel wie die eigentliche Fördermaßnahme startet (DE-MODERATOR, DE-VERWALTUNG, DE-WISSENSCHAFT). Nur gut vorbereitet und von der Politik hinreichend ernst genommen kann die Wissenschaft ihre Stärken ausspielen. Auch müssen wissenschaftliche Erkenntnisse in den fortlaufenden Prozess der politischen Planung einbezogen, also als Lernprozess und nach vorne gerichtete Planungsgrundlage verstanden werden (DE-MODERATOR, DE-WISSENSCHAFT), statt nur als abschließende Evaluationen im Sinne retrospektiver Betrachtungen herzuhalten und ein weiteres Kapitel in Projektabschlussberichten zu sein.

Um diese Rolle wahrnehmen zu können, benötigen die beteiligten Akteure Zugang zu Daten. Die Haltung mancher Automobilhersteller, die öffentlich geförderten Demonstrationsprojekte als Feldversuch der Konzernforschung zu nutzen, wurde von den Interview-Partnern aus der Wissenschaft als ein großes Hemmnis wahrgenommen (DE-WISSENSCHAFT).

All diese Steuerungsmaßnahmen kann die Politik jedoch nur durchführen, wenn sie in Zukunft weiter mit Förderprojekten statt mit Beschaffungsinitiativen arbeitet, bei denen die Bundesregierung jegliche inhaltliche Steuermöglichkeit verliert (HH-MODERATOR). Auch muss vor einer Förderung klar sein, was überhaupt das politische Ziel ist. Wenn es sich um ein Konjunkturthema handelt, ist der Ansatz, breit zu fördern, richtig, um in der Breite das Wissen zu fördern. Wenn jedoch der Umweltschutz die Zielsetzung ist, muss vorher eine Identifikation von Implementationsinhalten erfolgen, die den höchsten Umweltnutzen versprechen, z. B. Flotten mit hohen Laufleistungen oder der Einsatz Erneuerbarer Energien (DE-MODERATOR).

Um neben dem *Push*, also der bisherigen Förderung von Elektromobilität, auch den notwendigen *Pull*, also einer Handlungsnotwendigkeit durch sich verändernde Rahmenbedingungen, hinzuzufügen, bietet das Gesetzgebungsverfahren die Möglichkeit der Verabschiedung von Gesetzen, die erst zu einem späteren Zeitpunkt in Kraft treten. Die Interview-Partner aus Politik und Planung betonen, dass bei solch einer Implementationsstrategie der politische Pfad klarer vorgezeichnet wäre, was der Wirtschaft Investitionssicherheit geben und auch schnell einen entsprechenden Marktanreiz nach sich ziehen würde (HH-MODERATOR).

Bei den Umsetzungsakteuren stehen indes andere Verbesserungsmöglichkeiten für zukünftige Technologieeinführungsprogramme im Vordergrund. So wünschten sich mehrere der befragten Akteure einen zentralen Ansprechpartner, der sie über die verfügbaren Förderprogramme und die Modalitäten der Teilnahme informiert (HH-KAMMER/VERBÄNDE, HH-HERSTELLER, HH-FUHRPARK).

Vielleicht führten mangelhafte Informationen deshalb zu der Einschätzung aller Interview-Partnern der Umsetzungsebene, dass die Teilnahme an Förderprojekten zu kompliziert und zu aufwendig sei (HH-KAMMER/VERBÄNDE, DE-WISSENSCHAFT, HH-HERSTELLER, DE-VERTRIEB, HH-ENERGIE, HH-FUHRPARK). Die Forderung, den Aufwand der Projektteilnehmer für die Begleitforschungsaktivitäten deutlich zu minimieren, steht dabei nicht zwangsläufig im Widerspruch zu den Optimierungsvorschlägen der Planungsebene („mehr Wissenschaft!“), sondern deutet möglicherweise auf das zuvor genannte Informationsdefizit der Akteure vor der Projektteilnahme hin oder den Bedarf nach transparenteren Ausschüttungsmodalitäten von Fördermitteln.

Um auf Seiten der Vertriebe die Bereitstellung von Elektrofahrzeugen zu verbessern, wünschten sich diese sowohl von ihren eigenen Konzernzentralen, als auch von den Förderadministrationen klarere Regelungen zu Restwerten und zu der geplanten Weiternutzung der Fahrzeuge (HH-HERSTELLER, DE-VERTRIEB). Befragte Fuhrparks sahen als Voraussetzung für eine erfolgreiche Implementation von Elektrofahrzeugen in ihren Flotten vor allem einen zu konventionellen Fahrzeugen annähernd gleichwertigen Nutzwert, der nur über niedrigere Preise und höhere Reichweiten der Elektrofahrzeuge sowie eine dauerhaft nutzbare, also zugängliche öffentliche Ladeinfrastruktur realisiert werden könne (HH-KAMMER/VERBÄNDE, HH-FUHRPARK). In den öffentlichen Fuhrparks hingegen kann die Nutzung von Elektrofahrzeugen bereits in einer frühen Marktphase, in der die kostenseitige Parität mit Verbrennern mitunter noch nicht hergestellt ist, vorangetrieben werden. Dazu eignen sich Beschaffungsrichtlinien, die von allen Dienststellen eingehalten werden müssen. Die Akteure aus Behörden und Verwaltung sehen bei diesem Instrument den Verbesserungsbedarf darin, dass die Vorschriften auch überprüft und rigide durchgesetzt werden, da die öffentliche Verwaltung sehr schwerfällig sein kann und es dort oftmals „dann nur mit Druck geht“ (HH-VERWALTUNG, 00:48:41.4 – 00:48:53.9 Minuten).

Die Akteure aus Politik und Planung hatten bei den monatlichen Treffen in den Bundesministerien, an denen auch ausführende Instanzen wie z. B. Programmgesellschaften teilnahmen, die Möglichkeit, dort ihre Erkenntnisse und die formulierten Verbesserungsvorschläge einzubringen, da die Referatsleitungen „auch immer informiert werden wollten“ (DE-VERWALTUNG, 00:35:49.9 – 00:35:59.5 Minuten). Einige Vorschläge wurden auch aufgenommen, so die Interview-Partner der Bundesebene (DE-MODERATOR, DE-VERWALTUNG). Die Hamburger Akteure hatten diese Möglichkeit bis auf die Gruppe der Moderatoren nicht. Selbst die Moderatoren hatten nicht das Gefühl, dass in ihren jährlichen Projektgesprächen mit dem Ministerium die Vorschläge aus der Hamburger Umsetzer-Sicht auf der politischen Ebene in Berlin ernstgenommen werden (HH-MODERATOR), so dass die besagten Projektgespräche der Hamburger Moderatoren keinen Vorteil gegenüber den restlichen Hamburger Akteuren darstellt. Auch Wissenschaftsvertreter hatten keine Möglichkeit, Verbesserungsvorschläge anzubringen (DE-WISSENSCHAFT). Selbst in der NPE, wo eigentlich über Technologiepfade und F&E-Schwerpunkte diskutiert wurde, war aufgrund des Selbstverständnisses der NPE als Dialogforum der Industrie mit der Politik ein eigeninitiatives Einbringen von Vorschlägen seitens der Wissenschaft kaum möglich (DE-KAMMER/VERBÄNDE, DE-WISSENSCHAFT). Auch wurden derlei Informationen seitens der Politik nicht spezifisch abgefragt. Einige Interview-Partner berichteten, dass innerhalb ihrer eigenen Organisationen über das Förderprojekt hinaus auch kein Interesse bestand, aus den abgeschlossenen Aktivitäten für zukünftige Projekte zu lernen. So sei unklar, ob die verfassten internen Abschlussberichte aus den Förderprojekten „irgendjemand mal gelesen hat“ (DE-VERTRIEB, 00:54:03.3, 00:54:17.1 Minuten).

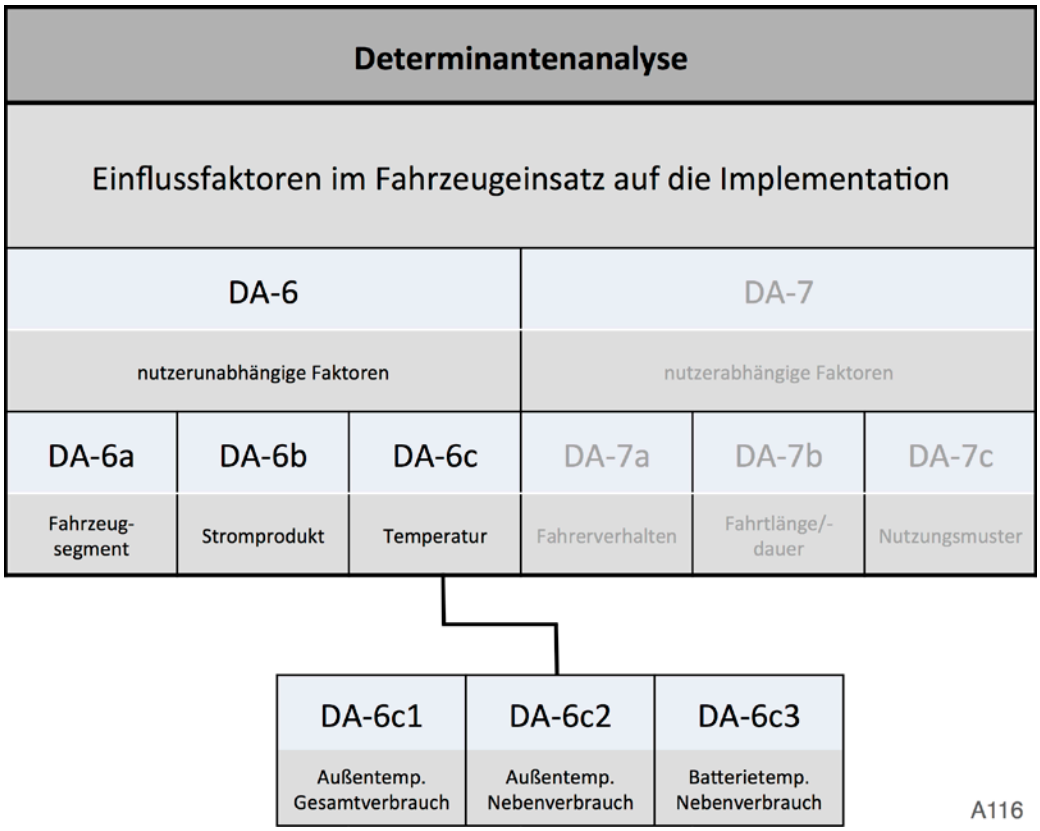
9.6. Nutzerunabhängige Einflussfaktoren im Fahrzeugeinsatz

Dem Einfluss nutzerunabhängiger Faktoren im Fahrzeugeinsatz und ihrer Wirkung auf die Implementation der Maßnahme geht *Untersuchungsfrage DA-6* nach. Nutzerunabhängige Faktoren sind dabei all die Faktoren, bei denen der streckennormierte Treibhausgasausstoß eines Elektrofahrzeugs, als ein Maß der Effektivität der Maßnahme, während der Nutzung des Elektrofahrzeugs nicht direkt vom Nutzer beeinflusst werden kann. Das gilt beispielsweise für die Fahrzeuggröße (**DA-6a**): hier kann im Fahrzeug selbst während der Nutzung nicht mehr eingegriffen werden, sondern ist die ursprüngliche Wahl bestimmend, welche Fahrzeuge im Unternehmensfuhrpark beschafft werden. Es betrifft ebenfalls das eingesetzte Stromprodukt (**DA-6b**), dessen CO_2-Intensität bei seiner Herstellung einen maßgeblichen Einfluss auf die Klimabilanz des Fahrzeugeinsatzes hat, aber eben nicht durch den Fahrer während der Nutzung beeinflusst werden kann, sondern vielmehr auf Unternehmensebene bei der

Wahl der Stromverträge berücksichtigt werden muss. Zuletzt wird in diesem Zusammenhang auch die Außentemperatur (**DA-6c**) und der daraus resultierende variierende Stromverbrauch der Fahrzeuge als nutzerunabhängige Größe betrachtet. Dabei werden mehrere Einflussebenen der Außentemperatur auf das Fahrzeug erschlossen (**DA-6c1 bis DA-6c3**).

Zur besseren Übersicht zeigt Tabelle 31 die Struktur des Kapitels mit seinen Unterkapiteln auf.

Tabelle 31: Übersicht über die Untersuchung nutzerunabhängiger Faktoren im Fahrzeugeinsatz und ihrer Wirkung auf die Implementation der Maßnahme.



Quelle: eigene Darstellung.

9.6.1. Fahrzeuggröße/Fahrzeugsegment (DA-6a)

Wie in der Maßnahmenwirkungsanalyse aufgezeigt, variiert der Energieverbrauch mit der Fahrzeuggröße bzw. dem Fahrzeugsegment (siehe Kap. 7). Der Segmentbegriff ist ein vom Kraftfahrt-Bundesamtes genutzter Begriff, der auf einer individuellen Einschätzung einer Anzahl von Merkmalen jedes Pkw-Modells beruht; unter anderem Größe, Zuladung und Motorisierung (Kraftfahrt-Bundesamt 2011). Segmente können somit als zuverlässige Einteilung für den Vergleich unterschiedlicher Fahrzeugmodelle dienen, da ihr eine von einer zentralen Stelle einheitlich durchgeführte Kategorisierung zugrunde liegt.

Die für die Beantwortung der Fragestellung in der vorliegenden Arbeit berücksichtigten Segmente umfassen die Kategorien Mini, Kleinwagen, Kompaktklasse und Utilities. Die Anzahl der einzelnen Modelle in dem ausgewerteten Datenbestand ist in Tabelle 32 aufgeführt. Damit decken die beprobten Segmente rund 60 % der im Hamburger Wirtschaftsverkehr eingesetzten Pkw-Größen ab (vgl. Flämig et al. 2018d, S. 23f.).

Tabelle 32: Übersicht über die beprobten Fahrzeugmodelle.

Segment	Hersteller	Modell	Anzahl	
Mini	Daimler	Smart ED	31	
	Volkswagen	E-up	3	
Kleinwagen	Renault	Zoe	69	
Kompaktklasse	Volkswagen	E-Golf	30	
Utilities	Renault	Kangoo ZE	27	
			160	*Summe*

Quelle: eigene Darstellung.

Die aus den Elektrofahrzeugen extrahierten und für die Auswertung genutzten Fahrdaten umfassen den *Minimaldatensatz* (MDS) (siehe Kap. 2.3.7.1). Die Auswertung der Fahrdaten zeigt, dass bei den beprobten Fahrzeugen (n=160) zwischen den drei kleineren Pkw-Segmenten (Mini, Kleinwagen, Kompaktklasse) im kilometerbezogenen Energieverbrauch kaum Unterschiede bestehen (Abbildung 48, Beprobungszeitraum 09/2014 bis 03/2017, n=160, Segmentaufschlüsselung siehe Tabelle 32). Er liegt im Durchschnitt bei 0,15-0,17 kWh/km. Lediglich im Segment Utilities, also den als kleine Nutzfahrzeuge eingesetzten Kastenwagen, liegt der durchschnittliche Energieverbrauch pro Kilometer in der untersuchten Fahrzeugflotte mit 0,23 kWh/km um rund 46 % höher als der Mittelwert der übrigen Segmente. Auch wenn ohne eingehende Prüfstandsuntersuchungen nicht abschließend beurteilt wird, welche einzelnen Faktoren für den erhöhten Energieverbrauch dieses Segments verantwortlich sind, so liegt es nahe, dass maßgeblich die kastenartige Bauform des untersuchten Renault Kangoo ZE wie auch sein hohes Leergewicht für den größten Teil des erhöhten Energieverbrauchs verantwortlich sein wird.

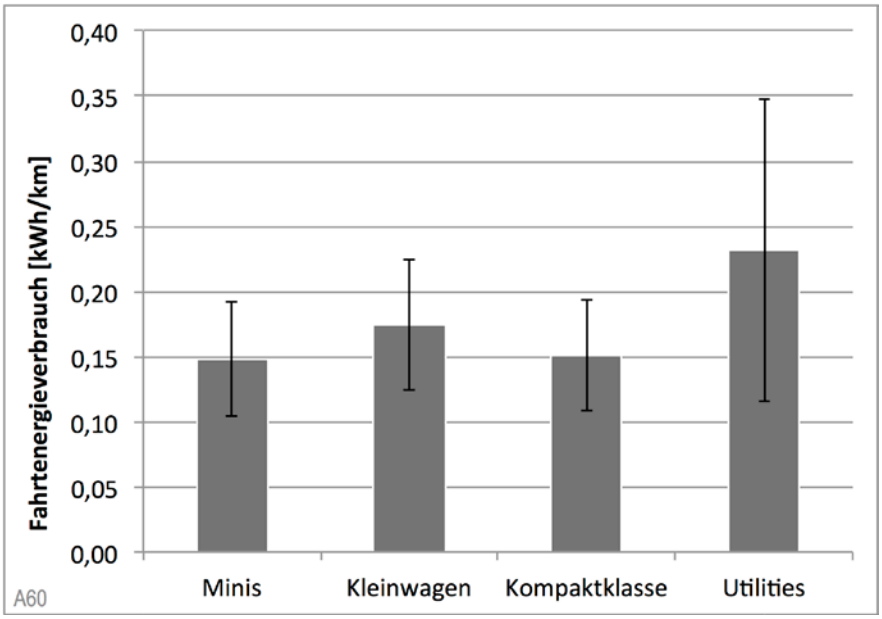


Abbildung 48: Durchschnittlicher Fahrtenergieverbrauch pro beprobten Pkw-Segment.

Quelle: eigene Darstellung.

So muss während der Fahrt jedes Fahrzeug (unabhängig von der Antriebsart) im Wesentlichen vier physikalische Widerstände überwinden. Diese sind der Rollwiderstand (F_{Ro}), der Luftwiderstand (F_L), der Steigungswiderstand (F_{St}) und der Beschleunigungswiderstand (F_B) (Pischinger und Seiffert 2016, S. 60ff., die hierfür relevanten Formeln zur Berechnung finden sich in Anhang 22).

Der Rollwiderstand wird vor allem durch sogenannte Walkverlustarbeiten der Reifen verursacht, ist aber im Vergleich zu den anderen Fahrwiderständen verhältnismäßig gering (Kreyenberg 2016, S. 132). Der Steigungswiderstand ist bei der vorherrschenden Hamburger Topographie, abgesehen von einigen Erhebungen im Hamburger Süden, ebenfalls eine nur gering wirkende Einflussgröße. Der Luftwiderstand hingegen nimmt quadratisch mit der Geschwindigkeit zu. In ihn fließt neben dem c_w-Wert, also dem Luftwiderstandsbeiwert, auch die Fahrzeugquerschnittsfläche (frontal) mit ein. Der Luftwiderstand ist vor allem während der Fahrt und bei höheren Geschwindigkeiten der größte aller Fahrzeugwiderstände, während der Beschleunigungswiderstand, der sich aus dem Fahrzeuggewicht ergibt, den größten Einfluss beim Anfahren und bis zum Erreichen der Reisegeschwindigkeit hat (Pischinger und Seiffert 2016, S. 60). Dieser Aspekt kommt vor allen bei Stadtfahrten mit häufigen Anfahrmanövern zum Tragen.

Nicht nur beim Leergewicht (1.464 kg, Carspector 2018) liegt der Kangoo als stellvertretendes Fahrzeugmodell für das Pkw-Segment Utilities oberhalb der übrigen vier beprobten Fahrzeuge der Mini-, Klein- und Kompaktklasse; auch bei der Aerodynamik liegt der Wagen mit einer Fahrzeugquerschnittsfläche von 2,58 m^2 (Carspector 2018) weit oberhalb der übrigen beprobten Fahrzeugmodelle.

Hieraus ergibt sich als Schlussfolgerung, dass Unternehmen oder private Fahrzeugnutzer, auch bei den generell als umweltfreundlich wahrgenommenen Elektrofahrzeugen (vgl. Matt 2018), über die Wahl der eingesetzten Fahrzeuggröße noch weiteren Gestaltungsspielraum und Einflussmöglichkeiten auf den realen Umweltnutzen haben können. Sei es bei der Neuanschaffung von Fahrzeugen oder in der existierenden Flotte bei der Wahl des Fahrzeugs für den jeweils anstehenden Einsatz.

Während Branchen wie das Handwerk oder die Logistik durch den notwendigen Warentransport vermutlich in ihrer Fahrzeugwahl oftmals eingeschränkt sind, so könnten größere Unternehmen ihre Fuhrparks dahingehend diversifiziern, dass für den Personentransport und kleine Besorgungsfahrten kleinere Fahrzeuge vorgehalten werden, während für die größeren Umfuhren gezielt ein größeres Fahrzeug bereitgestellt wird.

Auch, und noch stärker, wäre im persönlich zugeordneten Dienstwagenbereich unter Umweltgesichtspunkten die Nutzung von kleineren, leichteren Elektrofahrzeugen sinnvoll. Gerade bei den Dienstwagen dominieren in der konventionellen Fahrzeugtechnik oftmals noch größere, schwere Fahrzeuge (Mittelklasse, obere Mittelklasse, Oberklasse). Diekmann et al. (2011) bemängeln dies als einen durch die (niedrige) pauschale Dienstwagenbesteuerung hervorgerufenen Effekt mit „klimaschädlicher Lenkung“ (Diekmann et al. 2011, S.26), der größere Fahrzeuge und hohe Kilometerleistungen steuerlich begünstigt. Der Einsatz kleinerer, leichterer Fahrzeuge könnte in diesem Bereich Einsparpotenziale haben.

Allerdings gilt es zu berücksichtigen, dass besonders die Wahl von Dienstwagen oftmals Entscheidungskriterien unterliegt, die über den reinen Mobilitätszweck hinausgehen. So weisen Canzler und Knie (2012, S. 8ff.) und Knie et al. (2016a, S. 70, 546ff.) auf die zwar abnehmende, aber immer noch stark ausgeprägte Emotionalisierung und Zweckentfremdung von Fahrzeugen als Statussymbol hin. Während die aktuell (Dezember 2018) am Markt erhältlichen Elektrofahrzeuge (vgl. Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle 2018c) fast ausschließlich den kleineren Fahrzeugsegmenten angehören und sich damit vermutlich nur wenig als Statussymbol eignen, zeichnet sich ab, dass in Zukunft

auch Premiumhersteller ihre größeren Fahrzeuge vollelektrifizieren werden, um genau diese Marktlücke zu füllen[136]. Um den Effizienzvorteil elektrischer Antriebe also nicht zu überkompensieren, indem statt benzinbetriebener SUV fortan batterieelektrische SUV im Stadtverkehr eingesetzt werden, bedarf es entweder einer Änderung der gesellschaftlichen Haltung und Bewertung von Dienstwagen oder aber unternehmensinterner Umweltrichtlinien, welche die Fahrzeuggrößen von Dienstwagen an die realen Mobilitätsbedürfnissen der Nutzer ausrichtet.

9.6.2. Stromprodukt (DA-6b)

In der zuvor durchgeführten Maßnahmenwirkungsanalyse (Kap. 7.1) konnte nachgewiesen werden, welchen Einfluss die Wahl des Stromproduktes auf die Klimabilanz von Elektrofahrzeugen in der Nutzungsphase hat. So bedeutet der Einsatz von Grünstrom beim Laden von Elektrofahrzeugen gegenüber der Nutzung von „normalem“ Netzstrom eine Verbesserung des CO_2-Fußabdrucks um 85 % pro verbrauchter Kilowattstunde (für die entsprechenden Stromproduktdefinitionen siehe Kap. 2.3.4.2)

Ziel des vorliegenden Kapitels ist nun zu untersuchen, in welchem Maße Nutzer von dieser Möglichkeit, die Klimabilanz ihres Elektrofahrzeugs zu verbessern, Gebrauch machen oder überhaupt Gebrauch machen können.

Die Ergebnisse der Analyse wurden vom Autor in Blusch et al. (2018) veröffentlicht und werden hier nur zusammengefasst wiedergegeben.

So konnte in einer bei Hamburger Unternehmen und Behörden durchgeführten Umfrage (siehe Methodenteil Kap. 2.3.6.6) gezeigt werden, dass die Hälfte der Befragten (50 %, n=190) neben der Ladeinfrastruktur auf Unternehmensgelände auch Zugang zu öffentlicher Ladeinfrastruktur besitzen. Je nachdem, welches Betreiberkonzept der öffentlichen Ladeinfrastruktur zugrunde liegt, kann für die Betreiber eines Elektrofahrzeugs die Nutzung von öffentlicher Ladeinfrastruktur eine Einschränkung der Wahlmöglichkeiten beim Stromprodukt bedeuten, da beispielsweise im Roaming der Infrastrukturbetreiber bestimmt, welcher Strom an der Ladesäule zur Verfügung gestellt wird. Auch wenn in Hamburg im Dezember 2018 noch über einen öffentlich finanzierten Betrieb beim Großteil der in der Stadt verfügbaren Ladeinfrastruktur die ausschließliche Nutzung von Grünstrom sichergestellt ist, trifft dies nicht notwendigerweise für die öffentliche Ladeinfrastruktur andernorts zu und kann sich auch in Hamburg in der Zukunft ändern. Als nutzerabhängiger Faktor kann deshalb die öffentliche Ladeinfrastruktur nur eingeschränkt gelten.

Ob diese Einschränkung in der übergeordneten Betrachtung aber überhaupt relevant ist, konnte die Untersuchung der Nutzungsfrequenz der beiden zur Verfügung stehenden Ladeinfrastrukturtypen aufdecken. Abbildung 49 zeigt, dass die überwiegende Mehrheit aller Ladevorgänge an der unternehmenseigenen Ladeinfrastruktur vorgenommen wird, während die öffentliche Ladeinfrastruktur, selbst wenn eine Zugangsmöglichkeit besteht, nur in Einzelfällen als Reichweitenverlängerung genutzt wird. Der größte Einfluss auf die Wahl des Stromproduktes kommt somit der unternehmenseigenen Ladeinfrastruktur zu. Hier kann jedes Unternehmen ohne Rücksicht auf unternehmensfremde (Roaming)Nutzer frei seinen bevorzugten Stromanbieter wählen.

[136] So planen Jaguar, Land Rover, Mercedes und Audi für ihre Premiumfahrzeuge reinelektrische Varianten (Specht 2016).

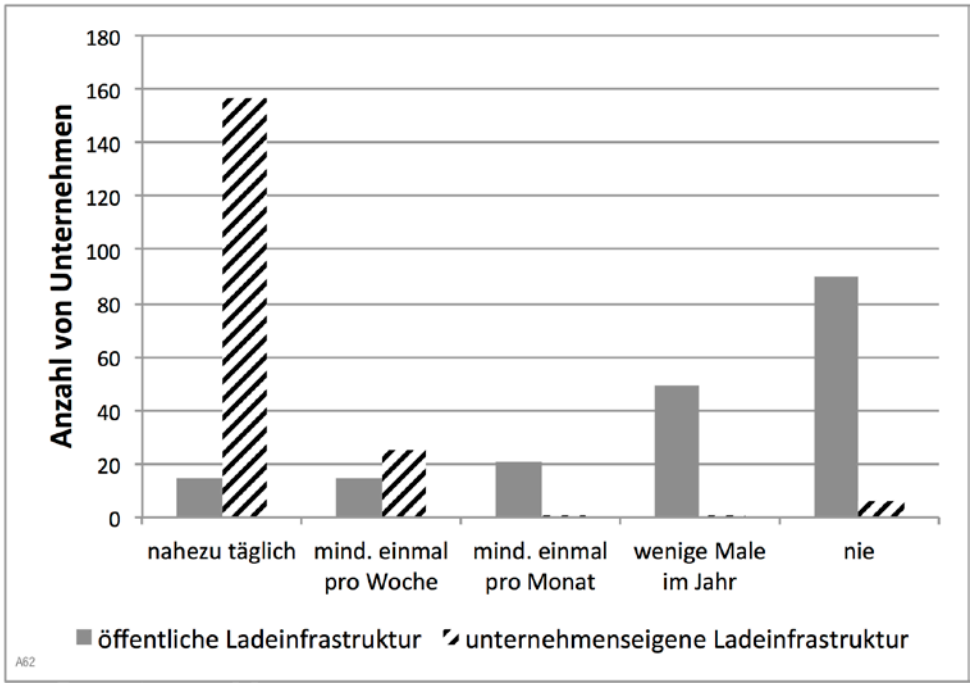


Abbildung 49: Nutzungsfrequenz der öffentlichen und unternehmenseigenen Ladeinfrastruktur. Ergebnisse einer Umfrage (n=190).

Quelle: eigene Darstellung nach Blusch et al. (2018).

Somit verwundert es, dass lediglich 43 % der Befragten für das Laden ihrer Elektrofahrzeuge am Unternehmensstandort Grünstrom einsetzen, wie eine weitergehende Auswertung von Blusch (2016) innerhalb der durchgeführten Befragung zeigte (Abbildung 50).

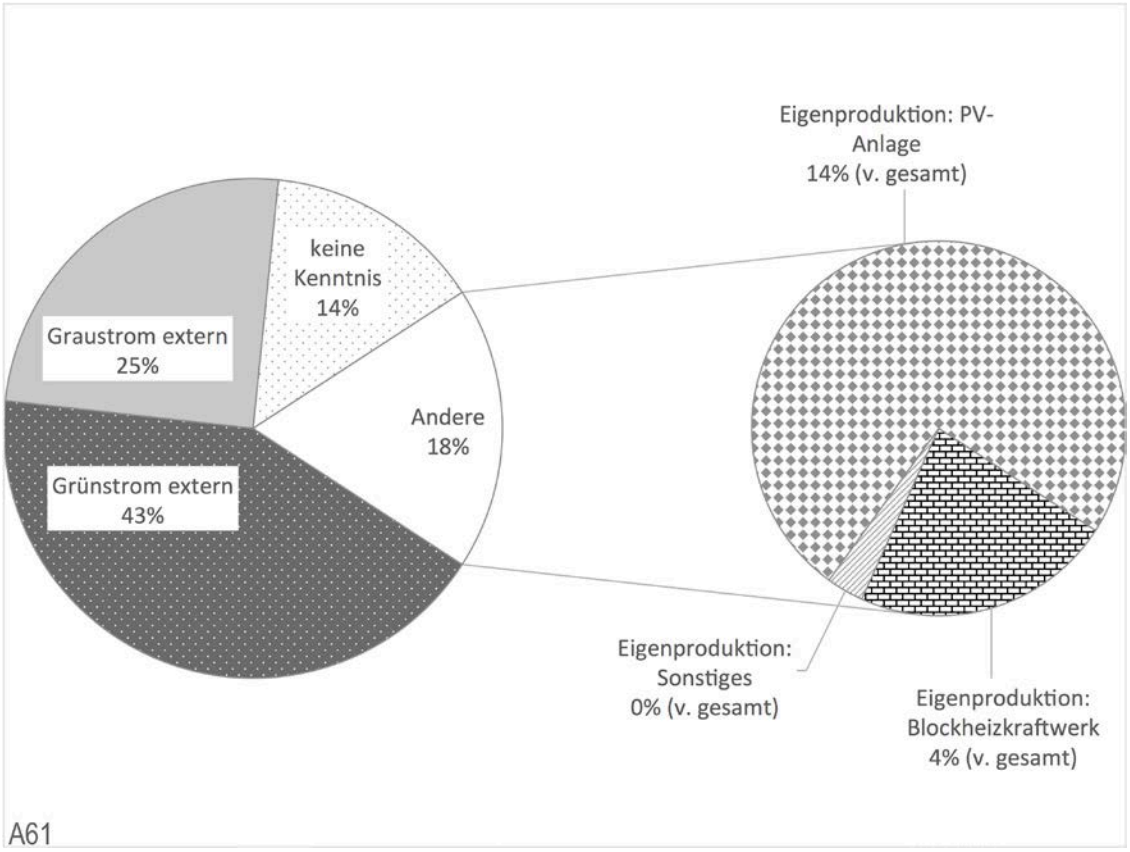


Abbildung 50: Nutzung unterschiedlicher Stromprodukte für das Laden von Elektrofahrzeugen. Ergebnisse einer Befragung bei Hamburger Unternehmen und Behörden (n=169).

Quelle: eigene Darstellung nach Blusch (2016).

Die verpflichtende Nutzung des gleichen Stromproduktes für die Ladeinfrastruktur wie für die restliche Elektrizitätsversorgung des jeweiligen Unternehmens wird als größte Einschränkung beim Grünstrombezug genannt. Dies trifft auf knapp 90 % der befragten Hamburger Unternehmen und Behörden zu (Abbildung 51). Besonders bei größeren Unternehmen mit langfristigen, umfangreichen Abnahmeverträgen stellen gesonderte Verträge für einzelne Ladesäulen auf dem Unternehmensgelände ein großes administratives Hindernis dar.

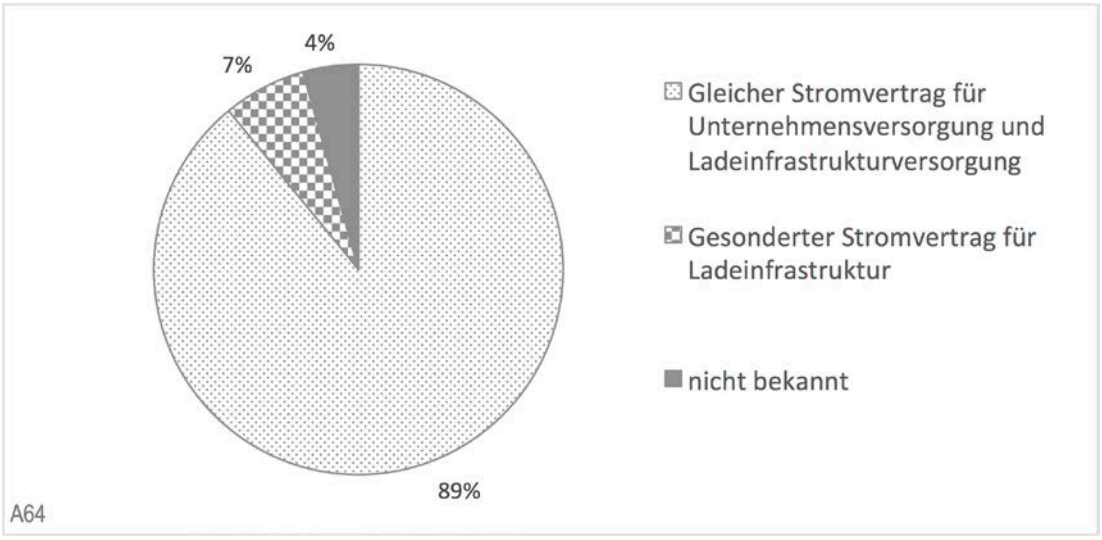


Abbildung 51: Kopplung von Stromverträgen für Ladeinfrastruktur an übergeordnete Unternehmensverträge (n=183).

Quelle: eigene Darstellung nach Blusch (2016).

Wie in der Maßnahmenwirkungsanalyse (siehe Kap. 7.1) gezeigt, ist jedoch die Stromgestehung für den Ladestrom der größte Einflussfaktor auf die Klimabilanz von Elektrofahrzeugen in ihrer Betriebsphase. Als Handlungsempfehlung lässt sich daher ableiten, dass zur vollen Realisierung des Klimavorteils von Elektromobilität unbedingt auf Unternehmensleitungsebene die Voraussetzungen dafür geschaffen werden sollten, dass bei der Beschaffung von Elektrofahrzeugen zumindest für die installierte Ladeinfrastruktur der Abschluss eines separaten Stromvertrags mit Grünstrom ermöglicht wird. Unternehmen und Organisationen, die Elektrofahrzeuge einsetzen, sollten sich nicht einem möglichen Vorwurf des „greenwashings“ in Bezug auf ihr Umweltengagement mit Elektrofahrzeugen aussetzen, wenn sie diese mit herkömmlichen Netzstrom aufladen.

Unter Umständen könnten Unternehmen die Installation und Versorgung ihrer Ladeinfrastruktur auch zum Anlass nehmen, die gesamte betriebliche Elektrizitätsversorgung auf den Bezug von Grünstrom umzustellen, um so ihre Umweltschutzbemühungen noch weiter zu ergänzen. Solch ein großer Schritt wäre dann in Bezug auf die Reduktion von schädlichen Klimawirkungen nur noch von einer Eigenversorgung mit erneuerbarem Strom zu übertreffen, wie es dies bereits 14 % der Befragten für ihre Ladestromversorgung praktizieren (Abbildung 50). Gekoppelt mit einem Stromspreicher kann so beispielsweise eine PV-Anlage nicht nur die Stromnetze entlasten, sondern unter Umständen sogar die Strombezugskosten im Unternehmen senken (Wirth 2018, S. 28).

9.6.3. Einfluss der Außentemperatur auf den Gesamtenergieverbrauch (DA-6c1)

Nachfolgend wird die Variabilität des Energieverbrauchs aller Verbraucher im Fahrzeug (Haupt- und Nebenaggregate) in Abhängigkeit der Außentemperatur analysiert. Datengrundlage bilden die Fahrdaten des *Minimaldatensatzes* (MDS). Die Betrachtung des Gesamtenergiehaushalts ist notwendig, um ebenfalls die Rekuperation zu berücksichtigen, also die Bremsenergierückgewinnung, deren Temperaturabhängigkeit somit auch untersucht werden kann.

Die Ergebnisse der Analyse wurden vom Autor in Flämig et al. (2018a) veröffentlicht und werden hier nur zusammengefasst wiedergegeben.

Der Gesamtenergieverbrauch setzt sich aus der Summe der Energieverbräuche von Motor und Nebenverbrauchern (z. B. Heizung, Kühlung, Licht) abzüglich der Energiegewinnung durch Rekuperation (Bremskraftrückgewinnung) zusammen.

Gesamtenergieverbrauch = (Motorenergie + Nebenverbraucher) – Rekuperation

Beide Werte (Gesamtenergieverbrauch und Rekuperation) sind für die untersuchten Fahrzeugsegmente (vgl. Tabelle 32) in Abbildung 52 mittels eines zweiachsigen Liniendiagramms dargestellt (Datensatz: BEV-MDS; n=160 BEV, 89 332 Fahrten >= 5 km: 36 Pkw-Mini, 18 806 Fahrten; 96 Klein-/Kompaktklasse, 56 822 Fahrten; 28 Kleintransporter/Utilities, 13 644). Auf der Primärachse ist der durchschnittliche Energieverbrauch (durchgezogene Linien) und auf der Sekundärachse der prozentuale Rekuperationsanteil (als Verhältnis der Energiegewinnung zum Gesamtenergieverbrauch, gestrichelte Linien) dargestellt. Beide Kennzahlen sind farblich nach den drei Fahrzeugsegmenten differenziert und werden auf der Betrachtungsskala in Abhängigkeit von der durchschnittlichen Außentemperatur [°C] während der Fahrt abgebildet. Die durchschnittliche Außentemperatur wurde aus dem Durchschnitt des minimal und maximal gemessenen Werts der Außentemperatur am Fahrzeug zwischen Fahrtbeginn und -ende berechnet. Alle Verbrauchswerte wurden zudem auf 100 km normiert.

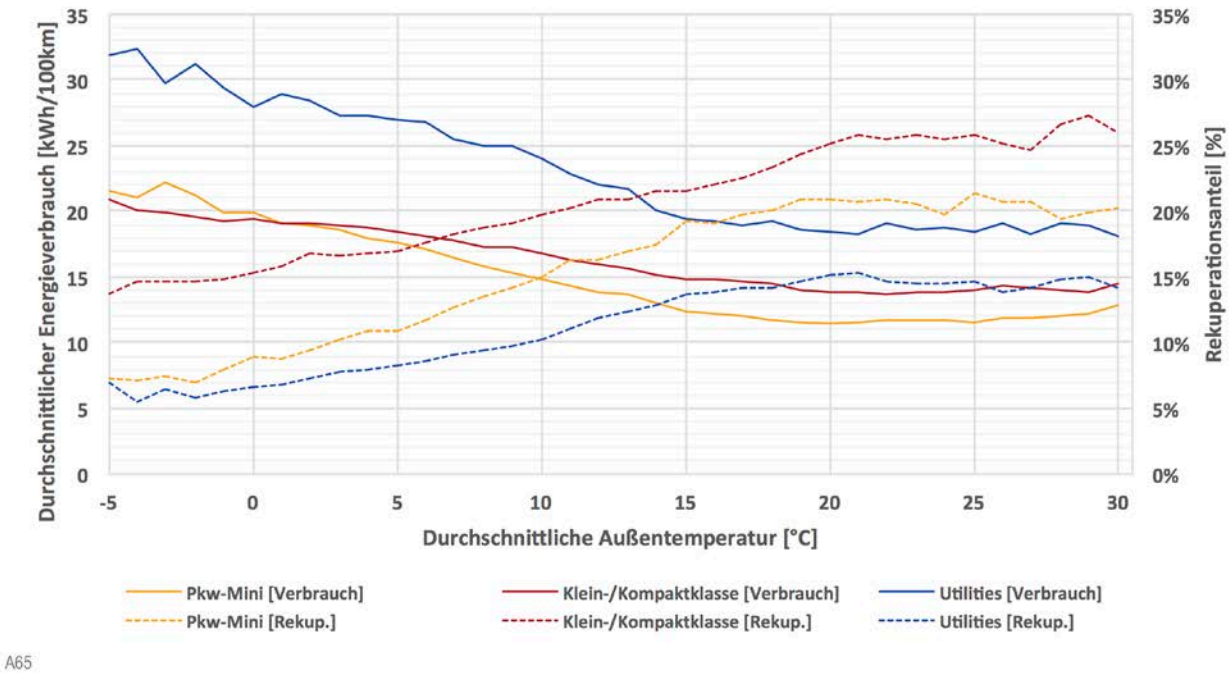


Abbildung 52: Energieverbrauch und Rekuperationsanteil nach BEV-Fahrzeugsegment.

Quelle: Flämig et al. (2018a).

Die Auswertung zeigt, dass in jedem der drei untersuchten Fahrzeugsegmente der Energieverbrauch eine Abhängigkeit zur Außentemperatur aufweist. Bei niedrigen Außentemperaturen ist er deutlich höher als bei hohen Temperaturen. In allen Fahrzeugen sinkt der Energieverbrauch im Temperaturbereich von ungefähr -5 °C bis +15 °C. Oberhalb dessen bleibt der Energieverbrauch auf einem nahezu konstanten Niveau (1 bis 2 kWh/100 km Schwankung).

Im Segment Pkw-Mini beträgt die Verbrauchsdifferenz über den gesamten gemessenen Temperaturbereich rund 40 %, bei den Utilities rund 36 % und bei den Klein- und Kompaktwagen rund 30 %. Der mittlere Energieverbrauch über den gesamten beobachteten Temperaturbereich liegt im Segment

Pkw-Mini bei ca. 15 kWh/100 km, in der Klein-/ Kompaktklasse bei ca. 17 kWh/100 km und bei den Utilities bei ca. 23 kWh/100 km.

Eine mögliche Erklärung für diesen Zusammenhang ist der verstärkte Betrieb der Heizung bei niedrigen Temperaturen. Dieser Frage wird im nachfolgenden Kapitel durch eine isolierte Betrachtung der Nebenverbraucher nachgegangen.

Ein weiterer Erklärungsansatz ist die bei niedrigen Temperaturen schlechtere Effizienz der Fahrbatterie (Traktionsbatterie). Deren optimaler Betriebsbereich ist nach Korthauer (2013, S. 166) zwischen 20 und 40 °C. Während oberhalb dieses Temperaturbereichs eine verfrühte Zellalterung bis hin zur Schädigung stattfindet, verursachen niedrige Umgebungstemperaturen einen höheren Innenwiderstand und verminderte Diffusionskoeffizienten innerhalb des Elektrolyten, was den Stromdurchsatz herabsetzt und somit den Stromverbrauch erhöht (Tschöke 2015, S. 64; Korthauer 2013, S. 407ff.; Pesaran et al. 2013; B. Hesse et al. 2012, S. 100). Büchner (2008, S. 48f.) weist ferner auf niedrigere Effizienzen von Kraftmaschinen und der dazugehörigen Peripherie aufgrund höherer Reibungen bei beweglichen Teilen und Schmierstoffen hin.

Ein weiterer Grund kann die bei niedrigen Außentemperaturen schlechtere Rekuperation in den Fahrzeugen sein, die den Gesamtverbrauch folglich ansteigen lässt. Ebenso wie die Ausspeicherung beim Fahren ist auch die Einspeicherung von Energie beim Bremsvorgang von der Effizienz der ihr zugrundeliegenden elektrochemischen Prozesse abhängig (siehe oben). Die gestrichelten Linien in Abbildung 52 zeigen, wie sich der Anteil der Rekuperation bei ansteigender Außentemperatur entgegengesetzt zum Energieverbrauch entwickelt: in allen Fahrzeugen steigt ihr Anteil zwischen -5 °C und +20 °C, um oberhalb dessen nahezu konstant zu bleiben (1-2 % Schwankung). Die Differenz der Rekuperationsanteile über den gesamten Temperaturbereich beträgt im Segment Pkw-Mini rund 65 %, bei den Utilities rund 50 % und bei den Klein- und Kompaktwagen rund 40 %. Werner et al. (2015, S. 738) weist in diesem Zusammenhang auch auf die Gefahren hin, die bei niedrigen Temperaturen von hohen Ladeströmen, wie sie beim Rekuperieren vorkommen, ausgehen: durch sich absetzende metallische Litihiumpartikel an den Elektroden (sog. *lithium-plating*, vgl. auch Smart und Ratnakumar 2011) besteht in der Batterie eine Kurzschlussgefahr, weshalb beispielsweise der Hersteller Tesla aus Sicherheitsgründen die Rekuperation unterhalb gewisser Temperaturschwellen komplett unterbindet (Bullis 2013).

Auch wenn der hier belegte Zusammenhang von Außentemperatur und Gesamtenergieverbrauch ohne weitere Prüfstandsuntersuchungen technisch nicht abschließend begründet werden kann, so wird ersichtlich, dass die Zufuhr von Wärme in die Fahrzeuge vor der Fahrt den Energieverbrauch eines Elektrofahrzeugs bei niedrigen Außentemperaturen reduzieren kann. Diese als „Vorklimatisierung“ (engl. *pre-conditioning*) bezeichnete Technik nutzt die Verfügbarkeit von Netzstrom beim beispielsweise nächtlichen Aufladen, um vor Fahrtbeginn die Traktionsbatterie und die Innenkabine des Elektrofahrzeugs elektrisch anzuwärmen (Bayerische Motorenwerke 2014). Auer et al. (2015, S. 703) berichten von einer Energieverbrauchsverbesserung um bis zu 11 % im Gegensatz zu der Fahrt mit einem kalten Fahrzeug.

Auch wenn durch solche Maßnahmen der Energieverbrauch während der Fahrt reduziert und die Reichweite verlängert werden kann, so muss gerade vor dem Hintergrund des integrierten Ansatzes der vorliegenden Arbeit einschränkend erwähnt werden, dass sich durch den zugeführten Netzstrom die Energiebilanz der betroffenen Fahrzeuge natürlich nicht verändert. Vielmehr muss in weitergehenden Untersuchungen geklärt werden, ob die Möglichkeit der Vorklimatisierung nicht zu kompensatorischen Effekten (*Rebound*-Effekten) und damit zu in der Gesamtbilanz sogar höheren Energieverbräuchen im Lebenszyklus führen könnte (*backfire*), wenn Nutzer künftig unabhängig von

Fahrtdauer oder -länge standardmäßig bei niedrigen Außentemperaturen die Innenkabinen ihrer Fahrzeuge aufheizen lassen.

9.6.4. Einfluss der Außentemperatur auf den Energieverbrauch der Nebenverbraucher (DA-6c2)

Neben der reinen Motorenergie verbraucht jedes Fahrzeug beim Betrieb weitere Energie, um eine Reihe von Nebenaggregaten zu versorgen. Neben den „sichtbaren" Nebenverbrauchern wie Beleuchtung, Scheibenwischer, Gebläse etc. kommen mit zunehmendem Maße auch weitere Aggregate für Sicherheits- und Assistenzsysteme oder Komfortfunktionen (wie elektrisch verstellbare Außenspiegel) hinzu (Schallaböck et al. 2006, S. 73ff.).

Im Gegensatz zu einem konventionellen, verbrennungsmotorischen Fahrzeug, müssen Elektrofahrzeuge neben den genannten Verbrauchern darüberhinaus auch noch die Klimatisierung des Fahrzeuginneren mittels elektrischer Energie aus der Traktionsbatterie durchführen, da ihnen zum Heizen keine Motorabwärme zur Verfügung steht. Neben dem Elektromotor (engl. engine[137]), als mit Abstand größtem Verbraucher sind daher als wichtigste Nebenverbraucher in einem Elektrofahrzeug die Module fürs Heizen (engl. heating) und Kühlen (engl. cooling) der Passagierkabine zu nennen, die aufgrund der damit einhergehenden elektrischen Last deshalb auch im Hochspannungsstrang des Fahrzeugs eingegliedert sind.

Um zu prüfen, in welchem Umfang die Außentemperatur einen Einfluss auf die von den Nebenverbrauchern angeforderte Energie hat, beispielsweise wegen der genannten Innenraumklimatisierung bei hohem oder niedrigem Temperaturniveau, erfolgt eine Auswertung von Fahrdaten aus dem *TU-Datenset* (TUDS). Dies steht zwar nur für die beiden Renault-Modelle Kangoo und Zoe zur Verfügung, erlaubt aber die isolierte Betrachtung von Nebenverbrauchern. Aufgrund der unterschiedlichen Fahrzeugarchitekturen der beiden Modelle und wegen teils nicht vorliegender Freigaben für einzelne Signale in der Fahrdatenerfassung ist eine Identifikation einzelner Aggregate nicht möglich[138]. Vielmehr erfolgt eine Ausweisung des Anteils am gesamten Energieverbrauch des Fahrzeugs.

Die Ergebnisse der Analyse wurden vom Autor in Flämig et al. (2018a) veröffentlicht und werden hier nur zusammenfassend wiedergegeben.

In einem ersten Auswertungsschritt wurde der Anteil der Nebenverbraucher als mittlerer Anteil unabhängig vom Jahresgang untersucht, um modellspezifische Unterschiede herauszuarbeiten. Tabelle 33 zeigt den errechneten mittleren Anteil der Nebenverbraucher am Gesamtenergieverbrauch für die beiden Fahrzeugmodelle Renault Zoe und Renault Kangoo. Dieser liegt beim Zoe bei 20,5 %, beim Kangoo bei 31,5 %, also rund 65 % höher. Hierfür ist aller Wahrscheinlichkeit nach die im Vergleich zum Modell Zoe energieaufwendigere Aufheizung des wesentlich größeren Innenraums verantwortlich. Selbst bei den Kangoo-Modellen, die aufgrund einer Lkw-Zulassung eine vom Laderaum abgetrennte Fahrerkabine aufweisen, ist diese nur mittels eines Schutzgitters abgetrennt, welches keine Barriere im thermischen Sinne darstellt. Hinzu kommt die größtenteils fehlende Seitenverkleidung des als Utility vor allem für Transportzwecke konstruierten Fahrzeugs, die mangels Isolierung Heizvorgänge sehr ineffizient macht.

---

137 Die englischen Bezeichnungen werden der Vollständigkeit halber mit aufgeführt, da im Methodenteil und Anhang bei den Signaltabellen der Fahrdatenparameter diese auch englische Namen besitzen.

138 Oft stehen Signale auch nicht durchgängig in der Form zur Verfügung, wie dies aus wissenschaftlicher Perspektive für vergleichende Auswertungen gewünscht wäre. „Vehicles are not constructed with data-logging in mind" (Sebastien Albertus, Technocentre Renault, Paris, persönliche Mitteilung, Mai 2015)

Tabelle 33: Anteil der Nebenverbraucher am Gesamtenergieverbrauch der Fahrzeugmodelle Renault Zoe und Renault Kangoo.

Fahrzeugmodell	Anzahl BEV	Anzahl Fahrten	Mittelwert Anteil Nebenverbraucher	Standardabweichung
Renault Zoe	69	81.321	20,5 %	11,3 %
Renault Kangoo	27	29.555	31,5 %	18,3 %

Quelle: Flämig et al. (2018a).

In einem zweiten Schritt erfolgte eine modellspezifische Auswertung der Variabilität des Energieverbrauchs der Nebenverbraucher in Abhängigkeit der Außentemperatur. Der Motorverbrauch wurde ebenfalls in die Messung aufgenommen. Die durchschnittliche Außentemperatur bewegte sich während der Datenerfassung im Feldversuch im Bereich zwischen -5 °C und +25 °C.

Abbildung 53 zeigt die Ergebnisse der Berechnungen für das Modell Zoe (Datensatz TUDS, n=69 BEV, 79 740 Fahrten), Abbildung 54 für das Modell Kangoo (Datensatz TUDS, n= 27 BEV, 24 763 Fahrten).

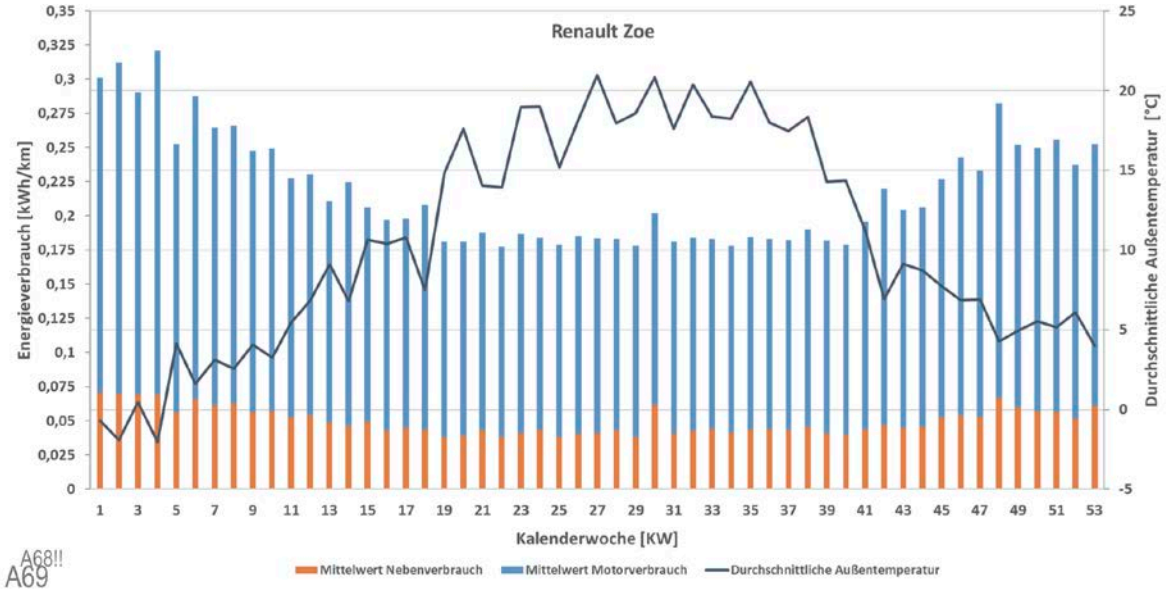


Abbildung 53: Absoluter Energieverbrauch unterteilt in Motoranteil und Nebenverbraucheranteil in Abhängigkeit zur Außentemperatur im Jahresgang beim Fahrzeugmodell Renault Zoe.

Quelle: Flämig et al. (2018a).

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

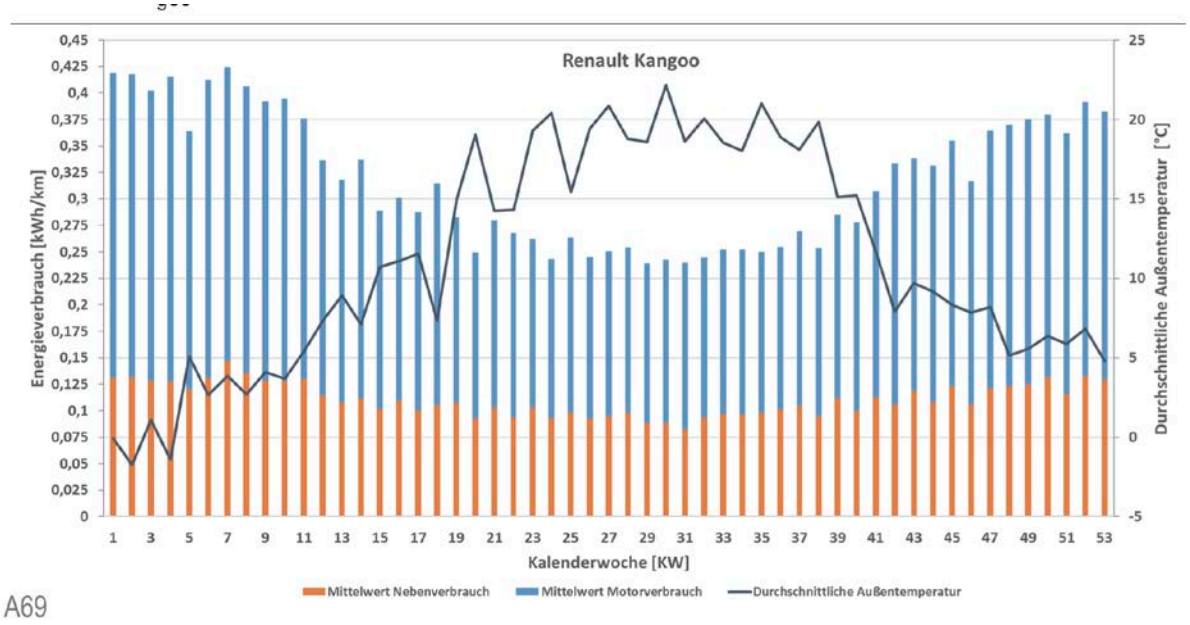


Abbildung 54: Absoluter Energieverbrauch unterteilt in Motoranteil und Nebenverbraucheranteil in Abhängigkeit zur Außentemperatur im Jahresgang beim Fahrzeugmodell Renault Kangoo.

Quelle: Flämig et al. (2018a).

Es zeigt sich bei beiden Fahrzeugmodellen eine leichte Abhängigkeit des Energieverbrauchs der Nebenaggregate von der Außentemperatur (orange Balken). Allerdings folgt der Motorenergieverbrauch in der Abbildung ebenfalls einem temperaturseitigen Jahresgang, sogar in stärkerer Ausprägung. Abbildung 55 (Datensatz TUDS, n=69 BEV, 79 740 Fahrten) und Abbildung 56 (Datensatz TUDS, n= 27 BEV, 24 763 Fahrten) greifen diese Beobachtung nochmals im Detail auf, indem sie für beide Fahrzeugmodelle jeweils die relativen Anteile der Energieverbräuche des Motors und der Nebenverbraucher pro Fahrt im Jahresgang darstellen. Hierfür wurde für die jeweilige Kalenderwoche ein Mittelwert aller Fahrten pro Kalenderwoche gebildet. Der Gesamtenergieverbrauch ist in den jeweiligen Kalenderwochen auf 100 % normiert.

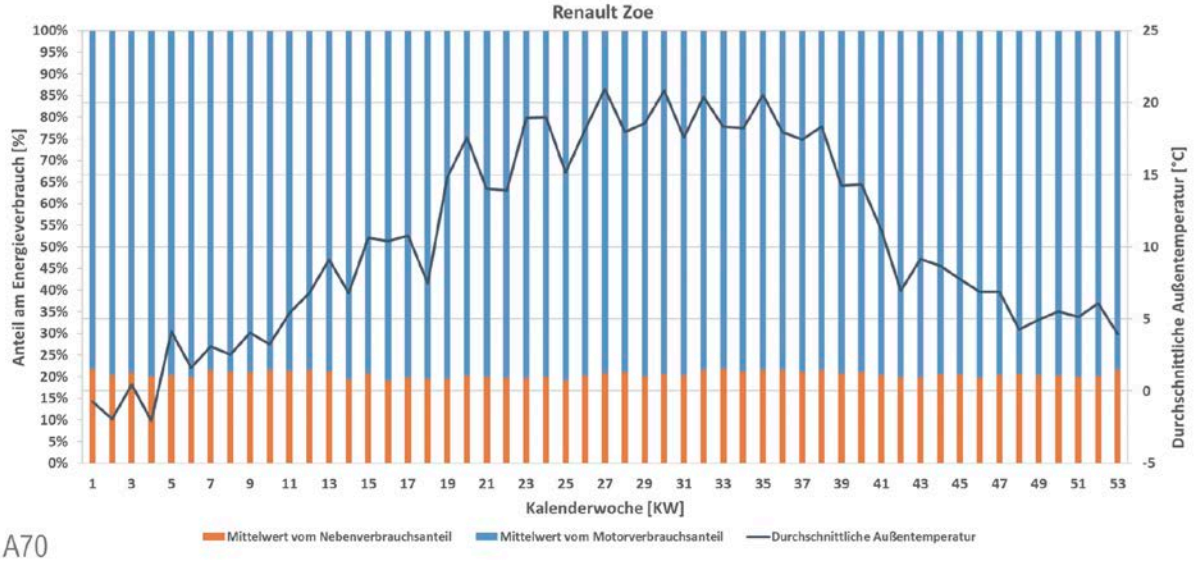


Abbildung 55: Relativer Energieverbrauch in Abhängigkeit zur Außentemperatur im Jahresgang beim Fahrzeugmodell Renault Zoe.

Quelle: Flämig et al. (2018a).

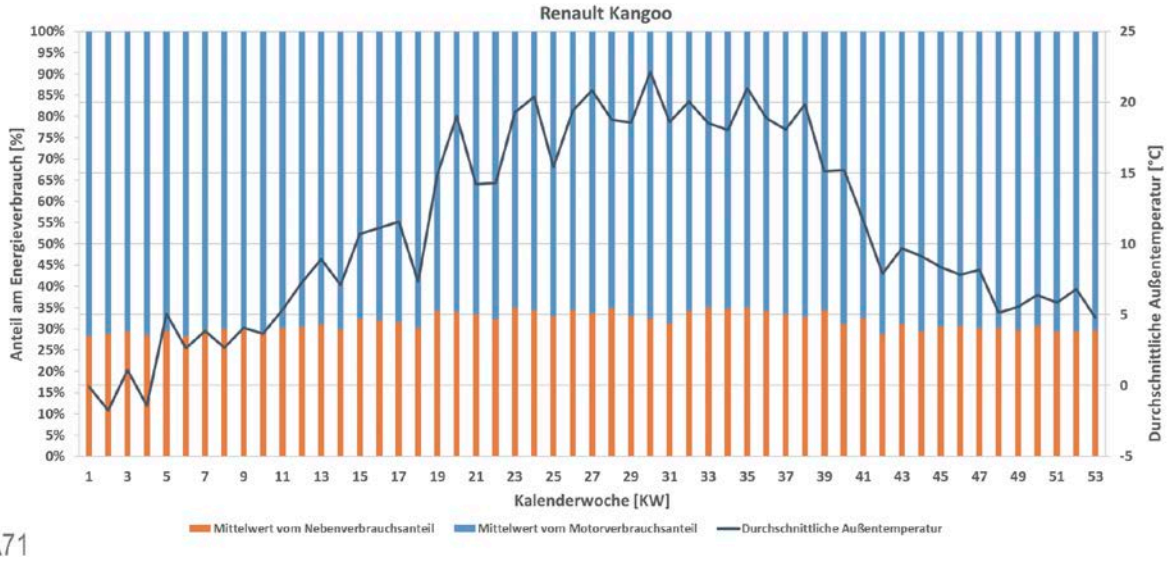


Abbildung 56: Relativer Energieverbrauch in Abhängigkeit zur Außentemperatur im Jahresgang beim Fahrzeugmodell Renault Kangoo.

Quelle: Flämig et al. (2018a).

Es zeigt sich, dass trotz der temperaturbedingten Schwankungen des absoluten Energieverbrauchs von Nebenverbrauchern und Motor das Verhältnis der beiden Komponenten zueinander über das Jahr nahezu konstant bleibt. Beim Kangoo ist lediglich eine sehr leichte Erhöhung des Mittelwerts des Nebenverbraucheranteils in den wärmsten Sommermonaten zu erkennen.

Anhand der vorliegenden Messungen ist es somit nicht belegbar, dass beispielsweise, wie so oft vermutet, die verstärkte Nutzung der Innenraumklimatisierung durch den Nutzer für einen erhöhten Energieverbrauch der Nebenverbraucher verantwortlich ist (vgl. u. a. Matzel 2014). Ebenso kann die im vorigen Kapitel aufgezeigte allgemeine Ineffizienz elektrischer Systeme bei kalten Temperaturen hierfür verantwortlich sein. So weisen auch Hesse et al. (2012, S. 97) auf ein erhöhtes Leistungsmaximum bei den Nebenverbrauchern im Winter hin (vgl. auch Sweeting et al. 2011), beziffern aber weder den daraus für eine Fahrt insgesamt resultierenden Anteil noch die parallele Entwicklung der Leistungsaufnahme des Elektromotors. Komarnicki et al. (2018b, S. 58) machen statt der vielzitierten Heizleistung sogar die Nutzung des Abblendlichts im Winter für einen erhöhten Energieverbrauch der Nebenverbraucher verantwortlich, haben ihre Prüfstandsergebnisse jedoch nicht in einem echten Feldversuch überprüft. Zukünftige Untersuchungen müssen demnach gezielt den Energieverbrauch einzelner Verbraucher über einen ausreichend langen Zeitraum und in größeren Flotten messen, um Aussagen zu spezifischen Anteilen einzelner Komponenten am Nebenverbrauch im Jahresgang zu identifizieren.

Die vorliegende Analyse hat dennoch die ihr zugrundeliegende Forschungsfrage nach dem Einfluss der Außentemperatur auf den Energieverbrauch der Nebenverbraucher hinlänglich beantworten können. Dieser Einfluss ist messbar und quantifizierbar, auch wenn die Frage nach den Ursachen hierfür unbeantwortet bleiben muss.

Als Handlungsempfehlung kann, wie im vorherigen Kapitel genannt, eine Vorklimatisierung der Elektrofahrzeuge in den Wintermonaten empfohlen werden (unter Beachtung der o.g. möglichen Rebound-Effekte), da diese Maßnahme sowohl die negativen elektrochemischen Einflüsse, als auch mögliche Nutzereinflüsse wie verstärktes Heizen addressieren würde. Als weitere Ansätze gerade zur

Reduktion der Heizleistung werden in der Forschung zudem alternative Klimatisierungskonzepte, wie körpernahe Heizelemente oder Wärmepumpen, diskutiert (vgl. Matzel 2014, Büchner 2008).

9.6.5. Einfluss der Batterietemperatur auf den Energieverbrauch der Nebenverbraucher (DA-6c3)

Wie in den vorangehenden Kapiteln mehrfach angeführt, sind elektrochemische Prozesse in der Batterie ein in der Literatur häufig beschriebener Grund für einen erhöhten Energieverbrauch bei niedrigen Temperaturen.

Inwieweit dieser Effekt nicht nur auf den Motorenergieverbrauch, sondern auch auf die Nebenverbraucher wirkt, soll abschließend mittels der in den vorigen Kapiteln verwendeten Datensätze aus dem TUDS näher beleuchtet werden. Die Batterietemperatur liegt in diesem Datensatz als sekündlicher Wert vor. Er stellt einen fahrzeugseitig bereits innerhalb der Batterie gemittelten Wert dar, welcher sich aus den in jeder einzelnen Batteriezelle gemessenen Werten zusammensetzt.

Die Ergebnisse der Analyse wurden vom Autor in Flämig et al. (2018a) veröffentlicht und werden hier nur zusammenfassend wiedergegeben.

In Abbildung 57 sind die Messergebnisse für das Fahrzeugmodell Zoe abgebildet (Datensatz TUDS, n=69 BEV, 79 740 Fahrten), in Abbildung 58 die für das Modell Kangoo (Datensatz TUDS, n=27 BEV, 24 763 Fahrten).

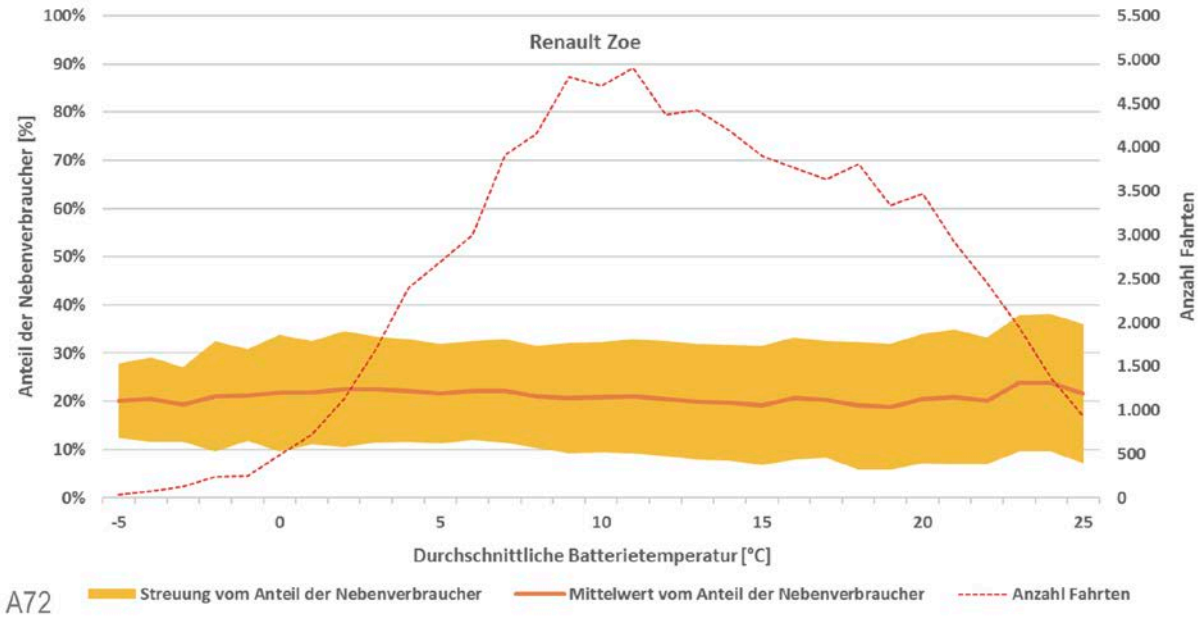


Abbildung 57: Anteil der Nebenverbraucher am Gesamtenergieverbrauch mit Streuung pro Einzelfahrt in Abhängigkeit zur Batterietemperatur beim Fahrzeugmodell Renault Zoe.

Quelle: Flämig et al. (2018a).

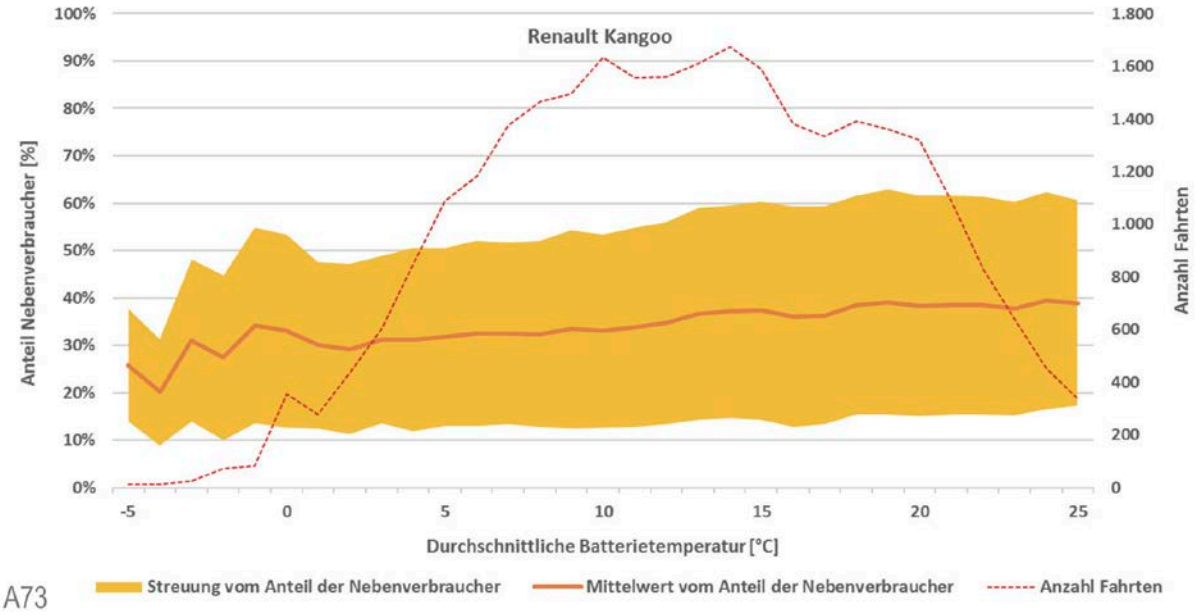


Abbildung 58: Anteil der Nebenverbraucher am Gesamtenergieverbrauch mit Streuung pro Einzelfahrt in Abhängigkeit zur Batterietemperatur beim Fahrzeugmodell Renault Kangoo.
Quelle: Flämig et al. (2018a).

Beim Zoe liegt der Mittelwert sehr konstant bei ca. 20 % mit akzeptabler Wertestreuung. Beim Kangoo hingegen wächst mit steigender Batterietemperatur auch der Anteil der Nebenverbraucher am Gesamtenergieverbrauch: beim Mittelwert ist ein leichter Anstieg von rund 30 % auf bis zu 38 % zwischen 0 und 25 °C erkennbar, jedoch unterliegen die Messwerte einer großen Streuung. Aufgrund der geringen Stichprobengröße ist der Bereich unter 0 °C Batterietemperatur bei beiden Fahrzeugen zu vernachlässigen.

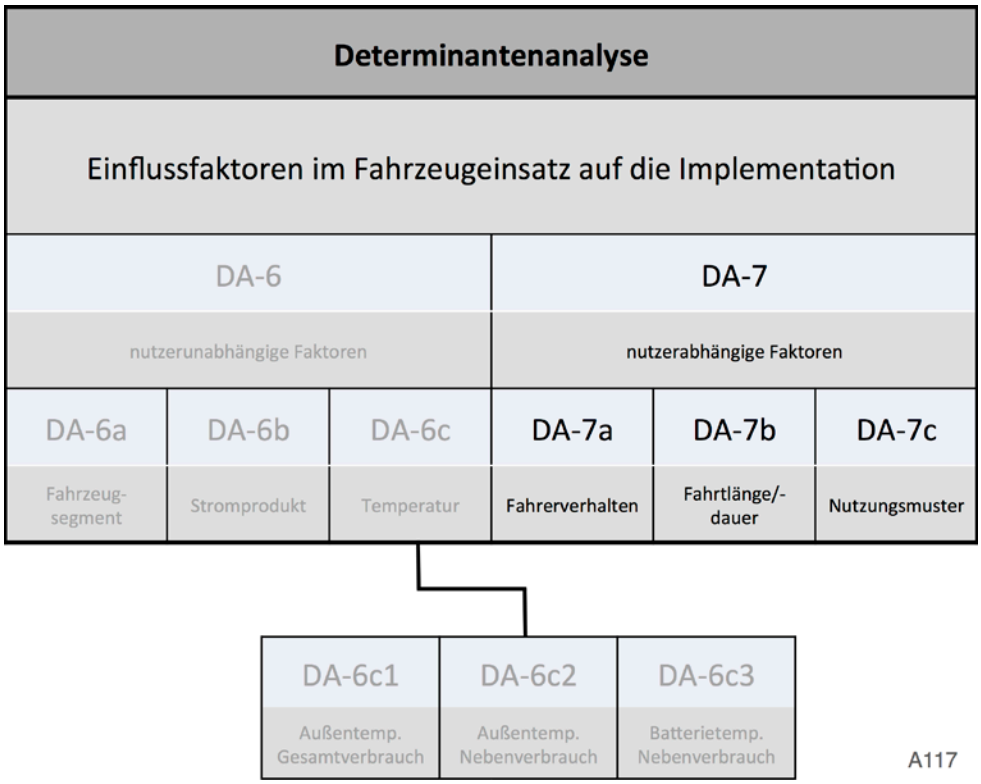
Insgesamt entsprechen die Ergebnisse denen der vorherigen Auswertung in Kapitel 9.6.4. Dies ist nicht weiter verwunderlich, da die Batterietemperatur in der Mehrzahl der Fälle genau der Außentemperatur entspricht. Ausnahmen sind kurz hintereinander folgende Fahrten, in denen der Elektrolyt nicht abkühlen kann, sowie lange Fahrten, bei denen die anhaltende Energientnahme aus der Batterie diese allmählich aufheizt. Allerdings haben diesbezügliche Auswertungen von Flämig et al. (2018a, S. 84) gezeigt, dass lange Fahrten im vorliegenden Feldversuch nur selten vorkamen.

Somit ist davon auszugehen, dass die aufgezeigten Korrelationen von Batterietemperatur und Nebenverbraucheranteil weniger ein Resultat der Batterietemperatur sind, als vielmehr ein Ergebnis der Außentemperatur. Dies entspricht auch der eingangs in Kapitel 9.6.3 dargelegten Erkenntnisse aus der Literatur.

9.7. Nutzerabhängige Einflussfaktoren im Fahrzeugeinsatz

Dem Einfluss nutzerabhängiger Faktoren im Fahrzeugeinsatz und ihrer Wirkung auf die Implementation der Maßnahme geht *Untersuchungsfrage DA-7* nach. Als nutzerabhängige Größen gelten jene Faktoren, bei denen der Fahrer während der Fahrzeugnutzung direkten Einfluss auf den Energieverbrauch seines Elektrofahrzeugs nehmen kann – sei es durch seinen eigenen Fahrstil (**DA-7a**), die Dauer des Fahrzeugeinsatzes (**DA-7b**) oder die Art der Nutzung im Hinblick auf Routenmuster (**DA-7c**). Zur besseren Übersicht zeigt Tabelle 34 die Struktur des Kapitels mit seinen Unterkapiteln auf.

Tabelle 34: Übersicht über die Untersuchung nutzerabhängiger Faktoren im Fahrzeugeinsatz und ihrer Wirkung auf die Implementation der Maßnahme.



Quelle: eigene Darstellung.

9.7.1. Fahrerverhalten (DA-7a)

Das Fahrerverhalten als die vom Fahrer durchgeführte Steuerung seines Fahrzeugs in Reaktion auf seine Umwelt (vgl. Neukum et al. 2008) ist abzugrenzen vom Fahrverhalten, welches die Reaktion des Fahrzeugs auf physikalische Impulse beschreibt, wie Lenkbewegungen, Beschleunigung, Fliehkräfte (siehe Mitschke und Wallentowitz 2014, S. 608). Das Fahrerverhalten kann beispielsweise durch einen besonders gleichförmigen Fahrstil gekennzeichnet sein (der in Fahrschulen oft als defensiv oder vorausschauend propagiert wird), ohne größere Wechsel von Beschleunigung und Verzögerung, oder von einem besonders dynamischen (oftmals als aggresiv bezeichnetem) Fahrstil, der durch schnelle Beschleunigungswechsel und stärkere Verzögerungsphasen gekennzeichnet ist.

Ziel des Kapitels ist zu untersuchen, welchen Einfluss das Fahrerverhalten auf den Energieverbrauch eines Elektrofahrzeugs besitzt. In Abgrenzung zu den vorigen Kapiteln geht es in der folgenden Untersuchung demnach um die abgerufene elektrische Motorleistung und nicht um die Nutzung von Nebenverbrauchern.

Die Ergebnisse der Auswertung sind bereits als Trümper et al. (2017b) publiziert worden und werden hier nur zusammengefasst wiedergegeben.

Da im TUDS nicht alle für die Fragestellung notwendigen Signalwerte vorliegen, werden als Hilfsgrößen die *Geschwindigkeit* und *Beschleunigung* (errechnet aus der Geschwindigkeit) genutzt, was als eine in der Literatur akzeptierte Methode gelten kann (vgl. Younes et al. 2013; Helmbrecht et al. 2013; Haaren 2011). Mittels dieser Hilfsgrößen wird das Fahrerverhalten über drei Kennzahlen beschrieben:

- Fahrzeugausnutzung
- aggressives/moderates Fahren
- Kontinuität

Die Untersuchung berücksichtigt bei beiden beprobten Fahrzeugmodellen (Renault Zoe, Renault Kangoo) die vom Hersteller bereitgestellte Energiesparfunktion *Ecomode*, welche die maximale Beschleunigung der Fahrzeuge abregelt, indem die abrufbare Motorleistung auf 25 kW begrenzt wird. Der Fahrer kann den *Ecomode* über einen Schalter jederzeit manuell anwählen, ab Werk ist die Funktion hingegen standardmäßig deaktiviert. Für Überholvorgänge oder andere Situationen, in denen der Fahrer eine höhere Beschleunigung benötigt, ist es möglich, den Ecomode kurzfristig durch ein starkes Heruntertreten des Gaspedals außer Betrieb zu setzen. Dieser Bereich ist in der Pedalstellung haptisch separat durch eine erhöhte Rückstellkraft des Pedals gekennzeichnet („kick-down"-Bereich).

Die nach der Bereinigung der Datensätze erfolgte lineare Regressionsanalyse ergab für den Renault Zoe Ergebnisse mittlerer Qualität, während sie für den Renault Kangoo keinen verwertbaren Zusammenhang zeigten, so dass in der Auswertung nur das Fahrzeugmodell Zoe berücksichtigt wurde.

Einflussreiche Kennwerte (mit einer deutlichen Korrelation >0,3) sind Streckenanteile, auf denen das Fahrzeug beschleunigt oder überdurchschnittlich verzögert wird und das Verhältnis von Beschleunigungswechseln zu Gesamtstrecke (als Indikator für Fahrdynamik) (Tabelle 35). Ebenfalls einflussreiche Kennwerte sind der Mittelwert der Beschleunigung und der Anteil von Strecken, bei denen das Fahrzeug mit einer Geschwindigkeit unter 10 km/h fährt. All diese Einflussfaktoren erhöhen somit den Energieverbrauch, während die übrigen Kennwerte als verbrauchssenkende Einflussfaktoren gelten können.

Besonders der Streckenanteil, bei dem das Fahrzeug ausrollt (als einziger Wert signifikant), hat einen besonders großen Energieeinspareffekt. Keinen Einfluss haben hingegen die Maximal- und Minimalwerte der Beschleunigung.

Tabelle 35: Korrelationsanalyse von Eingangsvariablen auf Zielvariable, mit N: Anzahl Datenzeilen, Korrelationskoeffizienten über 0,3 in grau hinterlegt.

Ecomode	**ein**	**aus**
Anzahl Datenzeilen	86.418	164.445
Mittelwert der Geschwindigkeit	-0,277	-0,203
Maximum der Geschwindigkeit	-0,243	-0,156
Streckenanteil mit Geschwindigkeiten unter 10km/h	0,343	0,307
Streckenanteil mit Geschwindigkeiten zwischen 10km/h und 50km/h	~0	~0
Streckenanteil mit überdurchschnittlichen Geschwindigkeiten	-0,228	-0,139
Streckenanteil mit sehr hohen Geschwindigkeiten (schneller als 90%)	~0	~0
Kontinuität der Geschwindigkeit (Standardabweichung)	-0,175	-0,118
Mittelwert des Betrags der Beschleunigung	0,277	0,307
Maximum der Beschleunigung	~0	~0
Streckanteil mit überdurchschnittlichem Beschleunigen	0,461	0,432
Streckenanteil mit sehr hohem Beschleunigen (stärker als 90%)	0,431	0,423
überdurchschnittlich starke Veränderung der Beschleunigung (Kontinuität der Beschleunigung)	0,3	0,285
Minimum der Beschleunigung	~0	~0
Streckanteil mit überdurchschnittlichem Verzögern	~0	0,107
Streckenanteil mit sehr starkem Verzögern (stärker als 90%)	~0	0,131
überdurchschnittlich starke Veränderung der Verzögerung (Kontinuität der Verzögerung)	0,331	0,343
Kontinuität der Beschleunigung (Standardabweichung)	0,132	0,163
Anzahl der Wechsel zwischen negativer und positiver Beschleunigung	0,381	0,362
"kick-down" harte Beschleunigung (Motor gibt volle Leistung ab)	0,15	0,144
Streckenanteil, in dem das Fahrzeug ausrollt (ohne Betätigung mechanischer Bremsen)	-0,314	-0,289

Quelle: Trümper et al. (2017b).

Es lässt sich somit feststellen, dass sich ein stark dynamisches, „aggressives" Fahrerverhalten negativ auf den Energieverbrauch eines Elektrofahrzeugs auswirkt. Sieben der acht Variablen mit dem stärks-

ten Effekt zählen zu dieser Gruppe. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Resultaten aus der Literatur (vgl. Haaren 2011, Helmbrecht et al. 2013, Younes et al. 2013, Gonder et al. 2012).

Ebenso erhöhen niedrige Geschwindigkeiten und starke Beschleunigungen den Energieverbrauch des Fahrzeugs, wovon u. a. auch Alvarez et al. (2015), Bingham et al. (2012), Helmbrecht et al. (2013), Wang et al. (2015) berichten. Hohe (End-)Geschwindigkeiten sind hingegen in der vorliegenden Auswertung (Stadtverkehr mit Umland) weniger relevant, während niedrige Geschwindigkeiten sich negativ auf den Energieverbrauch auswirken. Faria, Marques et al. (2013) und Haaren (2011) führen dies auf schlechte Effizienzen der Elektromotoren bei niedrigen Geschwindigkeiten zurück.

Als stromsparendes Fahren erweist sich somit eine Fahrweise mit hoher Kontinuität, da bei ihr häufige (energieintensive) Beschleunigungswechsel vermieden und dafür (energiesparende) Ausrollvorgänge genutzt werden. Dadurch sind Einsparungen im mittleren einstelligen Prozentbereich möglich.

Als Handlungsempfehlung kann somit an erster Stelle die Nutzung des herstellerseitig angeboteten Stromsparmodus *Ecomode* empfohlen werden. Dieser drosselt die energieintensiven Beschleunigungsvorgänge und trägt möglicherweise damit zu einer insgesamt ruhigeren Fahrweise bei. Leider ist die Funktion in den beiden betrachteten Modellen standardmäßig deaktiviert. Es ist zu überlegen, ob in Zukunft nicht seitens des Herstellers eine Daueraktivierung implementiert werden könnte, die dann manuell vom Fahrer bei jeder Fahrt erneut ausgeschaltet werden müsste, wenn der Fahrer sich für eine dynamischere Fahrweise entscheidet. Gerade in gewerblichen Fuhrparks könnte beispielsweise mittels einer entsprechenden Umweltrichtlinie, die das Energiesparen fördert, eine solche Daueraktivierung ab Werk oder ab auslieferner Niederlassung umgesetzt werden.

Auch Nutzer von Elektrofahrzeugen sollten darüber hinaus eine möglichst vorausschauende, ruhige Fahrweise anstreben, bei der auf starke Beschleunigungsvorgänge ebenso wie auf starke Verzögerungen verzichtet wird. Das Ausrollen des Fahrzeugs, so konnte gezeigt werden, hat aufgrund der Rekuperation des untersuchten Fahrzeugs eine verbrauchsmindernde Wirkung. Starkes Abbremsen hingegen aktiviert ab einem gewissen Schwellenwert die mechanischen Bremsen, welche die andernfalls nutzbare Bremsenergie in Wärme an den Bremsscheiben umwandelt. Zu beachten ist, dass hohe Endgeschwindigkeiten, nach langsamer Beschleunigungsphase, keinen überdurchschnittlichen Energieverbrauch bewirken. Diese als „Segeln“ bezeichnete Fahrweise (je nach Hersteller die Aufrechterhaltung der Geschwindigkeit bis hin zu einer kompletten Lastabschaltung am E-Motor) wurde in der vorliegenden Auswertung jedoch nur für den relativ niedrigen, städtischen Geschwindigkeitsbereich (max. 134 km/h, 75 %-Quartil 61 km/h) betrachtet, dazu bei einem verhältnismäßig windschlüpfrigen Fahrzeug. Aufgrund des quadratischen Einflusses der Geschwindigkeit beim Luftwiderstand ist dieser Effekt nicht ohne Weiteres auf Überlandfahrten übertragbar.

Wegen der negativen Effekte von Beschleunigungsvorgängen und (starken) Bremsvorgängen sind häufige Stopps zu vermeiden – auch, weil das Fahrzeug damit einen höheren Fahrtanteil in den energetisch ungünstigen Geschwindigeitsbereichen unterhalb von 10 km/h verbringt. Wie weit diese Erkenntnis Auswirkungen beispielsweise auf Lieferdienste (KEP) hat, welche oft als früher Markt für Elektrofahrzeuge gesehen werden, bedarf einer weiteren Betrachtung. Hier ist jedoch immer der absolute Energieverbrauch im Vergleich zu den bisherigen, konventionellen Fahrzeugtechnologien zu berücksichtigen, welche in Bezug auf Beschleunigungen und Langsamfahrten die gleichen Ineffizienzen hinsichtlich des Kraftstoffverbrauchs beim stop-and-go-Verkehr der Tür-zu-Tür-Belieferung aufweisen.

9.7.2. Fahrtlänge/-dauer (DA-7b)

Anknüpfend an die Auswertungen zum Einfluss der Außentemperatur (Kapitel 9.6.4) sollen im vorliegenden Kapitel zwei weitere Einflussgrößen auf den Anteil der Nebenverbraucher am Energieverbrauch untersucht werden: die Fahrtlänge und die Fahrtdauer. Die Fahrtlänge bezeichnet dabei die Wegstrecke, die zwischen Fahrtbeginn und Fahrtende zurückgelegt wird, die Fahrtdauer die gleiche Spanne als Zeit ausgedrückt. Auch wenn aufgrund der verkehrlichen Situation gerade im Innenstadtbereich die Fahrtdauer oftmals mehr stochastisch als deterministisch wirkt, so können zumindest bei der Einsatzplanung von Elektrofahrzeugen im Fuhrpark diese beiden Größen als nutzerabhängig gelten.

Die Ergebnisse der Analyse wurden vom Autor in Flämig et al. (2018a) veröffentlicht und werden hier nur zusammenfassend wiedergegeben.

Die Auswertungen zum Einfluss der Fahrtlänge sind für das Fahrzeugmodell Zoe in Abbildung 59 (Datensatz TUDS, n=69 BEV, 80 632 Fahrten) und für das Fahrzeugmodell Kangoo in Abbildung 60 (Datensatz TUDS, n=27 BEV, 29 249 Fahrten) zu sehen.

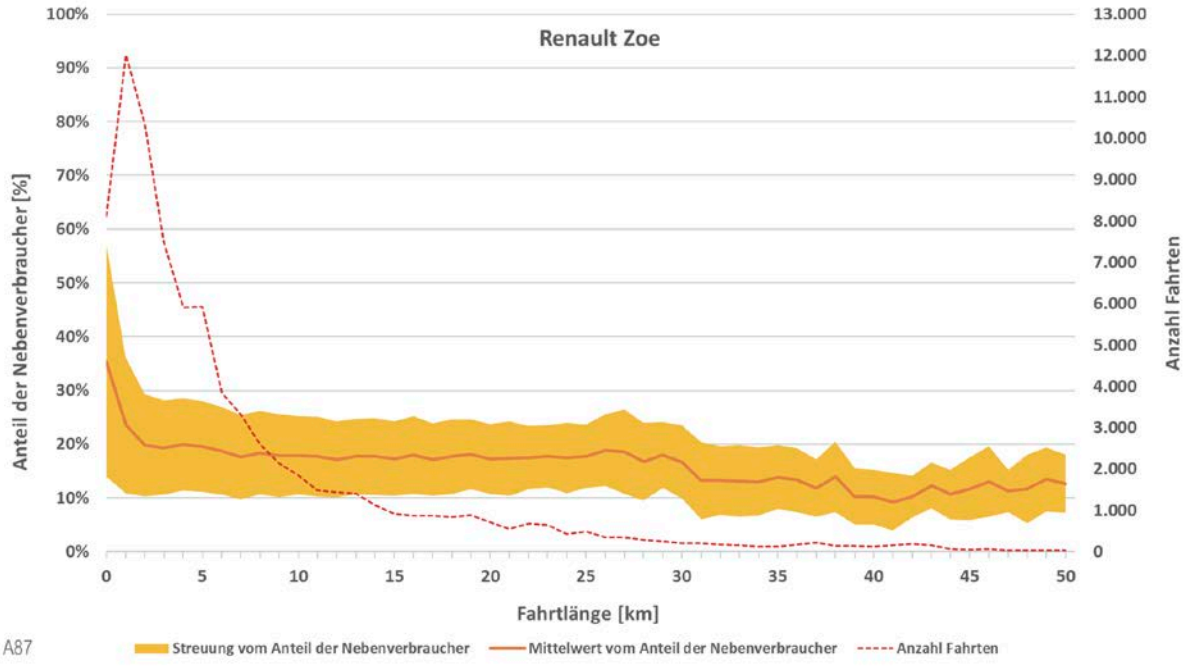


Abbildung 59: Anteil der Nebenverbraucher mit Streuung pro Einzelfahrt in Abhängigkeit zur Fahrtlänge beim Fahrzeugmodell Renault Zoe.

Quelle: Flämig et al. (2018a).

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

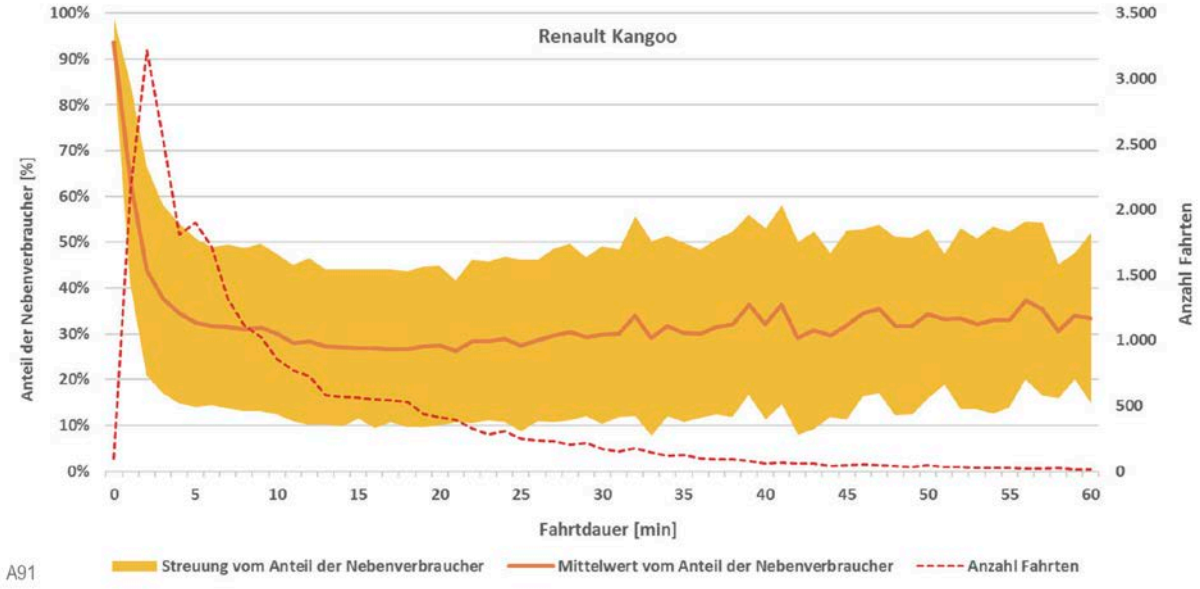


Abbildung 60: Anteil der Nebenverbraucher mit Streuung pro Einzelfahrt in Abhängigkeit zur Fahrtlänge beim Fahrzeugmodell Renault Kangoo.

Quelle: Flämig et al. (2018a).

Erkennbar ist ein negativer Zusammenhang von Fahrtlänge und Nebenverbraucheranteil. Dieser fällt, besonders in den niedrigen Fahrtlängenbereichen, stark ab und stabilisiert sich bei beiden Fahrzeugen ab ungefähr 7 km Fahrtlänge. Bedingt durch die geringere Anzahl an Fahrten nimmt die Streuung der Werte bei längeren Fahrten ab.

Für den Bereich des stärksten Abfalls zwischen 0 und 5 km Fahrtlänge wurde beim Zoe zusätzlich eine Analyse mit einer erhöhten Genauigkeit von einer Dezimalstelle durchgeführt. Da beim Modell Kangoo die Auflösung des Kilometerzählers (Hodometer) nur ganzzahlig ist, konnte diese Auswertung nur für den Zoe durchgeführt werden.

Abbildung 61 bestätigt diese Beobachtungen und präzisiert dabei noch einmal den Fahrtlängenbereich (Datensatz TUDS, n=69 BEV, 48 724 Fahrten). Es ist gut zu erkennen, dass der Anteil der Nebenverbraucher am Gesamtenergieverbrauch von über 50 % auf 20 % innerhalb der ersten 1,5 Kilometer sinkt, ab einer Fahrtlänge von 2,5 Kilometer hat sich der Anteil bei ungefähr 20 % eingependelt.

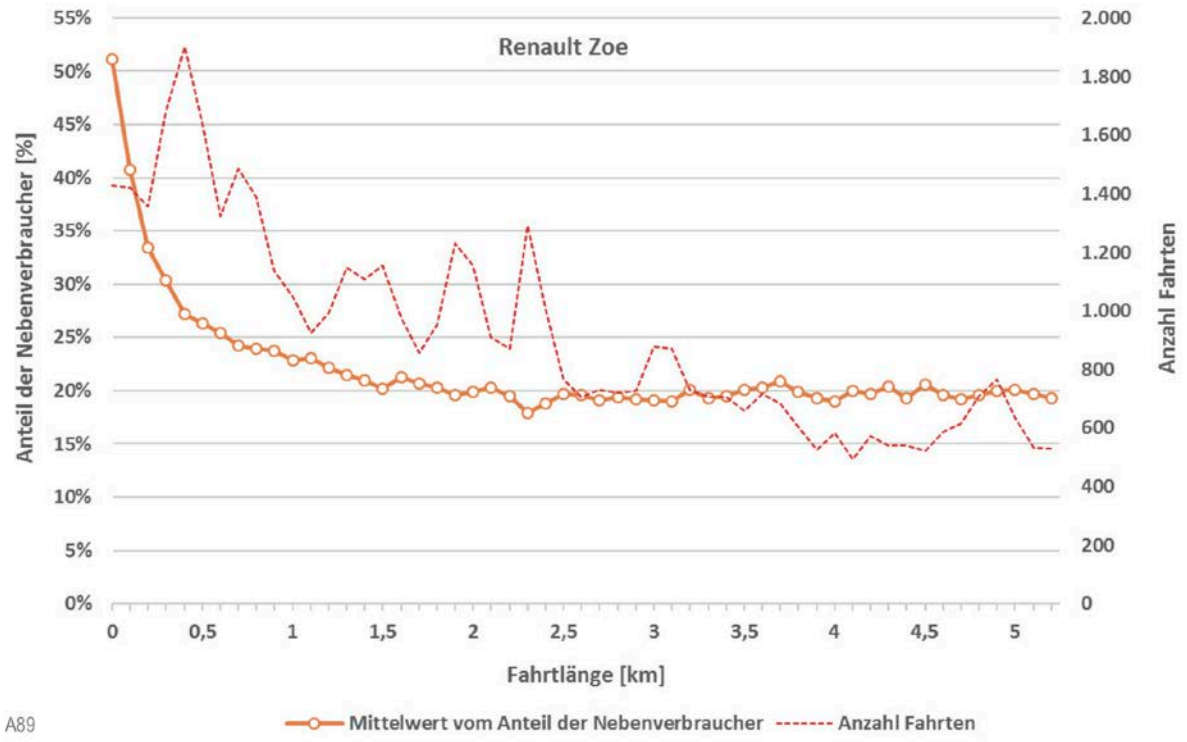


Abbildung 61: Anteil der Nebenverbraucher pro Einzelfahrt in Abhängigkeit zur Fahrtlänge bis 5 km beim Fahrzeugmodell Renault Zoe.

Quelle: Flämig et al. (2018a).

Die gleiche Auswertung wurde für den Parameter Fahrtdauer durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Berechnung sind für das Fahrzeugmodell Zoe in Abbildung 62 (Datensatz TUDS, n=69 BEV, 72 890 Fahrten) und für das Fahrzeugmodell Kangoo in Abbildung 63 (Datensatz TUDS, n=27 BEV, 27 875 Fahrten) zu sehen.

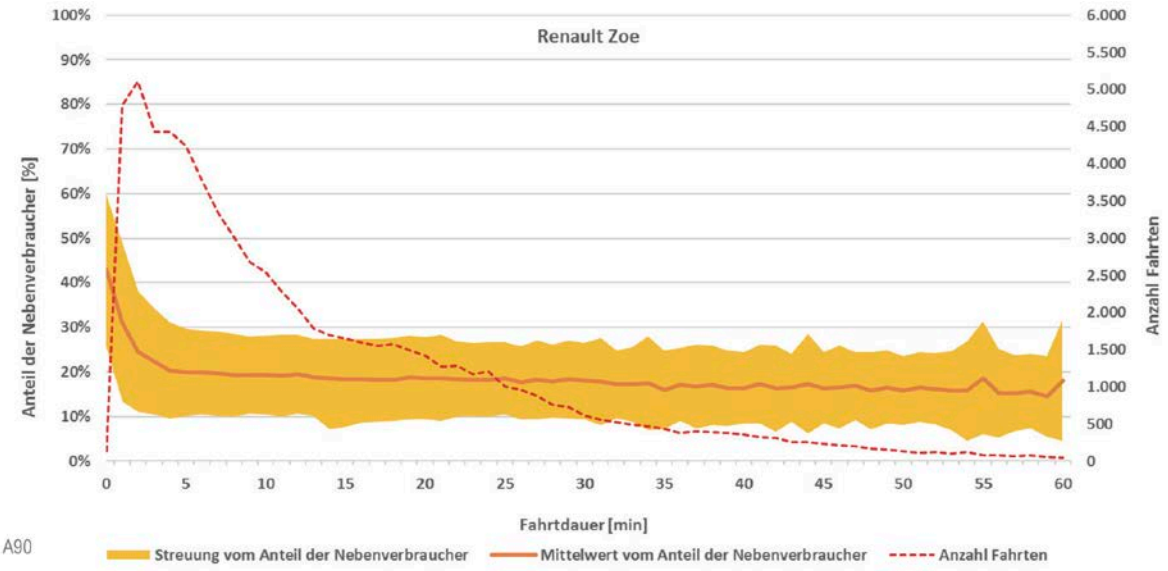


Abbildung 62: Anteil der Nebenverbraucher mit Streuung pro Einzelfahrt in Abhängigkeit zur Fahrtdauer beim Fahrzeugmodell Renault Zoe.

Quelle: Flämig et al. (2018a).

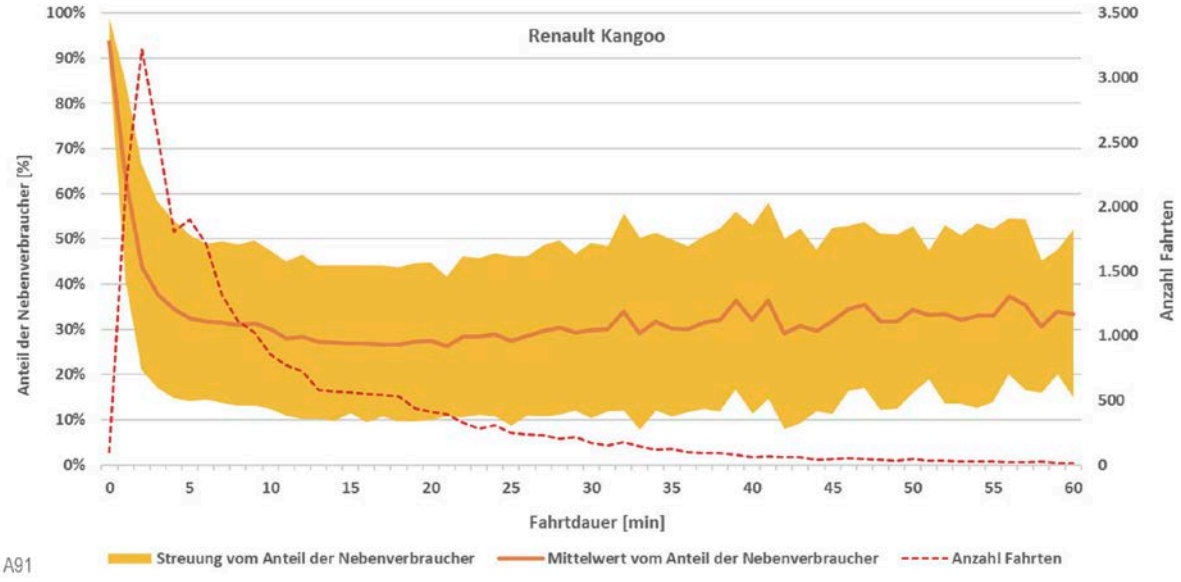


Abbildung 63: Anteil der Nebenverbraucher mit Streuung pro Einzelfahrt in Abhängigkeit zur Fahrtdauer beim Fahrzeugmodell Renault Kangoo.

Quelle: Flämig et al. (2018a).

Es zeigt sich, dass die Streuung der Messwerte beim Zoe geringer ausfällt als beim Kangoo. Analog zur Fahrtlänge ist auch bei der Fahrtdauer ein negativer Zusammenhang mit dem Nebenverbraucheranteil zu erkennen. Ein starker Abfall des Nebenverbraucheranteils zeigt sich im niedrigen Fahrtdauerbereich unter 5 Minuten. Beim Zoe stabilisiert sich ab dann der Nebenverbraucheranteil bei ungefähr 20 %, beim Kangoo dauert dies etwas länger. Hier liegt ein stabiler Nebenverbraucheranteil von ungefähr 30 % am Gesamtenergieverbrauch erst ab der zehnten Minute vor.

Bei beiden Parametern, der Fahrtlänge als auch der Fahrtdauer, ist somit der Nebenverbraucheranteil am Beginn der Fahrt am höchsten, während er sich nach wenigen Fahrtminuten und Fahrtkilometern auf einem jeweils modellspezifischen Wert stabilisiert.

Matzel (2014, S. 44ff.) führt diesen Effekt, basierend auf den Ergebnissen eines ebenfalls im Wirtschaftsverkehr durchgeführten Feldversuchs, auf die zu Beginn der Fahrt einsetzende Klimatisierung des Fahrzeugs zurück. Dies scheint plausibel und deckt sich mit Beobachtungen im Feld, dass Nutzer zu Beginn der Fahrt zunächst die Fahrgastzelle klimatisieren oder zumindest entfeuchten möchten. Bei kaltem Wetter kommt der Gebrauch der Scheibenenteisung gegen Reif oder auch nur Beschlag hinzu. Nach kurzer Zeit stellt sich dann das auch in den Daten beobachtete Niveau des Dauerbetriebs ein. Die gleiche Argumentation findet sich auch bei Held et al. (2016, S. 64ff.).

Ein weiterer Effekt, der in der Literatur jedoch weitestgehend unberücksichtigt bleibt, ist der Ladevorgang der 12V-Bordbatterie. Trotz der verbauten Hochspannungstraktionsbatterien besitzt jedes Elektrofahrzeug noch eine herkömmliche 12V-Starterbatterie, aus der die auf diesem Spannungsniveau arbeitenden Nebenverbraucher[139] immer dann gespeist werden, wenn das Fahrzeug ausgeschaltet ist, im eingeschalteten Zustand liefert die Hochspannungsbatterie über den Gleichspannungswandler die nötige Energie. Da heutige Fahrzeuge schon seit längerem nicht mehr nach Fahrtende einfach abschalten, sondern selbst nach Betätigen der Zentralverriegelung noch eine

[139] Bei den eingesetzten Renault-Modellen also weder Heizung noch Kühlung, welche direkt am Hochspannungsstrang angeschlossen sind.

Reihe von (Steuer-)systemen der Reihe nach herunterfahren, entsteht so nach jeder Fahrt eine geringe Last, die aus der Bordbatterie geliefert werden muss. Hinzu kommt die mit dem Alter zunehmende Selbstentladung der Batterien, so dass zu Beginn jeder Fahrt für eine kurze Zeit Energie über den Gleichspannungswandler zum Laden der 12V-Batterie aufgewendet werden muss – ein Vorgang, der sich durch das Erreichen der Ladeschlussspannung nach kurzer Zeit von selbst beendet.

9.7.3. Nutzungsmuster (DA-7c)

Jede wirtschaftliche Aktivität in Deutschland kann einem Wirtschaftszweig zugeordnet werden. Die dazu einheitliche Systematik des Statistischen Bundesamts (Statistisches Bundesamt 2008) hilft, Akteure in homogene Gruppen einzuteilen. Diese Kategorisierung wurde auch für die im Projekt *Wirtschaft am Strom* teilnehmenden Unternehmen und Organisationen durchgeführt (vgl. Flämig et al. 2018d).

Um in frühen Märkten Anwendungen und Einsatzgebiete zu identifizieren, in denen Elektrofahrzeuge eine besonders effiziente Alternative zu den bisherigen verbrennungsmotorischen Fahrzeugen darstellen, liegt es nahe, sich hierzu ebenfalls der Wirtschaftszweigsystematik zu bedienen. Jedoch zeigen Gnann et al. (2012) und Flämig et al. (2016c) deutlich, wie heterogen der Wirtschaftsverkehr hinsichtlich Fahrzeuggrößen, Fahrleistungen und Fahrzwecke ist. Die Homogenität der Wirtschaftszweige in Bezug auf ihre ausgeübte Tätigkeit lässt sich somit nicht ohne Weiteres auf den Einsatz von Fahrzeugen in den unternehmenseigenen Flotten übertragen, besonders bei dem für die Wirksamkeit der Förderung von Elektromobilität zur Treibhausgasreduktion relevanten Parameter Energieverbrauch.

Ziel der Untersuchung ist es daher, wirtschaftszweigübergreifende, homogene Nutzungsmuster in Bezug auf den Energieverbrauch von rein batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen im Wirtschaftsverkehr zu identifizieren. So können Handlungsempfehlungen, beispielsweise bei der Fuhrparkumstellung, gezielt auf relevante Bereiche in existierenden Fuhrparks in allen Branchen gerichtet werden.

Die Ergebnisse der Analyse wurden vom Autor in Trümper et al. (2017a) veröffentlicht und werden hier nur zusammenfassend wiedergegeben.

In einem ersten Schritt wurden aus dem genutzten *Minimaldatensatz* (MDS) mit seinen 47 Parametern die sieben für die Fragestellung relevanten, Zeit und Raum beschreibenden MDS-Fahrtparameter identifiziert (siehe Tabelle 7 im Methodenteil). Kombinationen aus diesen Werten stellen die Nutzungsmuster dar, denen dann jeweils ein mittlerer Energieverbrauch zugeordnet werden kann. Die Fahrdaten decken dabei 18 von 21 möglichen Wirtschaftszweigen ab und spannen einen Bogen über den kompletten Hamburger Wirtschaftsverkehr (vgl. Kapitel 2.3.7.1). [140]

Von den durchgeführten Clusterdurchläufen erweist sich die 8-Cluster-Lösung für eine Beschreibung von Einzelfahrten am geeignetsten, da sie fünf Cluster (=Nutzungsmuster) liefert, die die Homogenitätsbestimmungen in allen Parametern erfüllen.

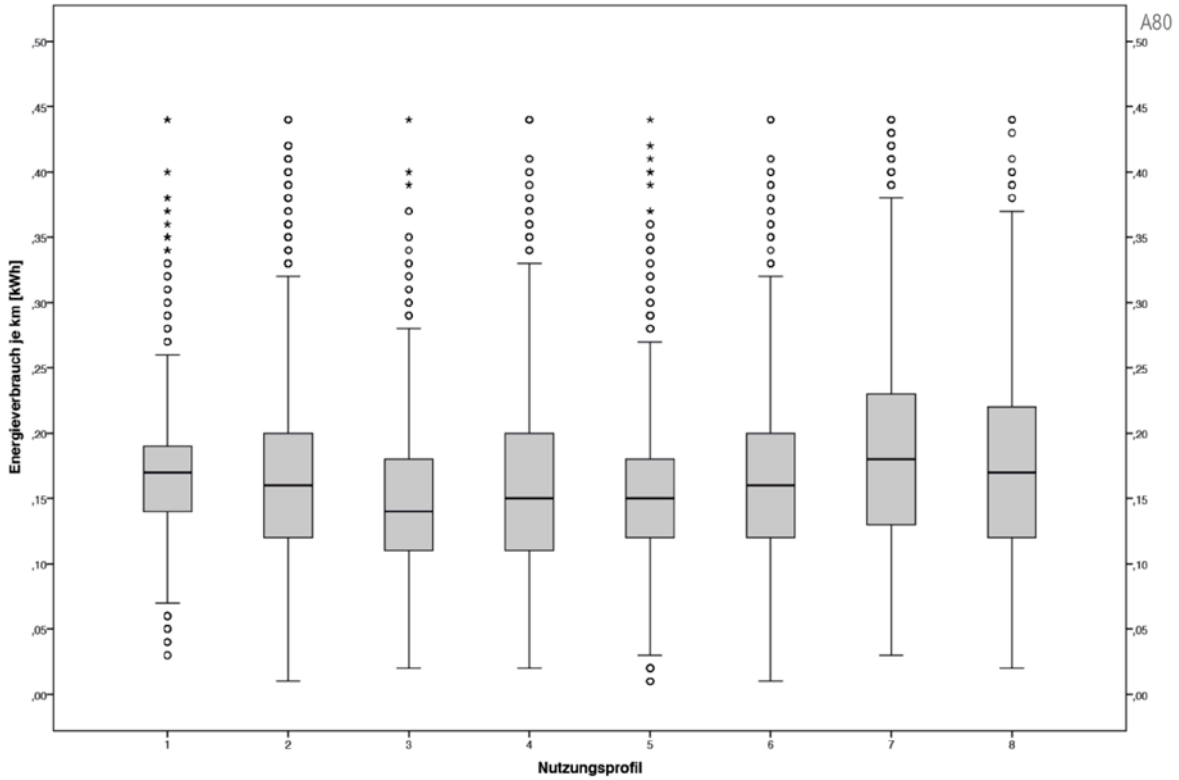
Die detaillierten Auswertungsergebnisse der 8-Cluster-Lösung sowie die berechneten Homogenitäten finden sich in Anhang 23.

Die so identifizierten Nutzungsmuster können drei übergeordneten Anwendungsfällen zugeordnet werden: Fahrten mit Überland- bzw. Autobahnanteil, innerstädtische Fahrten in Randbezirken sowie

[140] Die fehlenden drei Wirtschaftszweige sind neben *Privathaushalten* (Zweig T), die nicht Teil des Wirtschaftsverkehrs sind, *Exterritoriale Organisationen und Körperschaften* (Zweig U) sowie *Bergbau* (Zweig B), die für Hamburg als Stadtstaat als vernachlässigbar gelten können.

innerstädtische Fahrten im Zentrumsbereich. Eine ausführliche Charakterisierung der acht Nutzungsmuster findet sich in Anhang 24.

Die anschließende Zuordnung des durchschnittlichen, auf Kilometer normierten Energieverbrauchs zu jedem der acht identifizierten Nutzungsmustern zeigt, dass kein wesentlicher Unterschied zwischen den untersuchten Nutzungsmustern besteht, was so nicht zu erwarten war (Abbildung 64). Eine Erklärung kann sein, dass zum einen gerade die Fahrten mit hohen Geschwindigkeiten oder mit langen Fahrtstrecken, bei denen ein sichtbar erhöhter Energieverbrauch zu erwarten gewesen wäre, in den Nutzungsmustern keine extremen Ausprägungen annehmen. So sind durch die zumeist städtischen oder stadtnahen Fahrten die Maximalgeschwindigkeiten niedrig. Bei den Streckenlängen enthielten die Cluster mit höheren Werten oftmals Ausreißer, welche sowohl die Homogenität als dadurch auch die Güte bei den Resultaten verringerten.



Energieverbrauch je km [kWh]

	NP_1	NP_2	NP_3	NP_4	NP_5	NP_6	NP_7	NP_8	Gesamt
Mittelwert	0,169	0,167	0,144	0,160	0,149	0,167	0,195	0,181	0,171
N	3884	6403	7148	17826	5445	10486	18037	12422	81651
Standardabweichung	0,046	0,072	0,054	0,068	0,051	0,066	0,087	0,082	0,074
Minimum*	0,065	0,010	0,020	0,020	0,030	0,010	0,030	0,020	0,010
Maximum*	0,265	0,320	0,285	0,335	0,270	0,320	0,380	0,370	0,380
Median	0,170	0,160	0,140	0,150	0,150	0,160	0,180	0,170	0,160

* ohne Ausreißer

Abbildung 64: Kilometerbasierte Energieverbräuche pro Nutzungsmuster in der 8-Cluster-Lösung.

Quelle: Trümper et al. (2017a**).**

Um neben den auf Einzelfahrten basierenden Nutzungsmustern auch Nutzungsmuster zu identifizieren, die sich auf die Bewegung der Elektrofahrzeuge über einen kompletten Tag beziehen, wurden anschließend zu den bisherigen Variablen der Einzelfahrtbetrachtung weitere Variablen in die Aus-

wertung einbezogen, welche auch die Gesamtfahrtdauer, die Gesamtwegstrecke sowie die Anzahl der Fahrten am Tag mit berücksichtigen (siehe Methodenteil Kap. 2.3.6.7).

Die analog zu den zuvor durchgeführten Arbeitsschritten erfolgte Cluster-Analyse ergab, dass die idealste Lösung eine 14-Cluster-Lösung darstellt, welche insgesamt gute Homogenitäten gerade bei den besetzungsstarken Clustern aufweist.

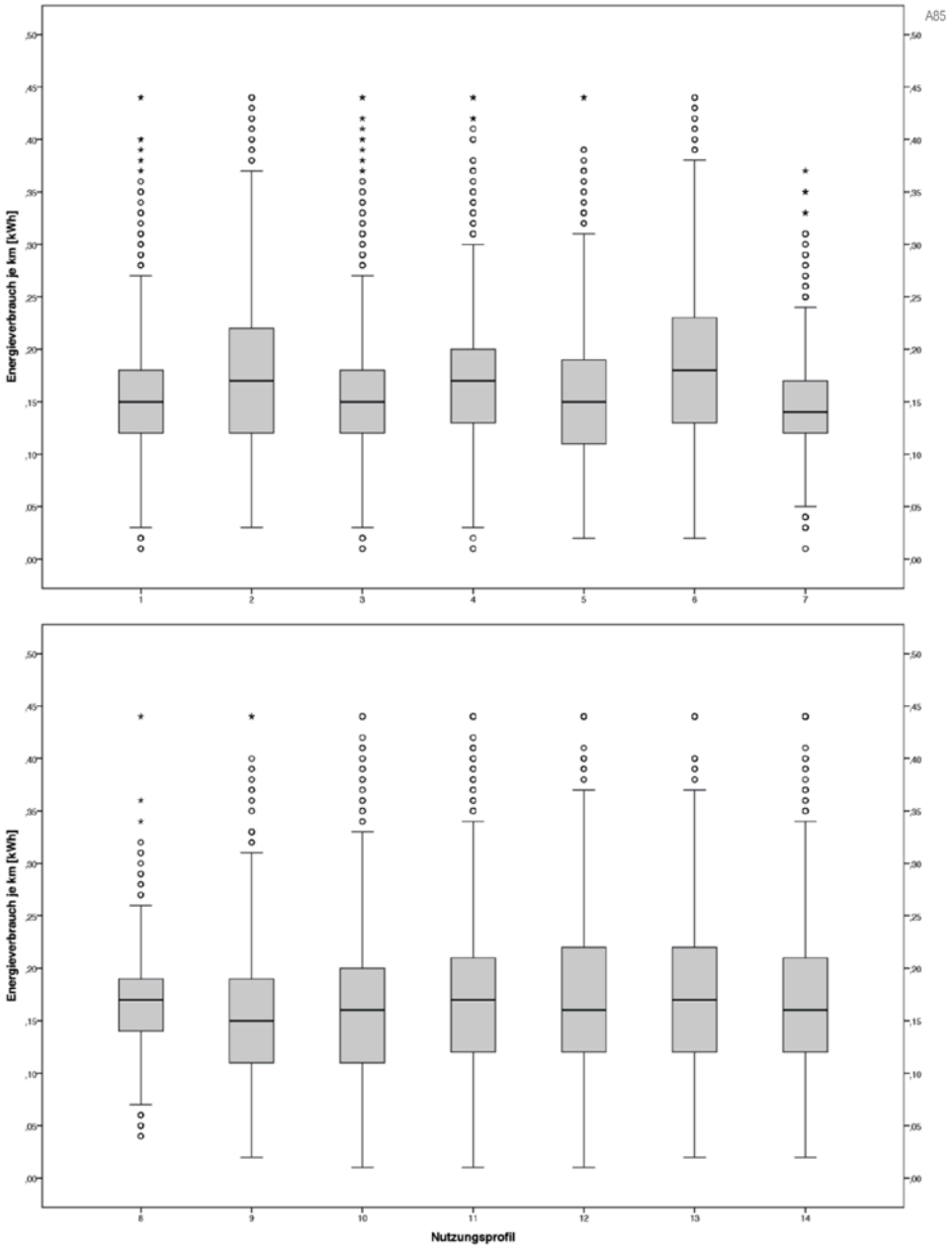
Die detaillierten Auswertungsergebnisse der 14-Cluster-Lösung sowie die berechneten Homogenitäten finden sich in Anhang 25.

Es findet auch anschließend eine Zuordnung der identifizierten 14 Nutzungsmuster zu drei übergeordneten Anwendungsfällen statt: Fahrten mit Überland- bzw. Autobahnanteil, innerstädtische Fahrten in Randbezirken und innerstädtische Fahrten im Zentrumsbereich.

Eine ausführliche Charakterisierung der 14 Nutzungsmuster findet sich in Anhang 26.

Wie schon zuvor bei der 8-Clusterlösung, lässt sich nach Zuordnung des durchschnittlichen, auf Kilometer normierten Energieverbrauchs zu jedem der identifizierten Nutzungsmuster auch bei der 14-Clusterlösung, trotz der neu hinzugekommenen Variablen für die Auswertung nach Fahrtagen, kein wesentlicher Unterschied zwischen den untersuchten Nutzungsmustern erkennen (Abbildung 65).

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082



Energieverbrauch je km [kWh]

	NP_1	NP_2	NP_3	NP_4	NP_5	NP_6	NP_7	Gesamt
Mittelwert	0,153	0,186	0,150	0,173	0,152	0,192	0,146	0,171
N	5046	9272	3740	2583	8907	12726	2881	81651
Standardabweichung	0,057	0,086	0,054	0,063	0,062	0,085	0,046	0,074
Minimum*	0,030	0,030	0,030	0,025	0,020	0,020	0,045	0,010
Maximum*	0,270	0,370	0,270	0,305	0,310	0,380	0,245	0,380
Median	0,150	0,170	0,150	0,170	0,150	0,180	0,140	0,160
	NP_8	NP_9	NP_{10}	NP_{11}	NP_{12}	NP_{13}	NP_{14}	Gesamt
Mittelwert	0,164	0,151	0,158	0,172	0,176	0,182	0,168	0,171
N	2403	5364	2831	4782	5686	9799	5631	81651
Standardabweichung	0,041	0,063	0,063	0,074	0,079	0,080	0,073	0,074
Minimum*	0,065	0,020	0,010	0,010	0,010	0,020	0,020	0,010
Maximum*	0,265	0,310	0,335	0,345	0,370	0,370	0,345	0,380
Median	0,170	0,150	0,160	0,170	0,160	0,170	0,160	0,160

*ohne Ausreißer

Abbildung 65: Kilometerbasierte Energieverbräuche pro Nutzungsmuster in der 14-Cluster-Lösung.

Quelle: Trümper et al. (2017a).

Es ist zu vermuten, dass wieder die nicht extremen Ausprägungen der energieintensiven Anteile und die insgesamt zumeist städtischen Kurzstreckenfahrten zu gleichförmig sind, um klare Unterschiede im kilometerbezogenen Energieverbrauch der untersuchten Nutzungsmuster zu erkennen. Hier bedarf es weitergehender Untersuchungen.

Auch wenn die Auswertung keine Unterschiede im Energieverbrauch zwischen den Nutzungsmustern feststellen konnte, so konnte die Analyse doch eine wirtschaftszweigübergreifende, homogene Nutzung von Elektrofahrzeugen nachweisen. Die identifizierten Nutzungsmuster für Einzelfahrten und eine tagesbasierte Nutzung können eine geeignete Ausgangsbasis für weitere Untersuchungen darstellen.

Abschließend muss in Anbetracht der Ergebnisse der vorliegenden Auswertung von Nutzungsmustern und ihrer korrespondierenden Energieverbräuche betont werden, dass die in den vorherigen Kapiteln identifizierten Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch, wie Außentemperatur, Fahrerverhalten oder Fahrtlänge, singulär als energiebestimmende Faktoren nichts an Gültigkeit verloren haben. Die Analyse konnte aber aufzeigen, dass die Kombination all dieser Faktoren und ihr Verhältnis zu Fahrtanteilen mit geringerer Ausprägung in der tatsächlichen täglichen Fahrzeugnutzung im Wirtschaftsverkehr offensichtlich die Wirkung einzelner Faktoren im Gesamtgefüge abschwächt – die Diversität der Fahrzeugnutzung in Unternehmen und Behörden also einen mittelnden Effekt hat.

Auch wenn vielleicht im Gesamtenergieverbrauch durch einzelne Maßnahmen keine Einsparungen in der Größenordnung erzielt werden können, wie die Einzelauswertungen der jeweiligen Einflussfaktoren dies suggerieren, so wird sich dennoch durch jede eingesparte Kilowattstunde der Mittelwert insgesamt absenken lassen und das Elektrofahrzeug in seiner Klimabilanz verbessern.

9.8. Zusammenfassung

Die erfolgte Determinantenanalyse untersucht die Frage, wodurch die Implementation der Maßnahme beeinflusst wurde (*Forschungsfrage DA*), also welche Faktoren wie auf die Etablierung von Elektromobilität zur Treibhausgasreduktion im Straßenverkehrssektor wirkten. Die Analyse spannt dabei den Bogen von der Organisationsebene bis hin zur Handlungsebene.

Auf der Organisationsebene stehen die am Planungsprozess beteiligten Akteure im Fokus. Ihre Zusammensetzung und das Verhältnis untereinander hat einen großen Einfluss auf die Art und Weise, wie eine Maßnahme implementiert wird (vgl. Flämig 2004, S. 284f.). Bei der untersuchten Etablierung von Elektromobilität kommt der Bundesregierung, als planende und initiierende Stelle, die Rolle des Schlüsselakteurs zu. Diese Rolle scheint bei einem politisch initiiertem Planungsprozess in gewisser Weise vorbestimmt, während die Auswahl von vier Ministerien und ihrer jeweiligen Programmorganisationen als Primärakteure einer klaren Wahl der Bundesregierung zugunsten von Kontrolle und politischem Proporz entspricht, jedoch nicht unproblematisch ist. Diese „staatlichen“ Stellen haben zwar eine hohe Legitimität und einen großen inhaltlichen Gestaltungsspielraum, aber aufgrund ihrer Beauftragungssituation (Programmkoordination) oder der Zugehörigkeit zum Verwaltungsapparat (Ministerien) oftmals nur einen begrenzten Austausch mit anderen Akteursgruppen, allen voran den Nutzern von Elektrofahrzeugen. Diesen direkten Kontakt haben hingegen die Industrieverbände, besonders die Automobilhersteller, welche damit einen großen Einfluss auf die Umsetzung der Maßnahme haben: sei es durch zeitgerechte oder verzögerte Bereitstellung von technischen Entwicklungen oder einer attraktiven bzw. unattraktiven Preispolitik. In dieser Rolle als Veto-Akteur kommt ihnen eine überproportionale Macht bei der Umsetzung der Maßnahme und der Durchsetzung ihrer Interessen zu. Die aus diesem Grund eigentlich zwischengeschaltete, als Forum aller Stakeholder iniitierte und der Theorie nach vermittelnde und egalisierende Nationale Plattform

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

Elektromobilität (NPE) kann durch ihre nicht-repräsentative Zusammensetzung von Stakeholdern und einen oftmals fehlenden inhaltlichen Konsens jedoch dem Ungleichgewicht in der Akteursarena bei der Implementation nicht hinreichend entgegenwirken.

Anders auf der kommunalen Ebene. Die analog zur NPE vermittelnde Instanz zwischen Politik, Verwaltung, Industrie und Nutzern nimmt in Hamburg die Programmgesellschaft hySOLUTIONS ein, die eine gute Vernetzung sowohl zu den Hamburger Primärakteuren als auch den Sekundärakteuren aufweist. Wichtigste Primärakteure stellen die Nutzer dar, die aufgrund ihrer Akzeptanz oder Ablehnung der neuen Technologie über den Erfolg der Maßnahme entscheiden. Wie stark deren Meinungsbildung dabei aber von subjektiven Faktoren geprägt ist, zeigt Matt (2018) deutlich. Erschwerend kommt hinzu, dass keine formalen Verbindungen der Nutzer zu der Planungsebene bestehen, so dass die Politik die Maßnahme nur mit Schwierigkeiten vermitteln (objektivieren) kann, ebenso wenig wie von Nutzerseite der politische Lernprozess unterstützt werden kann. Beeinträchtigt wird die Maßnahmenimplementation auf der Organisationsebene in Hamburg ferner durch konfliktreiche Beziehungen zwischen Akteuren, resultierend aus dem spezifischen Organisationsaufbau und Abläufen in einem Stadtstaat: so bestimmt zwar die Landespolitik (Senat) die inhaltliche Ausrichtung im Planungsprozess, jedoch wird die Umsetzung vor Ort durch die Bezirke (kommunale Ebene) realisiert. Die hierbei oftmals gegensätzlichen Interessenlagen, z. B. hohe Ladesäulendichte (Land) und kein Verlust von öffentlichen Parkplätzen (Bezirk), führten nachweislich zu Verzögerungen in der Umsetzung durch Blockadehaltungen Beteiligter, wie in der Arbeit gezeigt werden konnte.

Ebenso wie die Implementation der Maßnahme dem Einfluss der Akteurszusammensetzung unterliegt, so wird auch die Formierung der Akteursarena selbst durch verschiedene Faktoren beeinflusst, weil sie darüber entscheidet, welche Akteure am Planungsprozess beteiligt werden und welche nicht (vgl. auch Flämig 2004, S. 61). Da auf Bundesebene die Identifikation von Umsetzungsakteuren nicht analytisch, sondern netzwerkbezogen stattfand, wurden, so zeigte die Untersuchung, mehrheitlich diejenigen Akteure in den Planungsprozess eingebunden, die in den Bereichen Industrie und Wissenschaft bereits als Akteur politisch etabliert waren, ohne diese auf den Mehrwert für das Ziel der Umsetzungsmaßnahme oder ihren Beitrag zum offenen Innovationsprozess näher zu prüfen. Vor allem zivilgesellschaftliche Akteure und Nutzer wurden während des Planungsprozesses nur mangelhaft berücksichtigt, was nicht nur hinsichtlich der Akzeptanz gesellschaftlich tiefgreifender Prozesse wie der Verkehrswende perspektivisch schwierig ist, sondern vermutlich auch die teils fehlende Problemfokussierung zentraler Förderinstrumente (bspw. der Kaufprämie) und damit die bis dato geringe Marktakzeptanz von Elektrofahrzeugen erklärt. Auch auf kommunaler Ebene wurde die Akteursauswahl netzwerkbezogen vorgenommen. Offensichtliche Mängel, wie bspw. der alleinige Fokus der städtischen Programmgesellschaft hySOLUTIONS auf Wasserstoff, konnten hier jedoch von der Politik schnell nachgebessert werden.

Neben den Akteuren, die prozessseitig anfangs oder dauerhaft im Planungsprozess nicht repräsentiert waren, kommen diejenigen Akteure hinzu, die aus eigenem Willen nicht an der Maßnahmenimplementation beteiligt waren, z. B. wegen mangelnder Geschäftsmodelle (u. a. Einzelhandel, Mineralölhandel). Die Teilnahme der aktiven Akteure hingegen beruht auf unterschiedlichen Impulsen: während auf politischer Ebene diese sich aus dem Aufgabenzuschnitt der Ressorts oder der Aufgabenzuweisung durch die leitende politische Ebene ergibt, stehen bei der Wirtschaft und den sie repräsentierenden Verbänden die jeweiligen Partikularinteressen im Vordergrund.

Neben den Einflussfaktoren auf die Formierung der Akteursarena konnte die Arbeit auch verschiedene Determinanten identifizieren, welche die Agendaformierung beeinflusst haben, also welcher politische Impuls zur Wahl der Maßnahme an sich führte. Da es in allen Politikbereichen in der Regel mehrere Wege zur Zielerreichung gibt, konnte die Untersuchung herausarbeiten, weshalb gerade Elektromobilität zur Reduktion der Treibhausgasemissionen im Straßenverkehrssektor als Lösung

gewählt wurde. Ahrend und Schwedes (2011) identifizieren hier einen energie- und industriepolitischen Diskurs. Die in der vorliegenden Arbeit durchgeführten Experten-Interviews können dies bestätigen und konkretisieren. So sind die Chancen, die sich durch eine Sektorkopplung ergeben, nur mit Elektromobilität hinreichend zu adressieren. Da jedoch trotz jahrzehntelanger Forschung und Entwicklung Wasserstoffanwendungen bisher noch immer keine marktreifen Anwendungen hervorgebracht hatten, setzte die Politik angesichts der Fortschritte bei der Batterietechnik auf batteriebetriebene Elektromobilität. Im industriepolitischen Bereich, so können die Interviews zeigen, ist Elektromobilitätsförderung nicht nur eine Chance für die Automobilindustrie gewesen, in Zeiten schlechter Konjunktur ihre Entwicklungsaktivitäten zu erhöhen und perspektivisch neue Absatzmärkte zu erschließen, sondern vielmehr eine Reaktion auf die Gefahr, beim Thema Elektromobilität von der ausländischen Konkurrenz langfristig abgehängt zu werden.

In Hamburg, so die Interview-Ergebnisse, waren nicht nur die politischen Vorgaben, die sich für ein Bundesland aus der Bundespolitik ergeben, der maßgebliche Impuls für die kommunale Implementation von Elektromobilität, sondern vielmehr die seit mehreren Jahren andauernde und sich verschärfende Luftgüteproblematik in der Hansestadt. Dies kann zusätzlich mit der durchgeführten Debattenanalyse belegt werden. Wie auch auf Bundesebene war die nicht zufriedenstellende Entwicklungsgeschwindigkeit der Wasserstofftechnologie für die 2008 regierende Koalition in Hamburg ein Grund, alternative emissionsarme Antriebstechnologien in der Stadt zu etablieren.

Zusätzlich zu den Einflussfaktoren auf den politischen Impuls konnte die vorliegende Arbeit aufzeigen, welche Determinanten die Politikformulierung, also die Ausgestaltung der Maßnahmenimplementation, beeinflusst haben.

So ergaben die durchgeführten Experten-Interviews, dass auf Bundesebene ab dem Jahr 2009 vor allem die Förderung von Forschung und Entwicklung im Vordergrund stand, da zu diesem Zeitpunkt von deutschen Herstellern noch keine Elektrofahrzeuge verfügbar waren. Gleichzeitig wollte man vermeiden, dass durch Instrumente wie eine Kaufprämie ausländische Hersteller frühzeitig begünstigt worden wären. Neben der Förderung von Grundlagenforschung erfolgte eine Technologieerprobung in Modellregionen, die einen Mittelweg zwischen Sichtbarkeit in der Fläche und inhaltlicher Bündelung der Entwicklungsaktivitäten darstellten. Dieses Konzept wurde 2015 durch eine nicht an geografische Schwerpunkte gekoppelte „Beschaffungsförderung“ abgelöst (EmoG, Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2015c). Durch die vor allem auf den Fahrzeughochlauf und Infrastrukturaufbau fokussierte Förderung, bei der keine Pflicht mehr zur Begleitforschung oder der Vorlage von inhaltlichen Konzepten im Rahmen von Projektanträgen besteht, lassen sich zwar neue Anwendungsbereiche und breitere Nutzerschichten erschließen, berichten die Interview-Partner, jedoch verliert die Bundesregierung auch ihre konzeptionellen Steuerungsmöglichkeiten. 2016 wird dieser Ansatz durch eine Kaufprämie (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016a) und die Förderung von Ladeinfrastruktur (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017b) ergänzt, was einer zentralen Forderung der deutschen Automobilindustrie über die NPE nachkommt (vgl. Nationale Plattform Elektromobilität 2014), da zu diesem Zeitpunkt erste Serienmodelle heimischer Hersteller auf den Markt drängen und die oftmals noch unattraktiven Preismodelle mittels der Kaufprämie kundengerechter gestaltet werden können.

Auch in Hamburg wurde die Politikformulierung durch Einflussfaktoren, in diesem Fall den Einfluss der Hamburger Wirtschaft, geformt. Neben dem Wunsch der im Jahr 2008 regierenden schwarz-grünen Koalition, alternativ zu den bereits genutzten Wasserstoffanwendungen noch eine alternative emissionslose Technologie im Hamburger Verkehr zum Einsatz zu bringen, war es maßgeblich der politische Einfluss der Hamburger Wirtschaft, der Elektromobilität so stark in den politischen Fokus rückte. So standen Anfang 2008 zur Verbesserung der Luftgüte seitens der Politik Fahrverbote, City-Maut und eine Umweltzone im Raum. Die Wirtschaft stellte sich über ihre Kammern konzeptionell

gegen diese Pläne und schlug stattdessen die Nutzung von Elektromobilität über eine Eigenverpflichtung vor.[141] Auch wenn diese Verpflichtung nachträglich wieder zurückgenommen wurde, so blieb der Schwerpunkt auf den Wirtschaftsverkehr in der Hamburger Projektwelt bestehen, ebenso wie das Thema Elektromobilität als ein zentrale Maßnahme für die Klimaschutzbemühungen der Stadt im Verkehrssektor.

Nachdem die Maßnahmenimplementation, wie aufgezeigt, durch die Zusammensetzung der Akteursarena, während der Agendaformierung und der Politikformulierung beeinflusst wurde, hat die vorliegende Arbeit noch die Umsetzungsbedingungen, unter denen die Implementation durchgeführt wurde, auf der Organisations- wie auch der Handlungsebene untersucht. Die dazu durchgeführten Experten-Interviews legen dar, dass öffentlich geförderte Forschungsvorhaben von der Automobilindustrie oft nur mit Verspätung und dann auch oftmals nicht ausreichend mit Fahrzeugen beliefert werden, da deren Produktionsmengen noch begrenzt sind oder vorzugsweise in andere internationale Märkte geliefert werden. Als Folge können Projekte nur verspätet beginnen oder müssen auf Teile der geplanten Erhebungen verzichten. Letzteres müssen sie oftmals ohnehin, weil die (deutsche) Automobilindustrie trotz rechtlicher Verpflichtung nicht bereit ist, elementare Nutzungsdaten aus den Fahrzeugen den beteiligten wissenschaftlichen Instituten zur Verfügung zu stellen. Auch wird die Effektivität der Kaufprämie bei mehreren großen Automobilherstellern durch den Wegfall der Händlerrabatte konterkariert.

Auf Bundesebene verursachen fehlende Ressortabstimmungen programmatische Redundanzen, ebenso wie durch mangelnde personelle Kontinuität der Verlust von Sachwissen in den Ressorts zu beobachten ist, beklagen mehrere Interview-Partner. Auf kommunaler Ebene verzögern hingegen lange Antragsverfahren für Förderprojekte die Umsetzung, ebenso wie fehlende rechtliche Rahmenbedingungen nicht nur den Aufbau von Ladeinfrastruktur erschweren, sondern auch deren Betrieb, wenn mangels rechtlicher Handhabe gegen Fehlbeleger („Falschparker“) die Parkflächen nicht für ladende (und zahlende) Nutzer freigehalten werden können.

Hinzu kommt eine bei den Nutzern generell wenig ausgeprägte Mehrpreisbereitschaft für die neue Technologie. Deren Produkte stehen, darauf weisen die Interview-Partner unisono hin, preislich ohnehin aufgrund eines anhaltend niedrigen Ölpreises stark unter Druck.

Demgegenüber beeinflusst der „Dieselskandal“ genauso wie die in Hamburg drohenden Fahrverbote die Implementation besonders bei Unternehmen positiv, da sie die Nutzung von Elektrofahrzeugen nicht nur in der Außendarstellung, sondern auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten attraktiver erscheinen lassen.

Auch die Nutzung von batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen, so kann die Determinantenanalyse in ihrem abschließenden Untersuchungsteil aufzeigen, unterliegt nutzerunabhängigen wie auch nutzerabhängigen Faktoren, durch welche die Implementation auf der Ebene des Fahrzeugeinsatzes beeinflusst wird. Nutzerunabhängige Faktoren sind dabei all die Faktoren, bei denen der streckennormierte Treibhausgasausstoß eines Elektrofahrzeugs, als ein Maß der Effektivität der Maßnahme, während der Nutzung des Elektrofahrzeugs nicht direkt vom Nutzer beeinflusst werden kann. Teilweise kann jedoch auf Unternehmensebene bei den Einsatzrahmenbedingungen der Einfluss minimiert werden. Auswertungen von realen Fahrdaten zeigen, dass hierzu beispielweise die Fahrzeuggröße gehört. Wegen des großen Einflusses von Luftwiderstand (bei hohen Geschwindigkeiten) und Beschleunigungswiderstand (bei Anfahrmanövern) weisen große Fahrzeuge einen höheren Energieverbrauch auf und könnten im Rahmen einer Fuhrparkdiversifizierung durch kleinere Fahr-

[141] Vgl. hierzu auch die analogen Beobachtungen von Flämig (2004, S. 268) zu der Beteiligung von Schlüsselakteuren in örtlichen Steuerungssystemen.

zeuge ersetzt werden, um die Maßnahmeneffektivität zu erhöhen. Dies trifft insbesondere für Dienstwagen zu.

Dass der eingesetzte Strom maßgeblich über die Klimabilanz von Elektromobilität entscheidet, konnte bereits in der *Forschungsfrage MWA* belegt werden. Folglich kann die Wahl des Stromproduktes im Sinne der Determinantenanalyse als größter Einflussfaktor hinsichtlich der Effektivität der Maßnahme Elektromobilität gelten. Weitergehende Auswertungen mittels einer Unternehmensbefragung zeigten allerdings, dass die Mehrheit der untersuchten Unternehmen vom Laden in der Öffentlichkeit kaum Gebrauch macht, womit vor allem die Wahl des Stromproduktes für die unternehmenseigene Ladeinfrastruktur eine wichtige Bedeutung zukommt. Jedoch hindern unternehmensweite Rahmenverträge bei großen Unternehmen oder der öffentlichen Verwaltung die individuelle vertragliche Ausgestaltung einzelner Ladepunkte auf Unternehmensgrund.

Noch weniger beeinflussbar als Rahmenverträge ist die Außentemperatur beim Einsatz von Elektrofahrzeugen. Auswertungen von Fahrdaten konnten zeigen, dass auch sie ein Einflussfaktor bei der Implementation der Maßnahme spielt, da bereits bei Temperaturen ab 15° C und weniger der Energieverbrauch der untersuchten Fahrzeuge überproportional steigt. Eine vertiefte Analyse mit einem zweiten Datensatz konnte indes zeigen, dass nicht die Nebenverbraucher (Heizung, Licht etc.) für diese Schwankungen des absoluten Energieverbrauchs alleine verantwortlich sind, sondern das Verhältnis von Nebenverbrauchern und Motor zueinander über das Jahr nahezu konstant bleibt, also auch der Antriebsstrang einer Temperaturabhängigkeit unterliegen muss. Demgegenüber konnten die Untersuchungen keinen Einfluss der Batterietemperatur auf den Energieverbrauch der Nebenverbraucher nachweisen.

Gegenüber den zuvor gezeigten Einflussfaktoren gelten als nutzerabhängige Größen jene Faktoren, bei denen der Fahrer während der Fahrzeugnutzung direkten Einfluss auf den Energieverbrauch seines Elektrofahrzeugs nehmen kann. Dazu zählt beispielsweise die Fahrweise, also das Fahrerverhalten. Auswertungen von Fahrdaten konnten nachweisen, dass sich ein stark dynamisches, „aggressives“ Fahrerverhalten negativ auf den Energieverbrauch eines Elektrofahrzeugs auswirkt. Ebenso erhöhen niedrige Geschwindigkeiten und starke Beschleunigungen den Energieverbrauch des Fahrzeugs. Werden diese vermieden, sind Einsparungen im mittleren einstelligen Prozentbereich möglich.

Auch die Fahrtlänge und die Fahrtdauer können als Einflussfaktoren auf die Maßnahmenimplementation gelten, mit denen der Energieverbrauch der Fahrzeuge und damit der Erfolg der Maßnahme beeinflusst werden kann. So zeigen die Analysen, dass bei beiden Parametern, der Fahrtlänge als auch der Fahrtdauer, der Nebenverbraucheranteil am Beginn der Fahrt am höchsten ist, während er sich nach wenigen Fahrtminuten und Fahrtkilometern auf einem jeweils modellspezifischen Wert stabilisiert. Demgegenüber konnte bei der Analyse von Nutzungsmustern zwar festgestellt werden, dass es eine wirtschaftszweigübergreifende, homogene Nutzung von Elektrofahrzeugen gibt. Allerdings unterscheiden sich die identifizierten Muster nicht in dem damit verbundenen mittleren Energieverbrauch.

10. Beantwortung der Forschungsfragen

Die zu Beginn der Arbeit beschriebenen und abgeleiteten Forschungsfragen, mit Hilfe derer die Umsetzung der Maßnahme untersucht und das Potenzial von Elektromobilität zur Treibhausgasreduktion im Straßenverkehrssektor bestimmt werden kann, sind in den jeweiligen Kapiteln detailliert beantwortet worden und werden im Folgenden in kompakter Form dargestellt.

10.1. Forschungsfrage MWA (Zielerreichung)

Die Forschungsfrage MWA untersucht, ob im vorliegenden Fall mit der Maßnahme Elektromobilität das Ziel der Treibhaugasreduktion im Straßenverkehrssektor erreicht werden kann.

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass die prozentuale Minderung an Treibhausgasen, welche durch die Substitution von ICEV mit BEV im Pkw-Sektor erzielt werden kann, aktuell noch gering ist. Für das Jahr 2020 beträgt die Minderung jährlich 1,24 %, während sich das Sektorziel, dass sich rein rechnerisch aus der im IEKP (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2007) formulierten 40%igen Einsparung im Gesamtinventar[142] ergibt, auf 4,4 % beläuft. Wie in den einleitenden Kapiteln der Arbeit jedoch erwähnt, ist nicht zu erwarten gewesen, dass Elektromobilität während der Forschungs- und Entwicklungsphase oder selbst in der Markthochlaufphase einen substantiellen Beitrag zur Treibhausgasreduktion beitragen kann. Vielmehr muss die Frage der Zielerreichung der Maßnahme im Hinblick auf ihren zukünftigen Beitrag beantwortet werden. So zeigten die Untersuchungen, dass Elektromobilität als Maßnahme durchaus das Potenzial besitzt, die Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor in Zukunft zu reduzieren.

Bereits im Jahr 2030, bei einer von der Bundesregierung anvisierten Marktdurchdringung mit sechs Millionen Elektrofahrzeugen (vgl. Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b), kann eine Reduktion um maximal 8 % der jährlichen Treibhausgasemissionen im Pkw-Sektor durch den Einsatz von BEV erzielt werden, so die Ergebnisse der durchgeführten Potenzialberechnungen, womit das sich aus dem Energiekonzept 2050 (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2010) abgeleitete Reduktionsziel für den Pkw-Sektor von 6 % übertroffen wird.

Dieses Potenzial ist jedoch an enge Grenzen geknüpft. So sind die Emissionen der Herstellungs- und Entsorgungsphase bei BEV fast doppelt so hoch wie bei den ICEV, während die Emissionen in der Betriebsphase, gerade bei der Nutzung von Grünstrom, weit unterhalb denen von herkömmlichen Kraftstoffen liegen. Durch diese Verlagerung von Emissionen aus der Betriebs- in die Herstellungsphase kommt der Fahrleistung eine besondere Bedeutung zu. Diese muss für BEV bei Nutzung des deutschen Strommixes rund 70.000 km betragen, also die Hälfte der angenommenen Fahrzeuglebensdauer, bis die Fahrzeuge eine ökologisch vorteilhaftere Alternative zu ICEV darstellen. Moderne, im Verbrauch weiter optimierte Verbrennungsmotoren können in Zukunft diese Nutzenschwelle sogar noch weiter nach hinten verschieben. Dadurch ist bei einem zunehmenden Einsatz von Batterien mit größeren Kapazitäten (>35 kWh) davon auszugehen, dass BEV, die mit dem deutschen Strommix betrieben werden, keinen ökologischen Vorteil mehr gegenüber verbrennungsmotorischen Fahrzeugen bieten. Lediglich beim Einsatz von Grünstrom (siehe Kap. 2.3.4.2), und in Verbindung mit

[142] Die Bundesregierung formuliert an keiner Stelle sektorspezifische Reduktionsziele. Der Wert errechnet sich aus dem Anteil des Pkw-Verkehrs an den gesamten deutschen Treibhausgasemissionen (siehe Kap. 7.2).

einer hohen Nutzungseffizienz eines Fahrzeugs, kann eine über den Lebenszyklus betrachtete Reduktion von Treibhausgasen in der berechneten Größenordnung realisiert werden.

Allerdings lässt sich eine substantielle Minderung der jährlichen Treibhausgasemis-sionen im Pkw-Sektor erst bei einer sehr hohen Marktdurchdringung mit BEV erzielen: bei einem angenommenen 60%igen Anteil von BEV am gesamten Pkw-Bestand im Jahr 2050 könnten rund 50 % der Emissionen eingespart werden. Um ein solches Reduktionspotenzial 2050 zu heben, wäre jedoch ein vollständiger Zulassungsstopp verbrennungsmotorischer Fahrzeuge in Deutschland ab 2040 nötig. Die in einem solchen Maximalszenario erzielbare Reduktion von Treibhausgasen betrüge, gemessen am gesamten Emissionsinventar Deutschlands, allerdings immer noch „nur“ 5-6 %. Daraus folgt, dass die Elektrifizierung des Pkw-Sektors mit seinem 63%igen Anteil am gesamten Straßenverkehr nur *ein* Baustein sein, um den Verkehrssektor und die ihm zuzuordnenden 18 % Anteil am deutschen Treibhausgasgesamtinventar zu adressieren.

10.2. Forschungsfrage HWA (Maßnahmenimplementation)

Die Forschungsfrage HWA untersucht, wie die Maßnahme Elektromobilität implementiert wurde, also welche Einzelmaßnahmen bei der geplanten Technologieetablierung zum Einsatz kamen, ob sie akzeptiert und von der Planungsebene überprüft wurden und im ursprünglichen Sinne umgesetzt wurden.

So setzt die Bundesregierung bei der Etablierung von Elektromobilität ab dem Jahr 2009 auf drei zentrale Förderinstrumente: der Forschung und Entwicklung, der Erprobung und Demonstration in Feldversuchen sowie dem Setzen von förderlichen Rahmenbedingungen. Ab 2015, wo erste marktfähige Produkte und ein regulatorisch hinreichend entwickeltes Umfeld vorliegen, kommen Beschaffungsinitiativen als vierte Ebene und Einstieg in den bundesweiten Markthochlauf hinzu.

Während sich im Bereich Forschung und Entwicklung vor allem auf die Batterieforschung fokussiert wird, folgt die Themenauswahl in den Feldversuchen anfangs noch keiner klaren Agenda. So wird die 2010 im *Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität (NEP)* (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009d) geforderte Marktvorbereitung durch komplizierte Förderrichtlinien, verspätete Förderbescheide und fehlende Fahrzeuge erschwert, wie die Auswertungen zeigen. Fehlende Kontrollmechanismen innerhalb der Förderprogramme und eine mangelhafte Zuweisung von Verantwortlichkeiten schränken, so die Untersuchungen, überdies den strategischen Lernprozess bei den Bundesministerien ein. Zwar hätte die *Nationale Plattform Elektromobilität (NPE)* die Chance, diese langfristige Strategieentwicklung zu realisieren (vgl. NEE, Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009d), sie scheitert dabei aber oftmals an der mangelnden horizontalen wie vertikalen Kooperation der im Gremium vertretenen Akteure. Als Folge gibt es thematische Redundanzen bei den Einzelmaßnahmen, worauf die in der vorliegenden Arbeit befragten Interview-Partner hinweisen. Diese Redundanzen treten zwar durch die ab 2015 eingeführten Investitions- und Beschaffungsprogramme in den Hintergrund (vgl. EmoG, Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2015c), gleichzeitig tritt aber auch eine Entkopplung von staatlicher Förderung und staatlicher Lenkungswirkung ein, wie die durchgeführten Analysen aufdecken.

Die mit gleicher Gesetzgebung weiter vorangetriebene Stärkung des regulatorischen Umfelds als drittes zentrales Förderinstrument (siehe oben) ermöglicht eine Reihe von Privilegierungen von Elektrofahrzeugen im Straßenverkehr. Diese haben zwar das Potenzial, die Akzeptanz von Elektromobilität allgemein zu erhöhen, jedoch kann die vorliegende Arbeit kein direktes Wirkverhältnis zwischen dieser Einzelmaßnahme und einem merklich erhöhten Absatz von Fahrzeugen nachweisen. Vielmehr kann die Untersuchung die europaweiten CO_2-Flottengrenzwerte als durchsetzungsstärkste

Rahmenbedingung identifizieren, die zudem, im Gegensatz zu den Förderprogrammen, als nicht-reversible Einzelmaßnahme angelegt ist. Allerdings wird ihre Wirkung durch eine mangelhafte Implementation (Prüfzyklen, Stromherkunft) substantiell geschwächt.

Mit Einführung des *Marktanreizprogramms* (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016b) findet ab 2016 wieder eine verstärkte Steuerung und Überprüfung von Fördermaßnahmen statt: Regionalquoten und technische Standards bei der Ladeinfrastruktur oder Kofinanzierungen und Maximalpreise bei Fahrzeugen. Während die Marktakzeptanz von Elektrofahrzeugen jedoch größtenteils ausbleibt (die Auswertungen zeigen einen Fahrzeugbestandsanteil bei BEV von 0,2 %, Stand 2018), kann im Bereich öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur 2018 bereits eine über 40%ige Zielerreichung bei der normalen Ladeinfrastruktur und ein rund 15%iger Zielerreichungsgrad bei schneller Ladeinfrastruktur (beides Zielhorizont 2020) im Rahmen der Analyse festgestellt werden. Das nachfolgende *Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020* (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017f) stellt seine Fördermittel durch Aufstockung bestehender Programme bereit, so dass parallele Förderinstanzen vermieden werden.

Auf kommunaler Ebene beginnt die Implementation der Maßnahme im Rahmen des seit 2008 anlaufenden Modellregionenprogramms (Tenkhoff et al. 2012). Während privatwirtschaftliche Akteure in Hamburg die Förderprogramme nutzen, um Produkte und Dienstleistungen zu entwickeln (F&E) oder erste Erfahrungen beim Einsatz von Elektrofahrzeugen im eigenen Fuhrpark zu sammeln (Demonstration), nutzt die Stadt Hamburg die Förderprogramme des Bundes, um die städtischen Maßnahmen zum Erreichen der Hamburger Klimaziele zu unterstützen, wie die Analysen zeigen.

Sie unterstützt hierzu die Umsetzungsakteure bei der Akquise von Fördermitteln durch einen zentralen städtischen Ansprechpartner (RPL), dessen Vernetzung sowohl in die Hamburger Wirtschaft wie auch die Politik und Verwaltung zur Realisation mehrerer großer Umsetzungsprojekte (gemessen am Bundesdurchschnitt) in Hamburg führt.

Die rechtlichen Schwächen der Förderrichtlinien im Hinblick auf die Kontrolle und Überprüfung seitens der Politik, gepaart mit der Fokussierung der städtischen RPL auf kommunale Interessen, führen, so zeigen die Untersuchungen, zu einer geringen Steuerungskraft der Bundespolitik auf kommunaler Ebene. Dies führt zu teils sehr hohen Fördersummen gemessen am Erkenntnisgewinn (bspw. Projekt Hamburg PURE) oder technologischen Ansätzen, die nicht weiter in der bundesdeutschen Entwicklungsstrategie aufgehen (bspw. Projekt HH-Wise). Solche Projekte bergen das Risiko, nicht nachhaltig im Sinne der dauerhaften Implementation zu sein, wie in der Analyse gezeigt werden konnte (bspw. Projekt HH-Wise). Die auf Bundesebene bereits als kontrollmindernd herausgearbeiteten Faktoren wie der Verzicht auf wissenschaftliche Begleitforschung usw. treffen für die kommunale Ebene genauso zu.

Einen eigenen Weg beschreitet Hamburg beim Ladeinfrastrukturaufbau. Mit dem *Masterplan Ladeinfrastruktur* (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2014) von 2014 setzt die Stadt Hamburg ein erstes, aus dem eigenen Haushalt finanziertes Förderprogramm auf und kann damit in besonderem Maße eigene Akzente setzen. Die frühzeitige Berücksichtigung zukünftiger technischer Anforderungen fördert zudem die Nachhaltigkeit der Investitionen, wie in der Untersuchung gezeigt werden konnte.

Im Bereich der Rahmenbedingungen setzt Hamburg teils auf die sich durch die Bundesebene ergebenen Möglichkeiten (vgl. EmoG, Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2015c) oder die Änderung der Allgemeinen Kraftfahrzeugbestimmungen für städtische Fuhrparks. Letztere erweist sich als besonders erfolgreiches Instrument. Während sie als Verwaltungsanordnung dauerhaft und nicht reversibel implementiert ist, lässt sie sich gleichzeitig innerhalb des Verwaltungsapparates leicht durchsetzen.

Bei der gesamthaften Beurteilung der Maßnahmenimplementation kommt die vorliegende Arbeit hingegen zu dem Schluss, dass, gemessen an den eigenen Zielen der Bundesregierung und in Anbetracht der tatsächlichen Bestandszahlen im von der NPE antizipierten Markthochlauf, diese nicht erfolgreich war. Die schlechte Resonanz selbst auf die von der Industrie fortwährend geforderte Kaufprämie zeigt, dass eben nicht alleine die noch bestehende Kostenlücke den Erfolg der Elektromobilität bestimmt, sondern noch grundlegende Nutzungsnachteile bestehen und förderlichere Rahmenbedingungen weiter entwickelt werden müssen. Beide Faktoren konnten offenbar durch die in den vergangenen Jahren angestoßenen F&E-Vorhaben nicht hinreichend erforscht werden, da Forschung oftmals ineffizient und unkoordiniert durchgeführt wurde, ohne hinreichende Lernprozesse zu etablieren und Synergien zwischen den Akteuren zu nutzen. Auch die Überprüfung und Kontrolle der Maßnahme war nach Einschätzung der beteiligten und befragten Akteure nicht hinreichend. Vor allem der Abgleich mit dem übergeordneten Politikziel, der Treibhausgasreduktion, fand zu keinem Zeitpunkt statt.

Daher kommt der ab 2017 erfolgte Schwenk in der Förderpolitik, vornehmlich Investitionen und Beschaffungen ohne Begleitforschung zu fördern, um den Eintritt in den Massenmarkt zu signalisieren, nicht nur zu früh, sondern scheint durch die bloße Finanzierung eines Austausches von konventionellen Antriebssträngen mit elektrischen politisch auch zu kurz gedacht mit Blick auf die für das übergeordnete Politikziel nötige Energie- und Verkehrswende. Eine Überprüfung der Maßnahmenimplementation findet durch die Beteiligung von BAFA und BNetzA fortan zwar sehr detailliert statt, allerdings nur auf der förderrechtlichen Ebene und nicht mehr auf der politischen Strategieebene.

Dieses Bild zeigt sich im Wesentlichen auch auf der kommunalen Ebene in Hamburg. Auch wenn die Implementation der Maßnahme durch eine zentrale städtische Koordination und ein konzertiertes Arbeiten der Umsetzungsakteure sowohl effektiver als auch effizienter ist, leidet der Fahrzeugeinsatz in der programmatischen Umsetzung wie auf Bundesebene an Konzeptlosigkeit und politischer Profilierung über Fahrzeugzahlen, während der wissenschaftliche Erkenntnisgewinn des Fahrzeugeinsatzes durch mangelnde Unterstützung der Automobilindustrie und der Nutzer stark eingeschränkt wird. Fehlende Kontrolle seitens der verantwortlichen Instanzen, teils auch aus Mangel an rechtlichen Durchgriffsmöglichkeiten durch ungünstig implementierte Förderkonstellationen (Leasing-Pflicht vs. Durchgriffsrecht), sind hierfür maßgeblich verantwortlich.

Erfolgreicher in ihrer Implementation zeigt sich die bundesweite Förderung von Ladeinfrastruktur als einer entscheidenen Vorbedingung für jegliche Nutzung von Elektrofahrzeugen in der Zukunft. Hamburg geht bei diesem Thema durch ein eigenes Förderprogramm sogar noch weiter und versucht, durch einen zeitweise städtisch finanzierten Ladeinfrastrukturaufbau mangelnde Marktanreizmechanismen zu überwinden. Auch bei den kommunalen Rahmenbedingungen kann Hamburg einen Achtungserfolg für sich verbuchen: die Nutzungspflicht von Elektrofahrzeugen in städtischen Fuhrparks zeigt, wie wichtig es bei bei der Entwicklung neuer Policies ist, diese auch durchsetzbar zu gestalten.

10.3. Forschungsfrage DA (Einflussfaktoren)

Die Forschungsfrage DA untersucht, wodurch die Implementation der Maßnahme Elektromobilität beeinflusst wurde, also welche Einflussfaktoren (Determinanten) auf ihre Umsetzung wirkten.

Die Implementation der Maßnahme wurde durch eine Vielzahl von Faktoren zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Planungsprozess wie auch auf verschiedenen Einflussebenen (Organisationebene, Handlungsebene) beeinflusst, wie die durchgeführte Determinantenanalyse zeigte. Hier wären beispielsweise die Zusammensetzung der Akteursarena und das Verhältnis der Akteure untereinander zu nennen. So konnte die Bundesregierung durch die Wahl ihrer Primärakteure zwar eine hohe stra-

tegische Kontrolle wie auch den politischen Proporz absichern, zugleich aber nur begrenzt den Austausch mit anderen Akteuren der Maßnahme, allen voran den Nutzern von Elektrofahrzeugen, erlangen. Ergebnisse der durchgeführten Experten-Interviews weisen ferner darauf hin, dass dieser Kanal daher von der Industrie, besonders den Automobilherstellern, besetzt wurde, denen dadurch eine überproportionale Macht als Veto-Akteur bei der Umsetzung der Maßnahme zukam. Die als Diskussions- und Beratungsforum zwischen Politik, Industrie und Zivilgesellschaft angedachte Nationale Plattform Elektromobilität (NPE) konnte aufgrund der eigenen, unzureichenden Aufstellung diese Machtdiskrepanzen nicht ausgleichen, berichten die Befragten. Weitaus erfolgreicher funktionierte dies auf der kommunalen Ebene, wo die eingesetzte städtische Programmgesellschaft eine hohe Akzeptanz bei Primär- und Sekundärakteuren vorweisen konnte, so die Hamburger Interview-Partner. Vor allem hatten in Hamburg die Nutzer die Möglichkeit, im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitforschung ihre Erfahrungen mit der neuen Technologie zu schildern (vgl. Flämig et al. 2017c). Aufgrund fehlender Austauschforen erfolgte jedoch nur sehr bedingt eine Rückkopplung dieser Informationen an die Bundesebene, was den diesbezüglichen politischen Lernprozess dort minimierte. Solche konzeptionellen Planungsschwächen lassen sich unter anderem durch die initiale Zusammensetzung, also der Formierung der Akteursarena, erklären, welche nicht analytisch, sondern netzwerkbezogen stattfand. Dezidierte Schnittstellenakteure und ein durch sie institutionalisierter Erfahrungsaustausch kamen so nicht zum Tragen.

Einschränkend soll an dieser Stelle aber auf die Erkenntnisse von Matt (2018) hingewiesen werden, der einige der im Forschungsprojekt *Wirtschaft am Strom* beteiligten Nutzer unter Verwendung der Repertory-Grid-Methode (Matt 2018, S. 169ff.) untersuchte, einem Verfahren der differentiell psychologischen Diagnostik basierend auf einer Theorie des US-amerikanischen Psychologen George Kelly. Matt (2018, S. 543ff.) kommt dabei zum Ergebnis, dass die Haltung der Fahrzeugnutzer oder Entscheider im Unternehmen zu Elektromobilität und den genutzten Elektrofahrzeugen oftmals keinen rationalen Bewertungskriterien unterliegt, sondern vielmehr durch subjektive Faktoren bestimmt wird, so dass Ableitungen für die Implementationsstrategie sehr differenziert vorgenommen werden müssen.

Ferner konnten die durchgeführten Untersuchungen aufdecken, dass der Impuls für die Maßnahme, also der Grund, überhaupt Elektromobilität als Ansatz zur geplanten Treibhausgasreduktion zu wählen, das Ergebnis eines energie- und industriepolitischen Diskurses war, der zum einen von den Chancen der Sektorkopplung, aber auch der Angst vor der aufkommenden ausländischen Konkurrenz bei Elektroantrieben geprägt war. Überdies berichten die Interview-Partner von einer verbreiteten Enttäuschung bei den politischen Entscheidern über die nur langsamen Fortschritte bei Wasserstoffanwendungen im Straßenverkehrssektor. Dies trifft auch auf Hamburg zu, jedoch war hier, so die Untersuchungen, der maßgebliche politische Impuls die sich immer weiter verschärfende Luftgüteproblematik.

Die anschließende Politikformulierung, also die Ausgestaltung der Implementation, wurde dadurch beeinflusst, dass zu Beginn der Maßnahmenumsetzung deutsche Hersteller noch keine Elektrofahrzeuge am Markt anbieten konnten, so dass vorerst der Fokus der Bundesregierung auf Forschung und Entwicklung lag. Erst mit der Verfügbarkeit von ersten Serienmodellen aus deutscher Produktion änderte sich ab dem Jahr 2015 die Förderpolitik des Bundes, hin zu direkter Absatzförderung und einer Kaufprämie. Die Analyse konnte weiter zeigen, dass auch in Hamburg die Wirtschaft einen maßgeblichen Einfluss auf die Politikformulierung hatte: in diesem Fall waren es die wegen der vorgenannten Luftgüteproblematik von der Politik geplanten Fahrverbote, welche die Hamburger Wirtschaft veranlasste, die Politik auf die Ergreifung alternativer Maßnahmen (in diesem Fall Elektromobilität) zu drängen.

Die Umsetzung im Bund und auf kommunaler Ebene war anschließend, so zeigen die durchgeführten Experten-Interviews, zunächst von einem mangelnden Engagement der deutschen Automobilindustrie geprägt. Ausbleibende Lieferungen mit Fahrzeugen verhinderten die zeitgerechte und wissenschaftlich anspruchsvolle Durchführung der bewilligten Forschungsprojekte, ebenso wie die später hinzukommende Kaufprämie durch den Wegfall von Händlerrabatten durch die großen Automobilhersteller in Teilen konterkariert wurde. Auf politischer Ebene verursachten fehlende Ressortabstimmungen programmatische Redundanzen, während langwierige Antragsverfahren und fehlende rechtliche Rahmenbedingungen auf kommunaler Ebene die Implementation der Maßnahme negativ beeinflusst haben.

Nicht zuletzt wird die Maßnahme auch beim konkreten Einsatz von Elektrofahrzeugen auf der Nutzerebene beeinflusst. So konnte die Analyse von Fahrdaten zeigen, dass sowohl nutzerunabhängige wie auch nutzerabhängige Faktoren die Effektivität der Maßnahme (ausgedrückt als Energieverbrauch der Fahrzeuge) beeinflussten.

11. Erfolgsfaktoren, Hemmnisse und Handlungsempfehlungen

Die durchgeführte Potenzialuntersuchung von Elektromobilität zur Treibhausgasreduktion am Beispiel des Hamburger Wirtschaftsverkehrs konnte mittels der Planungsanalyse eine Reihe von Erfolgsfaktoren und Hemmnisse in den einzelnen Phasen des Planungsprozesses identifizieren. So legten sowohl die Bundesregierung als auch die Hamburger Landespolitik zwar zu Beginn des Planungsprozesses die Verminderung ihrer Treibhausgasemissionen als verbindliches, den SMART-Kriterien genügendes Ziel fest (vgl. Zielanalyse). Allerdings wiesen die damit einhergehenden Vorgehensziele Schwächen in der Zieldefinition auf: nur die Erhöhung des Bestands an Elektrofahrzeugen (Bundes- und Landesebene) und der Aufbau von Ladesäulen (Landesebene) erfüllten alle SMART-Kriterien (vgl. Zielanalyse). Überdies ließen sich die Vorgehensziele oftmals mehreren Zielkategorien zuordnen. Gerade in Hamburg scheint es, dass Elektromobilität als politisches „Allheilmittel“ verstanden und gleich für mehrere politische Handlungsfelder eingesetzt wurde, ohne die Limitierungen des Wirkumfangs bei einer solchen Mehrfachanrechnung zu berücksichtigen (vgl. Zielanalyse). Auf Bundesebene kam hinzu, dass die genutzte „Leitmarkttheorie [...] letztlich ungeeignet ist als konkretes Konzept für die Forschungs- und Innovationspolitik“ (Klodt 2011, S. 3; vgl. auch Eisenkopf 2011). In Folge führte die Verknüpfung von einem übergeordneten Politikziel wie dem Klimaschutz mit wirtschaftspolitischen Zielen wie der Entwicklung eines Leitmarktes zu einer Art „Lock-in“, welche die Politik von der Industrie zur Erlangung ihrer Klimaschutzziele abhängig machte (vgl. Decker et al. 2012).

Wie förderlich hingegen planerische Unabhängigkeit und technologieoffene Zieldefinitionen für den Planungsprozess sein können, zeigte die Förderung des Ladeinfrastrukturaufbaus, die sich insofern Synergien im Entwicklungspfad zunutze machen konnte, als die Infrastruktur in der Markthochlaufphase nicht nur von BEV, sondern auch von PHEV genutzt werden kann, ebenso wie ein anfänglicher Betrieb nur mit Graustrom und später dann mit Grünstrom möglich ist. In diesem Zusammenhang positiv ist die Tatsache, dass der Aufbau von Ladeinfrastruktur auch durchgängig in den untersuchten Einzelmaßnahmen mit konkreten Implementationschritten unterlegt wurde (vgl. Maßnahmenanalyse). Demgebenüber wurde die angestrebte Erhöhung des deutschen Bestands an Elektrofahrzeugen nur in weniger als der Hälfte der Programme mit konkreten Implementationsschritten untermauert (vgl. Maßnahmenanalyse). Das zentrale, übergeordnete Ziel des Planungsprozesses, nämlich die Verminderung der Treibhausgasemissionen, war sogar in keiner der untersuchten Einzelmaßnahmen explizit adressiert, was sich in der Maßnahmenwirkung dann auch negativ bemerkbar machte (vgl. Maßnahmenwirkungsanalyse). Gleiches gilt bei den Vorgehenszielen für die Einbindung der Nutzer (Zielkategorie „gesellschaftliche und räumliche Entwicklung“), welche nur unzureichend mit konkreten Implementationsschritten bedacht wurde (vgl. Maßnahmenanalyse).

Das anfangs von der Bundesregierung für diese Einzelmaßnahmen mehrheitlich gewählte Instrument der Förderprogramme bot eine hohe inhaltliche Kontrolle wie auch (theoretisch) gute Lenkungsmöglichkeiten (vgl. Handlungswirkungsanalyse), die beim Wechsel zu Beschaffungsprogrammen ab dem Jahr 2015 jedoch verloren gingen (vgl. Maßnahmenanalyse). Unabhängig von der Art der finanziellen Unterstützung, ob über Förderprojekte oder Beschaffungsprogramme, weist die Förderung von Produkten und Hardware generell die Gefahr auf, dass nach Ende der Förderung die unterstützten Aktivitäten mangels tragfähiger Geschäftsmodelle wieder eingestellt werden (vgl. Handlungswirkungsanalyse). Vor diesem Hintergrund ist es als Erfolgsfaktor zu sehen, dass die Bundesregierung bis zum Jahr 2015 vor allem auf Forschung und Entwicklung bei der Ausgestaltung ihrer Einzelmaßnahmen setzte (vgl. Maßnahmenanalyse). Ebenso kann der von der Stadt Hamburg im Rahmen ihres Masterplans Ladeinfrastruktur (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2014) initiierte Aufbau

von öffentlichen Ladepunkten im Stadtgebiet als Erfolgsfaktor gelten, da er mit städtischen Haushaltsmitteln den Betrieb der Ladeinfrastruktur in der kritischen Phase des Markthochlaufs von der Tragfähigkeit von Geschäftsmodellen entkoppelt und somit eine hohe räumliche Verfügbarkeit von Ladeinfrastruktur für die Nutzer von Elektrofahrzeugen erzeugt (vgl. Maßnahmenanalyse, Determinantenanalyse).

Beim Setzen von rechtlichen Rahmenbedingungen erwies sich als besonders förderlich die (europaweite) Absenkung der CO_2-Emissionswerte bei Neuwagen (Rat der Europäischen Union und Europäisches Parlament 2009), da sie für die Hersteller im konventionellen Segment einen Effizienzanreiz schufen und einen Innovationsdruck bei alternativen Antrieben verursachten (vgl. Maßnahmenanalye, Determinantenanalyse). Die Nutzung öffentlicher Ladeinfrastruktur wurde für die Nutzer durch die 2016 erlassene Ladesäulenverordnung (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2016c) vereinfacht, welche Mindestanforderungen an Zugänglichkeit und Standardisierung festlegte (vgl. Maßnahmenanalye, Determinantenanalyse). Für Betreiber hingegen war das im gleichen Jahr erlassene Strommarktgesetz (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2016b) von noch größerer Bedeutung, da es sie durch die Einordung von Ladesäulen als Letztverbraucher von (teuren) Netzbetreiberpflichten entbindet (vgl. Maßnahmenanalye, Determinantenanalyse). Das im Jahr zuvor verabschiedete Elektromobilitätsgesetz (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2015c) kann dabei insofern als Erfolgsfaktor gelten, als es erstmals eine rechtssichere Definition solcher Ladeeinrichtungen im öffentlichen Raum vornimmt und beispielsweise das Freischleppen blockierter Ladestandorte und somit den störungsfreien Betrieb ermöglichte (vgl. Maßnahmenanalye, Determinantenanalyse). Die Umsetzung solcher Maßnahmen wurde aber erst wirksam mit der Vergabe von Sonderkennzeichen ab dem Jahr 2016 (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2015b) (vgl. Maßnahmenanalyse).

Auch in Hamburg wurden von der Landesregierung die rechtlichen Rahmenbedingungen angepasst. Die für die Hamburger Verwaltung im August 2014 in Kraft getretenen Allgemeinen Kraftfahrzeugbestimmungen (Finanzbehörde Hamburg 2015) schreiben vor, bei der Beschaffung von behördlichen Dienstfahrzeugen Elektrofahrzeuge zu bevorzugen, womit die Stadt einen Marktanreiz und eine öffentliche Vorbildfunktion ausübt (vgl. Maßnahmenanalyse, Determinantenanalyse). Vorteil dieser die rechtlichen Rahmenbedingungen betreffenden Einzelmaßnahmen auf Bundes- und Landesebene ist, dass sie nicht reversibel angelegt sind, also auch nach dem Auslaufen von Förderungen weiter gelten.

In der Maßnahmenwirkung als förderlich konnte die Arbeit den Einsatz von Grünstrom identifizieren (vlg. Maßnahmenwirkungsanalyse). Durch die Verlagerung von Emissionen aus der Betriebs- in die Herstellungsphase kommt der Fahrleistung zudem eine besondere Bedeutung zu (vgl. Maßnahmenwirkungsanalyse). Allerdings war die inhaltliche Verknüpfung von Elektromobilität und Grünstrom in keinem der untersuchten Einzelmaßnahmen verpflichtend oder dauerhaft verankert (siehe oben Abschnitt Maßnahmenanalyse) und ist auch perspektivisch nicht geplant, wodurch die Effektivität der Maßnahme für das Erreichen des Planungsziels stark eingeschränkt wird. Als weiteres Hemmnis bei der Maßnahmenwirkung erwies sich auch die Verwendung immer größer werdender Traktionsbatterien (Kapazitäten >35 kWh). Durch den hohen Treibhausgasausstoß bei der Batterieherstellung ist bei ihnen eine „klimaseitige Amortisation“ in der Betriebsphase während der Fahrzeuglebensdauer kaum noch möglich (vgl. Maßnahmenwirkungsanalyse).

Ebenfalls nachteilig für die Maßnahmenimplementation war die nicht paritätische, unausgewogene Einbindung von Akteuren in den Planungsprozess (vgl. Maßnahmenwirkungsanalyse). Wichtige Akteure, wie allen voran die Nutzer der neuen Technologie, aber auch Umweltverbände und weitere zivilgesellschaftliche Gruppen konnten so ihre Bedürfnisse bei dem Technologiewandel nicht ausreichend einbringen (vgl. Maßnahmenwirkungsanalyse, Determinantenanalyse; siehe auch oben Abschnitt Maßnahmenanalyse). Aber auch bei den eingebundenen, aktiven Akteuren im Planungs-

prozess bestand diese Möglichkeit nicht immer. So gab es beispielsweise sehr wenig Möglichkeiten der Akteure auf kommunaler Ebene, den Planungsprozess auf Bundesebene mitzugestalten, obgleich die Erkenntnisse und Erfahrungen mit der neuen Technologie vor Ort in den Förderprojekten gewonnen wurden (vgl. Handlungswirkungsanalyse). Andersherum hatte die Bundesebene, abgesehen von der strategischen Ausrichtung der unterschiedlichen Förderprogramme, wenig Einfluss auf die plangerechte Durchführung der Projekte, was sich als nachteilig für deren Erkenntnisgewinn erwies (vgl. Handlungswirkungsanalyse, Determinantenanalyse). Mit der Ablösung der projektantragsbasierten Förderprogramme durch Beschaffungsprojekte ging diese Überprüfungsmöglichkeit gänzlich verloren bzw. wurde durch nicht auf strategisches Lernen, sondern auf die Einhaltung des Beihilferechts spezialisierte Instanzen (BAFA etc.) abgelöst (vgl. Handlungswirkungsanalyse).

Während die hohe Akzeptanz der Einzelmaßnahmen auf kommunaler Ebene den Planungsprozess förderten (vgl. Handlungswirkungsanalyse), wurde dessen Erfolg durch den überproportionalen Einfluss (siehe vorhergehenden Absatz) der Veto-Akteure, besonders der Automobilhersteller, oftmals behindert (vgl. Determinantenanalyse). Auch wenn in Hamburg, genauso wie auf Bundesebene, durch den netzwerkbezogenen Ansatz der Akteurszusammenstellung wichtige zivilgesellschaftliche Akteure und Nutzer zu Beginn der Maßnahme nicht formal im Planungsprozess berücksichtigt wurden, so konnten durch die hohe kommunale Vernetzung der eingesetzten Programmgesellschaft und vor allem die wissenschaftliche Begleitforschung in einer Vielzahl von Förderprojekten deren Bedürfnisse dennoch umfassend dokumentiert werden (vgl. Determinantenanalyse).

Aus den im Planungsprozess identifizierten Erfolgsfaktoren und Hemmnissen ergeben sich für zukünftige Planungsprozesse im Bereich der Technologieeinführung folgende Handlungsempfehlungen:

- Die aus dem übergeordneten Politikziel abgeleiteten Vorgehensziele müssen hinreichenden Qualitätskriterien entsprechen (z. B. SMART), um nicht nur ihre Umsetzungswahrscheinlichkeit zu erhöhen, sondern vor allem auch das übergeordnete Politikziel zu unterstützen.
- Dazu müssen die Zieldefinitionen unabhängig von weiteren Zielsystemen sein und bei der Politikformulierung sich in allen Einzelmaßnahmen in den Implementationsschritten widerspiegeln.
- Die zur Umsetzung der Einzelmaßnahmen notwendigen Akteure müssen analytisch identifiziert, in den Planungsprozess integriert und ihrem Gewicht als Anspruchsgruppe entsprechend durch Mitspracherechte involviert werden. Dabei muss es im Auswahlverfahren gelingen, nicht nur auf einer ex post basierenden Betrachtung auf die „traditionellen“ Akteure zu fokussieren, sondern ex ante auch diejenigen Akteursgruppen anzusprechen, die im Verständnis des Zielsystems am Ende des Planungsprozesses relevant sein werden. Im Falle einer Verkehrswende sind dies beispielsweise vor allem auch die Nutzer, Verkehrsplaner und Kommunen.
- Um den Planungsprozess dann in Folge taktisch eng an die strategischen Ziele ausrichten und iterativ überprüfen zu können, bedarf es eines kontrollierenden und bindenden Implementationssystems, funktionierender, bidirektionaler Kommunikationskanäle und einem bei Bedarf auch genutztem Mechanismus der Maßregelung bei wiederkehrenden Abweichungen einzelner Akteure oder Akteursgruppen von den Planungsvorgaben. Förderprojekte können in weiten Teilen diese Voraussetzungen bieten, müssen aber in all den genannten Anforderungen nachgeschärft werden.
- Gleichwohl dürfen die Hürden der Teilnahme am Planungsprozess nicht abschreckend hoch sein, um auch alle Akteursgruppen gleichermaßen beteiligen zu können. Um mögliche Disparitäten bei der Erfüllung der administrativen Vorgaben auszugleichen, beispielsweise zwischen kleineren Unternehmen oder NGOs und großen Unternehmen mit entsprechender Projekterfahrung und mehr Ressourcen, haben sich zwischengeschaltete Instanzen und zent-

rale Ansprechpartner, wie beispielsweise kommunale Projektgesellschaften, bewährt. Deren Unterstützungsangebote dürfen dabei aber keinesfalls die vorgenannten Prüfanforderungen seitens der Politik vermindern oder ersetzen.

- Um die zu etablierende Technologie selbst, wie auch deren Auswirkungen auf die Lebens- und Wirtschaftsbereiche der Akteure oder der Gesellschaft als Ganzes in Grundzügen zu verstehen und etwaige Fördermittel zielgerichtet und nachhaltig einzusetzen, sollte bei der Maßnahmenimplementation der Forschung und Entwicklung hinreichend Raum gegeben werden, bevor unter Umständen durch verfrühte Produkte Abwehrhaltungen bei enttäuschten Nutzern und „Investitionsruinen“ geschaffen werden.
- Besonders bei Planungsprozessen mit hohem Innovationsgrad hinken zudem oftmals die rechtlichen, regulatorischen Rahmenbedingungen der Entwicklungsgeschwindigkeit der zu etablierenden Technologie hinterher. Um die Implementationsaktivitäten nicht ins Leere laufen zu lassen, bedarf es einer rechtzeitigen Adressierung der sich aus der Technologieeinführung ergebenen neuen rechtlichen Anforderungen. Um jedoch in hinreichendem Maße der Rechtskontinuität nachzukommen und diesbezügliche „Schnellschüsse“ zu vermeiden, bietet sich auch hier erst eine gründliche inhaltliche Durchdringung des Planungsgegenstandes durch Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten an, bevor Rahmenbedingungen neu geschaffen werden (siehe analog vorheriger Absatz).
- Zu allen Zeitpunkten des Planungsprozesses muss ein Abgleich mit der ursprünglichen Zielformulierung stattfinden und das ursprüngliche Portfolio an Einzelmaßnahmen unter Berücksichtigung der bis dato gemachten Erfahrungen weiterentwickelt werden. Bei mangelnder Marktakzeptanz der sich aus der unterstützten Technologieentwicklung ergebenen Produktalternativen wäre so beispielsweise ein höherer Verpflichtungsgrad denkbar (z. B. „Technology Forcing“), während bei Übererfüllung und damit einhergehenden kompensatorischen Effekten („Rebound“) eingrenzende Maßnahmen in Erwägung gezogen werden könnten (im Bereich Elektrofahrzeuge beispielsweise die Einbindung des Verkehrssektors in das Emissionshandelssystem).

12. Synthese, Methodenreflexion und weiterer Forschungsbedarf

Mit der vorliegenden Arbeit wurde das Ziel verfolgt, das Potenzial der Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität mit Hilfe der Planungsanalyse am Beispiel des Hamburger Wirtschaftsverkehrs zu untersuchen.

Trotz der hohen praktischen Relevanz des Themas und seiner Priorität in der industriepolitischen Ausrichtung der Bundesregierung bei der Fortentwicklung des Themas Mobilität im Lichte von Klimaschutzbemühungen und Ressourcenunabhängigkeit, wurde bisher eine solche umfassende, alle Aspekte des Planungsprozesses berücksichtigende Betrachtung nicht durchgeführt. Die Ergebnisse der Arbeit können diese Wissenslücke schließen, indem nicht nur die Multikausalität der Planungsimpulse (und damit der politischen Zielsetzungen) herausgearbeitet, sondern auch die Interdependenz der verschiedenen Umsetzungsschritte auf den unterschiedlichen politischen, wirtschaftlichen oder gesellschaftlichen Ebenen belegt werden.

Die bei Flämig (2004) beschriebenen Hemmnisse in komplexen Planungsprozessen konnten im vorliegenden Untersuchungsgegenstand „Treibhausgasereduktion durch Elektromobilität“ erkannt und beschrieben werden. In Anlehnung an die vorgestellte Planungsanalyse und eine methodische Erweiterung dieser Analysetechnik konnten neben den Hemmnissen auch Handlungsempfehlungen auf Basis der identifizierten Erfolgsfaktoren formuliert werden, die sich aus dem bisherigen Umsetzungsprozess im Bereich Elektromobilität ableiten lassen.

Dennoch zeigt eine kritische Reflexion der verwendeten Methode auch Einschränkungen der Arbeit auf. So bietet die genutzte Methode der Planungsanalyse nach Flämig (2014) ein vielfältiges Instrumentarium zur Erfassung und Beurteilung von komplexen Planungsprozessen. Die in der vorliegenden Arbeit vorgenommene methodische Erweiterung der Planungsanalyse im Bereich der Wirkungsanalyse durch die zusätzliche Auswertung von realen Fahrdaten aus einem umfangreichen Feldversuch hat zudem ermöglicht, die generisch ausgelegte Planungsanalyse im Bereich der substantiellen Wirkung einer Maßnahme zu konkretisieren. Nicht zuletzt dadurch haben die mittels der verwendeten Methode erzeugten Ergebnisse aber Limitierungen in ihrer Übertragbarkeit. So basieren die empirischen Daten größtenteils auf einem im Hamburger Wirtschaftsverkehr durchgeführten Feldversuch. Wie in den entsprechenden Kapiteln mehrfach erwähnt, unterliegen damit Daten zur Fahrzeugnutzung immer einem Pilotcharakter, sie weisen also eine gewisse Verzerrung (engl. „bias“) auf, was die beteiligten Akteure, die Rahmenbedingungen der Nutzung (z. B. Ladeinfrastrukturabdeckung) und den Einsatz der Fahrzeuge angeht. Gleiches gilt für die durch Interviews erfassten Meinungsäußerungen der Akteure zu Elektromobilität. Der Mobilitätsforscher Michael Dick fasst diese Limitierung wie folgt zusammen: „Ein wissenschaftstheoretisches Kriterium der Objektivität im Sinne der Kontextunabhängigkeit kann es für die Erfahrungswissenschaften nicht geben.“ (Dick 2000, S. 14). Dennoch konnte in der Arbeit der Planungsprozess detailliert beschrieben und Ableitungen für ähnliche Technologieeinführungen getroffen werden. Auch wenn dabei die methodische Erweiterung am Beispiel der Etablierung von Elektromobilität erfolgte, ist diese prinzipiell auch auf andere Untersuchungsgegenstände übertragbar.

Nichtsdestotrotz ergibt sich aus der Arbeit auch weiterer Forschungsbedarf. So kann Elektromobilität, wie die Arbeit zeigen konnte, zwar einen Beitrag zur Treibhausgasreduktion im Straßenverkehrssektor leisten, jedoch geschieht dies doch nur unter eng gesteckten Grenzen bei der Art der Fahrzeugnutzung und den geltenden Rahmenbedingungen. Selbst die staatlichen Förderprogramme wurden diesem Anspruch meistens nicht gerecht. So führten beispielsweise mangelnde Vorgaben hinsichtlich der Stromgestehung oftmals zur Nutzung des normalen deutschen Strommixes, was die Sinnhaftigkeit von Elektromobilität als Klimaschutzmaßnahme im Straßenverkehrssektor insgesamt in

Frage stellt, wenn letztlich nur Emissionen aus dem Verkehrssektor in den Energiesektor verschoben werden. Selbst beim Einsatz von Grünstrom gilt es zu beachten, dass dieser insgesamt nicht unendlich zur Verfügung steht, sondern immer einer Nutzungskonkurrenz durch andere Stromverbraucher unterliegt, deren Elektrizitätsbedarf dann unter Umständen durch Strom aus fossilen Quellen bedient werden muss.

Hier bedarf es weiterer Forschung, wie Elektrofahrzeuge derart in die bestehenden Netze integriert werden können, dass sie nicht nur als zusätzliche Last, sondern stattdessen zeitweise als Senke bei der Elektrizitätserzeugung dienen können. Vor allem vor dem Hintergrund der zunehmenden fluktuierenden, erneuerbaren Erzeuger bietet dieser Punkt möglicherweise wirtschaftlich interessante Ansätze.

Zudem ist auch Grünstrom noch kein Garant für eine treibhausgasneutrale Mobilität, wenn die Nutzungseffizienz eines BEV so niedrig ist, dass der bei der Herstellung des Elektrofahrzeugs entstandene „Treibhausgasrucksack“ (vor allem der Batterie) über die Produktlebenszeit nicht amortisiert werden kann. Hier muss die fortgesetzte Forschung und Entwicklung darauf abzielen, dass diese Herstellungsaufwände deutlich reduziert werden. Dies betrifft auch die Frage der wirklich notwendigen Batteriegröße. Dies ist nicht nur eine technische Frage, sondern berührt auch die nicht-technischen Bereiche der Nutzerakzeptanz.

Ebenfalls im Bereich der Nutzerakzeptanz liegt die Frage, inwieweit die (suggerierte) emissionsfreie Mobilität durch mögliche kompensatorische Effekte („Rebound“) insgesamt zu einem weiteren Anstieg der Verkehrsleistung führt. Abgesehen von der damit einhergehenden Belastung von Menschen entlang der Verkehrsinfrastruktur, könnte hierdurch, bei negativer Treibhausbilanz über den Lebenszyklus (beispielsweise bei hohen Batteriekapazitäten und der Verwendung des normalen Netzstroms), sogar die erhoffte Emissionseinsparung durch Elektromobilität kompensiert werden – so wie es in den vergangenen Jahrzehnten trotz der sukzessiven Reduktion der CO_2-Emissionen von Neuwagen europaweit der Fall gewesen ist. Hier bedarf es weitergehender Studien zum Nutzerverhalten.

Hinzu kommen die zahlreichen negativen Umwelteffekte, die durch den Einsatz von Elektrofahrzeugen nicht adressiert werden: Lärm, der unabhängig von der Antriebstechnologie durch Wind- und Rollgeräusche verursacht wird, Feinstaub- und Mikroplastikemissionen durch Reifenabrieb und Aufwirbelung, Flächenverbrauch und Flächenversiegelung durch die notwendige Straßeninfrastruktur. Sie alle sind bei der stark auf technologische Aspekte verkürzten Debatte zur Elektromobilität politisch bisher außer Acht gelassen worden. In all diesen Punkten gibt es noch weiteren Forschungsbedarf.

Um das politische Ziel der Treibhausgasreduktion erreichen zu können, muss die Förderung von Elektromobilität daher stärker im Kontext der übergeordneten Transformationsprozesse im Energiesektor („Energiewende“) und Verkehrssektor („Verkehrswende“) betrachtet und umgesetzt werden. Der bereits im Energiesektor längst etablierte Zertifikatehandel und das ihm zugrundeliegende Immissionsmodell könnte bei einer Übertragung auf den Verkehrssektor die beiden oben genannten Schwachstellen von Elektromobilität bei der Treibhausgasreduktion wirkungsvoll adressieren: die reale Ausweisung der Treibhausgasemissionen (nämlich im Lebenszyklus statt nur am Auspuff) und die dazu notwendige Berücksichtigung der Fahrleistungen. Die konsequente Ausweisung von Immisionen aus dem Verkehrssektor könnte zudem die von Ökonomen häufig geforderte Diskussionen zu der ökonomischen Effizienz von Klimaschutzmaßnahmen im Verkehrssektor im Hinblick auf deren Vermeidungskosten beleben. Wie ein solches System in der Realität ablaufen könnte, sollte bspw. im Rahmen von Modellprojekten überprüft werden.

Die sich aus einem solchen Ansatz ergebenen ordnungspolitischen Ableitungen bedeuten jedoch ungewohnte wie unpopuläre Veränderungen bei Steuern und Abgaben. Wie emotionsgeladen solche

Policy-Änderungen unter Umständen rezipiert werden können, zeigen beispielsweise die in Frankreich um den Jahreswechsel 2018/2019 entfachten „Gelbwesten-Proteste“, denen im Vergleich zu den oben angesprochenen Veränderungen eine verhältnismäßig geringe Erhöhung der Dieselbesteuerung vorausging. Hier bedarf es weiterer Forschung, in welchem Rahmen derartig umfassende Veränderungen in einer Gesellschaft für alle gleichermaßen gut bewältigt werden können und wie auch die vor allem nicht-monetären Vorteile, die sich eventuell aus einer solchen Veränderung ergeben, bewertet und vermittelt werden können.

Literaturverzeichnis

Ackoff, Russell Lincoln (1974). *Redesigning the future: a systems approach to societal problems.* New York: Wiley. ISBN: 0-471-00296-8.

Ahrend, Christine und Oliver Schwedes (2011). *Elektromobilität – Hoffnungsträger oder Luftschloss; Eine akteurszentrierte Diskursanalyse über die Elektromobilität 1990 bis 2010.* Abschlussbericht. Bericht innerhalb des Teilprojekts: Analyse Nutzerverhalten und Raumplanung regionale Infrastruktur (IKT-Programm). Berlin: Technische Universität Berlin. URL: https://www.ivp.tu-berlin.de/fileadmin/fg93/Forschung/Projekte/e-mobility/Ergebnisbericht_Diskursanalyse_Dez_2011.pdf.

Aichinger, Wolfgang (2014). *Elektromobilität im städtischen Wirtschaftsverkehr*. Bericht. Berlin: Deutsches Institut für Urbanistik.

Aichinger, Wolfgang, Nadine Appelhans, Julian Gerlach, Jürgen Gies, Stefanie Hanke, Anne Klein-Hitpaß und Thomas Warnecke (2015). *Elektromobilität in der kommunalen Umsetzung*. Bericht. Berlin: Deutsches Institut für Urbanistik.

Deutsches Institut für Urbanistik (2012). *Difu-Berichte 1/2012 - Evaluierung der Modellregionen Elektromobilität abgeschlossen*. Online. URL: https://difu.de/node/8023 (Abruf 2018-11-03).

Albrecht, Uwe, Matthias Altmann, Frederic Barth, Ulrich Bünger, Daniel Fraile, Jean Christophe Lanoix, Evi Pschorr-Schoberer, Wouter Vanhoudt, Werner Weindorf, Martin Zerta und Werner Zittel (2015). *Study on hydrogen from renewable resources in the EU*. Abschlussbericht. Brüssel: Fuel Cells und Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU). URL: http://www.fch.europa.eu/sites/default/files/GHyP-Final-Report_2015-07-08_5 %20 %28ID %202849171 %29.pdf.

Alessandrini, A, F Filippi, F Orecchini und F Ortenzi (2006). „A new method for collecting vehicle behaviour in daily use for energy and environmental analysis“. In: *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering* 220.11, S. 1527–1537. DOI: 10.1243/09544070JAUTO165. URL: https://doi.org/10.1243/09544070JAUTO165.

Allgemeiner Deutscher Automobil-Club (2017). *ADAC Datenbank zu historischen Kraftstoffpreisen* Online. URL: https://www.adac.de/infotestrat/tanken-kraftstoffe-und-antrieb/kraftstoffpreise/kraftstoff-durchschnittspreise (Abruf am 2017-04-05).

Alvarez, Roberto, Alberto López und Nieves De la Torre (2015). „Evaluating the effect of a drivers behaviour on the range of a battery electric vehicle“. In: *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering* 229.10, S. 1379–1391. DOI: 10.1177/0954407014561483.

Atteslander, Peter und Manfred Kopp (1999). S*ozialwissenschaftliche Methoden*. Hrsg. von Erwin Roth und Heinz Holling. 5. Aufl. München; Wien: Oldenbourg Wissenschaftsverlag. ISBN: 3-486-25263-1.

Auer, M., T. Kuthada, N. Widdecke und J. Wiedemann (2015). „Increase in range of a battery electric vehicle by means of predictive thermal management“. In: *15. Internationales Stuttgarter Symposium Automobil- und Motorentechnik*. Hrsg. von Michael Bargende, Hans-Christian Reuss und Jochen Wiedemann. Stuttgart: Springer Vieweg. ISBN: 978-3-658-08844-6. DOI: 10.1007/978-3-658-08844-6_104.

Azevedo, Isabel, Erik Delarue und Leonardo Meeus (2013). „Mobilizing cities towards a low-carbon future: Tambourines, carrots and sticks“. In: *Energy Policy* 61, S. 894–900. ISSN: 0301-4215. DOI: https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.06.065. URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421513005727.

Bacher, Johann (1994). *Clusteranalyse: anwendungsorientierte Einführung*. München u. a.: Oldenbourg. ISBN: 3486228323.

Baeuchle, Christoph (2014). *Renault zeichnet Z.E.-Partner aus*. Artikel in der Online-Ausgabe des Magazins *Kfz-Betrieb* am 16.09.2014. Online. URL: http://www.kfz-betrieb.vogel.de/index.cfm?pid=7189&pk=459486&print=true&printtype=article (Abruf 2016-09-11).

Bargende, Michael, Hans-Christian Reuss und Jochen Wiedemann, Hrsg. (2015). *15. Internationales Stuttgarter Symposium Automobil- und Motorentechnik*. Stuttgart: Springer Vieweg. ISBN: 978-3-658-08844-6. DOI: 10.1007/978-3-658-08844-6.

Bauer, Christian, Johannes Hofer, Hans-Jörg Althaus, Andrea Del Duce und Andrew Simons (2015). „The environmental performance of current and future passenger vehicles: Life cycle assessment based on a novel scenario analysis framework". In: *Applied Energy* 157. Supplement C, S. 871–883. ISSN: 0306-2619. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.01.019. URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261915000252.

Baur, Nina und Jörg Blasius, Hrsg. (2014). *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Springer Fachmedien. ISBN: 978-3-531-18939-0. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0. URL: http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-531-18939-0.

Bayerische Motorenwerke (2014). *Der neue BMW i3. Elektrisch. Und elektrisierend.* Katalog. Online. URL: https://www.rhein-bmw.de/fileadmin/user_upload/allgemeine %20Dateien/i3/i3_Katalog.pdf (Abruf 2018-09-13).

Bayerische Motorenwerke (2014b). *BMW i Batterien werden als „Second Life Batteries" flexible Speicher für erneuerbare Energien und sichern die Stabilität des Stromnetzes.* Pressemitteilung vom 12.09.2014. Online. URL: https://www.press.bmwgroup.com/deutschland/article/attachment/T0193200DE/281034 (Abruf 2018-04-23).

BE Public Relations GmbH (2016). *2002-2016 Clean Energy Partnership*. Online. Abgerufen 2017-04-07. Berlin. URL: https://cleanenergypartnership.de/fileadmin/Assets/06_h2-mediathek/_pdf-download/CEP_Abschlussdokumentation_DE.pdf.

Becker, Ralf (2018). *Erfahrungsbericht Renault Kangoo Electric*. Beitrag vom 09.09.2018 im Blog Elektro-Auto.net. Online. URL: http://www.elektro-auto.net/index.php/berichte/81-erfahrungsbericht-renault-kangoo-electric (Abruf 2018-09-09).

Bedsworth, Louise Wells und Margaret R Taylor (2007). „Learning from California's zero-emission vehicle program". In: *California Economic Policy* 3.4. URL: http://www.ppic.org/content/pubs/cep/EP_907LBEP.pdf.

Benninghaus, Hans (2014). *Einführung in die sozialwissenschaftliche Datenanalyse*. 7. Aufl. Oldenbourg Wissenschaftsverlag. ISBN: 978-3-486-83736-0.

Benthin, Rainer und Angelika Gellrich (2016). *Umweltbewusstsein in Deutschland 2016 - Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage*. Bericht. Dessau: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/umweltbewusstsein_deutschland_2016_bf.pdf.

Bergk, Fabian, Kirsten Biemann, Christoph Heidt, Lutz Ickert, Wolfram Knörr, Udo Lambrecht, Tobias Schmidt, Patrick Schmidt, Martin Schmied und Werner Weindorf (2016). *Klimaschutzbeitrag des Verkehrs bis 2050*. Abschlussbericht. UBA-FB 002355; FKZ UBA 3712 45 100. Dessau: Umweltbundesamt. URL: https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/klimaschutzbeitrag-des-verkehrs-bis-2050.

Berretta, Rosario und Teresa Fickler (2015). *Schlussbericht: Demonstration Mercedes-Benz B-Klasse F-CELL Flotte in Hamburg: Schlussbericht für den Berichtszeitraum vom 01.05.2009 bis 31.01.2015*. Abschlussbericht. FKZ BMVI: 03BV213. Kirchheim unter Teck: Daimler AG. DOI: 10.2314/GBV:863189121.

Berthold, Norbert, Dominik Kögel und Matthias Kullas (2009). *Die Bundesländer im Innovationswettbewerb*. Studie. Bertelsmann Stiftung.

Bertram, Mathias und Stefan Bongard (2014). *Elektromobilität im motorisierten Individualverkehr*. Wiesbaden: Springer Vieweg. ISBN: 978-3-658-02264-8. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-658-02264-8.

Betsill, Michele M. und Barry G. Rabe (2009). „Climate Change and Multilevel Governance: The Evolving State and Local Roles“. In: *Sustainable Communities: Transition and Transformations in Environmental Policy*. Hrsg. von Daniel A. Mazmanian und Michael E. Kraft. 2. Cambridge, Massachusetts; London: MIT Press. Kap. 8, S. 201–225. ISBN: 0262134926.

Bingham, C., C Walsh und S. Carroll (2012). „Impact of driving characteristics on electric vehicle energy consumption and range“. In: *IET Intelligent Transport Systems* 6.1, S. 29–35. DOI: 10.1049/iet-its.2010.0137.

Blusch, Christian (2016). *Subjektive und objektive Bestimmungsfaktoren für das Laden gewerblicher BEV*. Bachelor Thesis. Institut für Verkehrsplanung und Logistik. Hamburg: Technische Universität Hamburg-Harburg.

Blusch, Christian, Heike Flämig und Sören Christian Trümper (2018). „*Use patterns and preferences of charging infrastructure of battery electric vehicles in commercial fleets in the Hamburg Metropolitan Region*“. In: City Logistics 2: Modeling and Planning Initiatives. Hrsg. von Eiichi Taniguchi und Russell G. Thompson. Proceedings. Conference on City Logistics, Phuket, Thailand, 15.06.2017. Institute for City Logistics. London: ISTE; Wiley. Kap. 14, S. 229–240. ISBN: 9781786302069.

Bock, Olaf und Kai-Uwe Schnapp (2012). *Politische Stimmung in der Freien und Hansestadt Hamburg - Ergebnisse einer allgemeinen Bevölkerungsumfrage*. H-Lab Working Paper 2. Wiso-Forschungslabor, Fakultät Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. Hamburg: Universität Hamburg.

Bogner, Alexander, Beate Littig und Wolfgang Menz (2014). *Interviews mit Experten – eine praxisorientierte Einführung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. DOI: 10.1007/978-3-531-19416-5.

Böhm, J. und G. Wahler (2012). *Luftreinhalteplan für Hamburg - 1. Fortschreibung 2012*. Hrsg. von Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt. Online. Amt für Immissionsschutz und Betriebe. URL: http://www.hamburg.de/contentblob/3744850/data/fortschreibung-luftreinhalteplan.pdf.

Böhm, J. und G. Wahler (2017). *Luftreinhalteplan für Hamburg - 2. Fortschreibung*. Online. Amt für Immissionsschutz und Betriebe. URL: http://www.hamburg.de/contentblob/9024022/data/d-lrp-2017.pdf.

Boltze, Manfred (1996). „Verkehrsmanagement in Frankfurt/Main. Ergebnisse des Projektes FRUIT und Hemmnisse bei der Umsetzung.“ In: *Zeitschrift für Verkehrssicherheit* 43, S. 16–23.

Böttcher, Wolfgang, Alexandra Caspari, Jan Hense, Michael Kalman und Wolfgang Meyer (2017). *Standards für Evaluation, Erste Revision 2016*. Techn. Ber. Mainz: DeGEval – Gesellschaft für Evaluation e.V. URL: https://www.degeval.org/fileadmin/Publikationen/DeGEval-Standards_fuer_Evaluation.pdf.

Bowling, Ann (2005). „Mode of questionnaire administration can have serious effects on data quality“. In: *Journal of Public Health* 27.3, S. 281–291. DOI: 10.1093/pubmed/fdi031.

Braun, Andreas und Wolfgang Rid (2015). „On the relationship between the built environment, driving behavior and energy consumption in electric car driving“. In: *Proceedings of mobil.TUM 2015 International Scientific Conference on Mobility and Transport Technologies, Solutions and Perspectives for Intelligent Transport Systems - 30.06-01.07.2015*, Munich. Projekt Emis - Electric mobility in the Staufer Region“.

Braune, Oliver (2012). *Ergebnisse des Bundesprogramms „Elektromobilität in Modellregionen (MR)“*. Online. Vortrag im Rahmen von FUELLING THE CLIMATE 2012, Handelskammer Hamburg am 16.05.2012. URL: http://e-mobility-nsr.eu/fileadmin/user_upload/downloads/Fuelling_the_Climate_2012/02_Braune_NOW_Praesentation_Programm_Elektromobilitaet_BMVBS_OB_V2.pdf.

Brautzsch, Hans-Ulrich, Katja Heinisch, Oliver Holtemöller, Brigitte Loose und Götz Zeddies (2015). „Die mittelfristige wirtschaftliche Entwicklung in Deutschland für die Jahre 2015 bis 2020“. In: *Konjunktur aktuell* 3.5. URL: http://www.iwh-halle.de/fileadmin/user_upload/publications/konjunktur_aktuell/konj.htm?lang=d.

Breckwoldt, Michael (2011). *Hamburg - Umwelthauptstadt Europas*. Pixi Wissen. Hamburg: Carlsen Verlag. ISBN: 978-3-551-60512-2.

Bree, B. van, G.P.J. Verbong und G.J. Kramer (2010). „A multi-level perspective on the introduction of hydrogen and battery-electric vehicles“. In: *Technological Forecasting and Social Change* 77.4. Henne-Ei, S. 529–540. ISSN: 0040-1625. DOI: https://doi.org/10.1016/j.techfore.2009.12.005. URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004016250900211X.

Breitinger, Matthias (2012). *Die Autoindustrie jammert zu Unrecht*. Artikel im Nachrichtenmagazin Zeit Online am 30.10.2012. Online. URL: http://pdf.zeit.de/auto/2012-10/klimaschutz-autoindustrie-eu.pdf (Abruf 2016-10-30).

Breitinger, Matthias und Christoph M. Schwarzer (2015). *Wie innovativ sind die deutschen Autohersteller?* Artikel im Nachrichtenmagazin Zeit Online am 19.04.2015. Online. URL: http://www.zeit.de/mobilitaet/2015-04/elektroauto-alternative-antriebe-bmw-daimler-volkswagen-opel/komplettansicht (Abruf 2016-09-07).

Brinkerhoff, Derick W. (1991). *Improving development program performance: guidelines for managers*. Boulder, Colorado: L. Rienner Publishers. ISBN: 1-55587-210-7.

Brüdgam, Bettina (2017). „Hamburg unter Strom“. In: *Hamburger Grundeigentum* 6, S. 6–11.

Bruijn, Hans, Robbert Duin, Mark A. J. Huijbregts, Jeroen B. Guinee, Marieke Gorree, Reinout Heijungs, Gjalt Huppes, Renée Kleijn, Arjan Koning, Lauran Oers und Sleeswijk Anneke Wegener (2004). *Handbook on Life Cycle Assessment: Operational Guide to the ISO Standards*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. ISBN: 0-306-48055-7. DOI: 10.1007/0-306-48055-7.

Bryman, Alan, Saul Becker und Joe Sempik (2008). „Quality Criteria for Quantitative, Qualitative and Mixed Methods Research: A View from Social Policy“. In: *International Journal of Social Research Methodology* 11.4, S. 261–276. ISSN: 1364-5579. DOI: 10.1080/13645570701401644.

Büchner, Stefan (2008). „*Energiemanagement-Strategien für elektrische Energiebordnetze in Kraftfahrzeugen*“. Diss. Technische Universität Dresden. URL: http://www.qucosa.de/fileadmin/data/qucosa/documents/166/1228736572957-5649.pdf.

Buller, Ulrich und Holger Hanselka, Hrsg. (2013). *Elektromobilität : Aspekte der Fraunhofer-Systemforschung*. Kopa2; BMBF-Projekte FKZ 13N11426, 13N10597, 13N10598, 13N10599, 13N10600, 01074196. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. ISBN: 9783839604106. URL: https://www.tib.eu/de/suchen/id/TIBKAT %3A729016447/Elektromobilit %C3 %A4t-Aspekte-der-Fraunhofer-Systemforschung/.

Bullis, Kevin (2013). *Electric Vehicles Out in the Cold.* Beitrag in der online-Ausgabe des Magazins Technology Review vom 13.12.2013. Online. URL: https://www.technologyreview.com/s/522496/electric-vehicles-out-in-the-cold (Abruf 2018-09-13).

Bülow, Christina von und Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (2007). *Räumliches Leitbild, Entwurf*. Online. URL: www.hamburg.de/contentblob/155068/data/raeumliches-leitbild.pdf.

Bundesamt für Arbeit (2011). *Der Arbeits- und Ausbildungsmarkt in Deutschland*. Online. URL: https://statistik.arbeitsagentur.de/Statistikdaten/Detail/201112/arbeitsmarktberichte/monatsbericht-monatsbericht/monatsbericht-d-0-201112-pdf.pdf

Bundesamt für Arbeit (2017). *Der Monatsbericht zum Arbeits- und Ausbildungsmarkt in Deutschland*. Online. URL: https://www.arbeitsagentur.de/datei/arbeitsmarkt-2017-01_ba014098.pdf

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2017). *Elektromobilität (Umweltbonus) – Zwischenbilanz zum Antragstand vom 31. März 2017*. Online. URL: https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/emob_zwischenbilanz.pdf?__blob=publicationFile&v=9.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2018a). *Elektromobilität (Umweltbonus) - Zwischenbilanz zum Antragstand vom 30. April 2018*. Online. URL: https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/emob_zwischenbilanz.pdf?__blob=publicationFile&v=29.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2018b). *Förderung von elektrisch betriebenen Fahrzeugen. Merkblatt für Anträge nach der Richtlinie zur Förderung des Absatzes von elektrisch betriebenen Fahrzeugen (Umweltbonus) vom 26.02.2018 (gilt für alle ab dem 03.03.2018 gestellten Anträge)*. Online. URL: https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/emob_merkblatt_antrag_neu_2018.pdf?__blob=publicationFile&v=3.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2018c). *Liste der förderfähigen Elektrofahrzeuge.* Stand 31.08.2018. Online. URL: http://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/emob_liste_foerderfaehige_fahrzeuge.pdf?__blob=publicationFile&v=36 (Abruf 2018-09-10).

Bundesarbeitsgemeinschaft Politische Bildung Online (2018). *Globale Finanzkrise*. Materialsammlung online. Online. URL: http://www.politische-bildung.de/finanzkrise.html (Abruf 2018-03-11).

Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2017). *Vergleichende Stadtbeobachtung – Raumbeobachtung*. Online. URL: http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumbeobachtung/UeberRaumbeobachtung/Komponenten/VergleichendeStadtbeobachtung/IRB_Lagetyp.html?nn=444776 (Abruf 2017-05-29).

Bundeskartellamt (2017). *Das 3. Jahr Markttransparenzstelle für Kraftstoffe (MTS-K)*. Online. URL: https://www.bundeskartellamt.de/SharedDocs/Publikation/DE/Berichte/Dritter_Jahresbericht_MTS-K.pdf?__blob=publicationFile&v=3.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (2016). *Elektromobilität: Das Auto neu denken.* Online. URL: https://www.bmbf.de/de/elektromobilitaet-das-auto-neu-denken-567.html (Abruf 2016-11-21).

Bundesministerium für Bildung und Forschung (2016b). *Batterieforschung für Elektroautos.* Online. URL: https://www.bmbf.de/de/batterieforschung-fuer-elektroautos-662.html (Abruf 2016-11-13).

Bundesministerium für Bildung und Forschung (2016c). *Bekanntmachung.* Online. URL: https://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung.php?B=685 (Abruf 2016-11-01).

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (2002). „Bekanntmachung der Neufassung des Kraftfahrzeugsteuergesetzes - Vom 26. September 2002“. In: *Bundesgesetzblatt* 1.71, S. 3818–3829. URL: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl102s3818.pdf.

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (2010). „Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) Vom 2. August 2010“. In: *Bundesgesetzblatt* 1.40, S. 1065. URL: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl110s1065.pdf.

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (2015). „Zweites Gesetz zur Änderung des Kraftfahrzeugsteuergesetzes und des Versicherungsteuergesetzes (Zweites Verkehrsteueränderungsgesetz – 2. VerkehrStÄndG) - Vom 8. Juni 2015“. In: *Bundesgesetzblatt* 1.22, S. 901–904. URL: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl115s0901.pdf.

Bundesministerium der Finanzen (2016). *Gesetz zur steuerlichen Förderung von Elektromobilität im Straßenverkehr; Anwendung der einkommensteuerlichen und lohnsteuerlichen Vorschriften.* Online. URL: https://www.finanzamt.bayern.de/Informationen/download.php?url=Informationen/Steuerinfos/Weitere_Themen/Elektromobilitaet/2016-12-14-LSt-Anwendung-G-stl-Foerderung-Elektromobilitaet-Strassenverkehr.pdf (Abruf 2017-11-11).

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2014). *Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 - Kabinettsbeschluss vom 3. Dezember 2014*. Online. Berlin. URL: https://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Aktionsprogramm_Klimaschutz/aktionsprogramm_klimaschutz_2020_broschuere_bf.pdf (Abruf 2018-04-03).

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2016). *Klimaschutzplan 2050*. Online. Berlin. URL: https://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf (Abruf 2018-05-11).

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2018). *Erneuerbar Mobil – Ecofleet.* Online. URL: https://www.erneuerbar-mobil.de/projekte/eco-fleet-hamburg (Abruf 2018-04-23).

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007a). *Das Integrierte Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung.* Online. URL: https://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/klimapaket_aug2007.pdf.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007b). *Klimaagenda 2020: Der Umbau der Industriegesellschaft*. Online. URL: http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/hintergrund_klimaagenda.pdf.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2008). *Megatrends der Nachhaltigkeit - Unternehmensstrategie neu denken.* Online. URL: http://www.4sustainability.de/fileadmin/redakteur/bilder/Publikationen/BMU2008-Megatrends-Unternehmensstrategie_neu_denken.pdf.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2013). *Erneuerbar mobil - Marktfähige Lösungen für eine klimafreundliche Elektromobilität*. Online. URL: https://www.erneuerbar-mobil.de/sites/default/files/publications/projektbroschuere-erneuerbar-mobil-2013_1.pdf.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2016). *Aufgaben und Struktur.* Online. URL: http://www.bmub.bund.de/bmub/aufgaben-und-struktur/ (Abruf 2016-09-11).

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2016b). *Organigramm.* Stand 01.09.2016. Online URL: http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Organigramme/organigramm_bmub.pdf (Abruf 2016-09-01).

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2016c). *Förderschwerpunkte des BMU.* Online URL: http://www.bmub.bund.de/themen/luft-laerm-verkehr/verkehr/elektromobilitaet/bmub-foerderprogramm/foerderschwerpunkte-des-bmu/ (Abruf 2016-11-30).

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2008). *Masterplan Güterverkehr und Logistik*. Online. URL: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/Schiene/masterplan-gueterverkehr-und-logistik-2008.pdf?__blob=publicationFile.

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2009). *Bundesweites Modellvorhaben „Förderprogramm Modellregionen Elektromobilität" – Aufforderung zur Interessensbekundung*. Online. URL: http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/foerderprogramm-modellregion-elektromobilitaet.pdf?__blob=publicationFile.

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2013). *Die Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung (MKS) - Energie auf neuen Wegen*. Online. URL: http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/UI-MKS/mks-strategie-final.pdf?__blob=publicationFile.

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie und Bundesministerium für Bildung und Forschung (2006). *Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie*. Online. URL: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/nationales-innovationsprogramm-wasserstoff-und-brennstoffzellen-technologie.pdf?__blob=publicationFile.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2011). „Bekanntmachung der Förderrichtlinie Elektromobilität - Vom 16. Juni 2011". In: *Bundesanzeiger* Amtlicher Teil.100. Förderrichtlinie 2011 Schaufenster, S. 2425.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2015). „Bekanntmachung der Förderrichtlinie Elektromobilität - Vom 9. Juni 2015". In: *Bundesanzeiger* Amtlicher Teil.B3. Förderrichtlinie 2015; veröffentlicht 29.06.2015.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2016). *Nationaler Strategierahmen über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe als Teil der Umsetzung der Richtlinie 2014/94/EU*. Online. URL: http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/MKS/mks-nationaler-strategierahmen-afid.pdf?__blob=publicationFile.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2016b). *Organigramm.* Stand 05.09.2016. Online. URL: http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/organigramm.pdf?__blob=publicationFile (Abruf 2016-09-02).

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2016c). *Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität*. Online. URL: http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/K/gemeinsame-geschaeftsstelle-elektromobiltaet.html (Abruf 2016-09-01).

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2016d). *Förderrichtlinie Elektromobilität.* Online. URL: http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/foerderrichtlinie-elektromobilitaet.html?nn=36210 (Abruf 2016-11-01).

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017a). *Aufruf zur Antragseinreichung zur Förderung von Elektrofahrzeugen und der zum Betrieb benötigten Ladeinfrastruktur im Rahmen des „Sofortprogramms Saubere Luft 2017-2020" (12/2017) gemäß 2.1.1 der Förderrichtlinie Elektromobilität des BMVI vom 5.12.2017*. Online. URL: https://www.now-gmbh.de/content/4-bundesfoerderung-elektromobilitaet-vor-ort/1-foerderrichtlinie/aufruf_12_2017_fahrzeuge_lis_ptj_now-bmvi-_20171214_final.pdf.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017b). „Bekanntmachung Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland – Vom 13. Februar 2017". In: *Bundesanzeiger* Amtlicher Teil.15.02.2017 B4.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017c). *Bekanntmachung Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland – Vom 13. Februar 2017 mit Änderung vom 28. Juni 2017*. Online. URL: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/konsolidierte-foerderrichtlinie-lis-29-06-2017.pdf?__blob=publicationFile

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017d). *Energie auf neuen Wegen - Aktuelles zur Weiterentwicklung der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung*. Online. URL: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/energie-auf-neuen-wegen.pdf?__blob=publicationFile.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017e). *Erster Aufruf zur Antragseinreichung gemäß der Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur vom 15.02.2017*. Online. URL: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/erster-aufruf-zur-antragseinreichung.pdf?__blob=publicationFile.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017f). „Förderrichtlinie Elektromobilität Vom 5. Dezember 2017". In: *Bundesanzeiger* Allgemeiner Teil.15.12.2017, B8. URL: https://www.now-gmbh.de/content/4-bundesfoerderung-elektromobilitaet-vor-ort/1-foerderrichtlinie/frl_elektromobilitaet_bmvi.pdf.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017g). *Zweiter Aufruf vom 14.09.2017 zur Antragseinreichung gemäß der Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur*. Online. URL: https://www.bav.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Foerderung_Ladeinfrastruktur/Zweiter_Aufruf_zur_Antragseinreichung.pdf?__blob=publicationFile&v=6.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017h). *Mobilität in Deutschland 2016 - Ziele und Konzeption*. Online verfügbare Präsentation, S. 23. Online URL: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/mid2016-ziele-konzeption.pdf?__blob=publicationFile (Abruf 2017-05-29).

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017i). *Längenstatistik der Straßen des überörtlichen Verkehrs.* Online. URL: http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/bestandsaufnahme-strassen-ueberoertlich.html (Abruf 2017-07-07).

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017j). *Förderaufruf zur Förderrichtlinie Elektromobilität.* Online. URL: http://bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/foerderrichtlinie-elektromobilitaet-foerderaufruf.html (Abruf 2018-04-23).

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017k). *Mobilität in Deutschland 2016 – Ziele und Konzeption.* Online. URL: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/mid2016-ziele-konzeption.pdf?__blob=publicationFile (Abruf 2017-05-29).

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017l). *Organigramm des Ministeriums.* Stand Mai 2010. Online. URL: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Internetredaktion/broschuere-im-profil.pdf?__blob=publicationFile (Abruf 2016-09-01).

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2018). *Die gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität.* Online. URL: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/K/gemeinsame-geschaeftsstelle-elektromobiltaet.html (Abruf 2018-04-09).

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2018b). *Aktuelles zur Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie.* Online. URL: https://www.bmvi.de/DE/Themen/Mobilitaet/Mobilitaets-Kraftstoffstrategie/Aktuelles/aktuelles.html?https=1 (Abruf 2018-04-09).

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2010). *Etablierung der Nationalen Plattform Elektromobilität am 3. Mai 2010: Gemeinsame Erklärung von Bundesregierung und deutscher Industrie*. Pressemitteilung vom 03.05.2010. Online. URL: http://www.bmwi.de/DE/Presse/pressemitteilungen,did=340772.html (Abruf 2016-09-02).

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014). *Leuchtturmprojekte der Elektromobilität*. Pressemitteilung vom Juni 2014. Online. URL: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/J-L/leuchtturmprojekte-der-elektromobilitaet.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (Abruf 2018-04-09).

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016a). „Bekanntmachung – Richtlinie zur Förderung des Absatzes von elektrisch betriebenen Fahrzeugen (Umweltbonus) vom 29.06.2016“. In: *Bundesanzeiger* Amtlicher Teil.01.07.2016, B1. Hrsg. von Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz. Kaufprämie, S. 1–4. URL: https://www.bundesanzeiger. de/ebanzwww/contentloader?state.action=genericsearch_loadpublicationpdf&session.sessionid=ea918037dc10b3a6cc6be2df3cbc086b&fts_search_list.destHistoryId=24814&fts_search_list.selected=884cdf9033f6b369&state.filename=BAnz %20AT %2001.07.2016 %20B1.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016b). *Elektromobilität Baustein einer nachhaltigen klima- und umweltverträglichen Mobilität*. Online. Marktanreizprogramm Elektromobilität. URL: https://www.bmbf.de/pub_hts/flyer_elektromobilitaet.pdf.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016c). *Aufgaben und Struktur.* Darstellung des Ministeriums. Online. URL: http://www.bmwi.de/DE/Ministerium/aufgaben-und-struktur.html (Abruf 2016-11-13).

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016d). *Rahmenbedingungen und Anreize für Elektrofahrzeuge.* Online. URL: http://www.bmwi.de/DE/Themen/Industrie/Elektromobiltaet/rahmenbedingungen-und-anreize-fuer-elektrofahrzeuge.html (Abruf 2016-11-13).

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2018). *Elektromobilität in Deutschland.* Online. URL: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/elektromobilitaet.html (Abruf 2018-12-30).

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Bundesministerium der Finanzen (2018): *Gesamtwirtschaftliches Produktionspotenzial und Konjunkturkomponenten, Jahresprojektion der Bundesregierung vom 31.1.2018.* Online. URL: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/G/gesamtwirtschaftliches-produktionspotenzial-jahresprojektion-2018.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (Abruf 2018-03-12).

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2010). *Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Energiekonzept 2050*. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. URL: http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/energiekonzept-2010,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf.

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2016). *Digitale Strategie 2025*. Online. URL: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/digitale-strategie-2025.pdf?__blob=publicationFile&v=8.

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie und BAUM Consult GmbH (2012). *Ergebnisbericht zum Förderprogramm „IKT für Elektromobilität*“. Online. URL: http://www.baumgroup.de/fileadmin/dokumente/Bericht_Ergebnisbericht_IKT_fuer_Elektromobilitaet.pdf.

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Bundesministerium für Bildung und Forschung und Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2009). *Auszug aus dem Bericht an den Haushaltausschuss Konjunkturpaket II, Ziffer 9 Fokus „Elektromobilität" vom 10.03.2009*. Online. URL: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/massnahmen-elektromobilitaet-im-konjunkturpaket-ii.pdf?__blob=publicationFile

Bundesnetzagentur (2018). *Liste der gemeldeten Ladeeinrichtungen*. Online. URL: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/HandelundVertrieb/Ladesaeulen/Ladesaeulenkarte_Datenbankauszug13.xlsx?__blob=publicationFile&v=2.

Bundesnetzagentur (2018b). *Ladesäulenkarte*. Online-Übersicht mit fortlaufender Aktualisierung. Online. URL: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/HandelundVertrieb/Ladesaeulenkarte/Ladesaeulenkarte_node.html (Abruf 2018-06-06).

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (1971). „Gesetz zur Verminderung von Luftverunreinigungen durch Bleiverbindungen in Ottokraftstoffen für Kraftfahrzeugmotore (Benzinbleigesetz - BzBlG)". In: *Bundesgesetzblatt* Teil I.77. 5.August 1971, S. 1234–37. URL: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl171s1234.pdf.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (1988). „Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 28. September 1988 (Anlage XXIII)". In: *Bundesgesetzblatt* Teil I.49, S. 1958–2022. URL: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl188s1793b.pdf.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (1993). „Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes – Verordnung über Immissionswerte (22. BImSchV) - Vom 26. Oktober 1993". In: *Bundesgesetzblatt* 1.58, S. 1819–1820. URL: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl193s1819.pdf.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2000). „Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG) sowie zur Änderung des Energiewirtschaftsgesetzes und des Mineralölsteuergesetzes vom 29. März 2000". In: *Bundesgesetzblatt* Teil I.13, S. 305–309. URL: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl100s0305.pdf.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2002). „Gesetz zur Einführung von streckenbezogenen Gebühren für die Benutzung von Bundesautobahnen mit schweren Nutzfahrzeugen". In: *Bundesgesetzblatt* Teil I.23, S. 1234. URL: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl102s1234.pdf.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2006). „Gesetz zur Einführung einer Biokraftstoffquote durch Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes und zur Änderung energie- und stromsteuerrechtlicher Vorschriften (Biokraftstoffquotengesetz - BioKraftQuG) vom 18. Dezember 2006". In: *Bundesgesetzblatt* Teil I.62, S. 3180–3188. URL: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl106s3180.pdf.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2007). *Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm*. Online (2016-06-06). 24.08.2007 auf Kabinettssitzung in Meseberg beschlossen, IEKP. URL: http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/klimapaket_aug2007.pdf.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2008). *Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel – vom Bundeskabinett am 17. Dezember 2008 beschlossen*. Online. URL: http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das_gesamt_bf.pdf.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2009a). „Bekanntmachung über die Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich der Elektromobilität vom 22. April 2009 (verkündigt 12.05.2009)". In: *Bundesanzeiger* 70. FRL 2009 für Kopa 2 vom BMU, S. 1656.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2009b). „Gesetz zur Neuregelung der Kraftfahrzeugsteuer und Änderung anderer Gesetze vom 29. Mai 2009“. In: *Bundesgesetzblatt* Teil I.29, S. 1170–1176. URL: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl109s1170.pdf.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2009c). „Gesetz zur Sicherung von Beschäftigung und Stabilität in Deutschland vom 2. März 2009“. In: *Bundesgesetzblatt* Teil I.11. Kopa2, S. 416–433. URL: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl109s0416.pdf.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2009d). *Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung*. Online. URL: https://www.bmbf.de/files/nationaler_entwicklungsplan_elektromobilitaet.pdf.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2010). „Gesetz zur Errichtung eines Sondervermögens „Energie- und Klimafonds“ vom 8. Dezember 2010“. In: *Bundesgesetzblatt* 1.62, S. 1807–1814. URL: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl110s1807.pdf.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2010b). *Gemeinsame Erklärung von Bundesregierung und deutscher Industrie vom 03.05.2010*. Online. URL: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/etablierung-der-nationalen-plattform-elektromobilitaet-am-3-mai-2010.pdf?__blob=publicationFile (Abruf 2018-04-09).

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2011a). „Berichtigung der Ersten Verordnung zur Änderung der Pkw-Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung - Vom 21. Oktober 2011“. In: *Bundesgesetzblatt* 1.53, S. 2095. URL: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl111s2095.pdf.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2011b). *Regierungsprogramm Elektromobilität*. Hrsg. von Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und Bundesministerium für Bildung und Forschung. Online. URL: https://www.bmbf.de/files/programm_elektromobilitaet.pdf.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2013a). *Deutschlands Zukunft gestalten; Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD; 18. Legislaturperiode*. Online. URL: https://www.bundesregierung.de/Content/DE/_Anlagen/2013/2013-12-17-koalitionsvertrag.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (Abruf 2013-12-16).

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2013b). „Gesetz zur Umsetzung der Amtshilferichtlinie sowie zur Änderung steuerlicher Vorschriften (Amtshilferichtlinie-Umsetzungsgesetz – AmtshilfeRLUmsG) - Vom 26. Juni 2013“. In: *Bundesgesetzblatt* 1.32, S. 1809–1847. URL: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl113s1809.pdf.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2015a). „Drittes Gesetz zur Änderung des Bundesfernstraßenmautgesetzes“. In: *Bundesgesetzblatt* Teil I.23, S. 922–924. URL: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl115s0922.pdf.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2015b). „Fünfzigste Verordnung zur Änderung straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften - Vom 15. September 2015“. In: *Bundesgesetzblatt* 1.36, S. 1573–1578. URL: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl115s1573.pdf.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2015c). „Gesetz zur Bevorrechtigung der Verwendung elektrisch betriebener Fahrzeuge (Elektromobilitätsgesetz – EmoG) - Vom 5. Juni 2015“. In: *Bundesgesetzblatt* Teil I.22, S. 898–900. URL: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl115s0898.pdf.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2015d). „Gesetzentwurf des Bundesrates - Entwurf eines Gesetzes zur steuerlichen Förderung der Elektromobilität vom 10.07.15“. In: *Bundesratsdrucksache* 114.5, S. 1–13. URL: https://www.bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2015/0101-0200/114-15(B).pdf?__blob=publicationFile&v=1.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2015e). *Bundesregierung nominiert 7 Leuchtturmprojekte Elektromobilität*. Pressemitteilung vom 15.06.2015. Online. URL: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2015/20150615-bundesregierung-nominiert-7-leuchtturmprojekte-elektromobilitaet.html (Abruf 2018-04-09).

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2016a). „Gesetz zur steuerlichen Förderung von Elektromobilität im Straßenverkehr - Vom 7. November 2016“. In: *Bundesgesetzblatt* 1.53, S. 2498–2499. URL: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl116s2498.pdf.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2016b). „Gesetz zur Weiterentwicklung des Strommarktes (Strommarktgesetz) - Vom 26. Juli 2016“. In: *Bundesgesetzblatt* 1.37, S. 1786–1818. URL: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl116s1786.pdf.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2016c). „Verordnung über technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile (Ladesäulenverordnung – LSV) - Vom 9. März 2016“. In: *Bundesgesetzblatt* 1.12. veröffentlicht 16.03.2016, S. 457–458. URL: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl116s0457.pdf.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2016d). „Verordnung zur Modernisierung des Vergaberechts (Vergaberechtsmodernisierungsverordnung – VergRModVO) - Vom 12. April 2016“. In: *Bundesgesetzblatt* 1.16, S. 624–716. URL: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl116s0624.pdf.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2016e). *Elektromobilität. Verbesserte Förderung von Elektrofahrzeugen.* Online. URL: https://www.bundesregierung.de/Content/DE/Infodienst/2016/05/2016-05-18-elektromobilitaet1/2016-05-18-elektromobilitaet.html (Abruf 2018-04-17).

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2016f). *Weitere Steuervorteile für Elektroautos.* Mitteilung der Bundesregierung. Online. URL: https://www.bundesregierung.de/Content/DE/Artikel/2016/05/2016-05-18-elektromobilitaet.html (Abruf 2018-04-23).

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2017a). „Erste Verordnung zur Änderung der Ladesäulenverordnung - Vom 1. Juni 2017“. In: *Bundesgesetzblatt* 1.35. 13. Juni 2017 verkündigt, LSV II, S. 1520–1521. URL: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl117s1520.pdf.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2017b). „Erste Verordnung zur Änderung der Ladesäulenverordnung - Vom 1. Juni 2017“. In: *Bundesgesetzblatt* 1.35, S. 1520–1521. URL: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl117s1520.pdf.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2017c). „Gesetz zur Bevorrechtigung des Carsharing (Carsharinggesetz–CsgG) - Vom 5. Juli 2017“. In: *Bundesgesetzblatt* 1.45, S. 2230–2233. URL: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl117s2230.pdf.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2017d). „Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes – Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV) – Vom 2. August 2010“. In: *Bundesgesetzblatt* 1.40, S. 1065–1104. URL: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl110s1065.pdf.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2017e). „Viertes Gesetz zur Änderung des Bundesfernstraßenmautgesetzes - Vom 27. März 2017“. In: *Bundesgesetzblatt* 1.15, S. 564–567. URL: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl117s0564.pdf.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2017f). *Pressekonferenz von Bundeskanzlerin Merkel, Bundesministerin Hendricks, Ministerpräsident Haseloff, Regierender Bürgermeister Müller, Oberbürgermeister Reiter, Oberbürgermeister Kuhn und Oberbürgermeister Philipp.* Mitschrift online. Online. URL: https://www.bundesregierung.de/Content/DE/Mitschrift/Pressekonferenzen/2017/11/2017-11-28-pk-kommunen-luftqualitat.html?nn=2284870 (Abruf 2019-01-28).

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2017g). *Sofortprogramm für saubere Luft.* Online. URL: https://www.bundesregierung.de/Content/DE/Infodienst/2017/11/2017-11-30-kommunalgipfel/2017-11-30-saubere-luft-in-den-staedten.html (Abruf 2018-04-17).

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2018). *Ein neuer Aufbruch für Europa, Eine neue Dynamik für Deutschland, Ein neuer Zusammenhalt für unser Land - Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD - 19. Legislaturperiode*. Online. URL: https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975226/847984/5b8bc23590d4cb2892b31c987ad672b7/2018-03-14-koalitionsvertrag-data.pdf?download=1.

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2018b). *Einigung auf Kaufprämie für E-Autos.* Mitteilung der Bundesregierung vom 27.04.2016. Online. URL: https://www.bundesregierung.de/Content/DE/Artikel/2016/04/2016-04-27-foerderung-fuer-elektroautos-beschlossen.html (Abruf 2018-04-23).

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2018c). *Einsatz von Elektrofahrzeugen in kommunalen Flotten der Freien und Hansestadt Hamburg sowie in der Metropolregion Hamburg.* Datenbankauszug aus dem Förderkatalog des Bundes. Online. URL: https://foerderportal.bund.de/foekat/jsp/SucheAction.do?actionMode=view&fkz=03EMI111 (Abruf 2018-04-23).

Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (2017). *Daten aus der Erhebung zur Ladeinfrastruktur in Deutschland*, Stand März 2017. Online. URL: https://www.bdew.de/internet.nsf/id/bdew-erhebung-elektromobilitaet-de?open&ccm=300110010020#cat/Energie %5CMobilit %C3 %A4t %5CElektro mobilit %C3 %A4t %5CBDEW-Erhebung %20Ladeinfrastruktur %5CWeitere %20Grafiken %20Ladeinfra struktur/2-anzahl-der-oeffentlich-zugaenglichen-ladepunkte-je-bundesland-de (Abruf 2017-06-30).

Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (2017b). *Hamburg ist aktueller Spitzenreiter beim Ausbau der Ladeinfrastruktur in den Städten*. Meldung vom 24.10.2017. Online. URL: https://www.bdew.de/presse/presseinformationen/hamburg-spitzenreiter-ausbau-ladeinfrastruktur-stadt/ (Abruf 2018-06-25).

Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (2018). *BDEW-Codenummern*, Online. URL: https://bdew-codes.de/Codenumbers/BDEWCodes/CodeOverview (Abruf 2018-06-25).

Bundesverband Elektromobilität (2016). Online-Profil von Christian Heep auf der Vereinsseite. Online. URL: http://www.bem-ev.de/christian-heep/ (Abruf 2016-09-09).

Bündnis 90/Die Grünen (2008). *Unsere Ideen. Für Hamburg. Das Wahlprogramm der GAL zur Bürgerschaftswahl am 24. Februar 2008*. Geschäftsstelle Bündnis 90/Die Grünen Hamburg.

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2004). „Plenarprotokoll 18/2 vom 31.03.04“. In: *Plenarprotokolle der Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg*.

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2007). „Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft: Haushaltsplan 2007/2008; „Hamburger Klimaschutzkonzept 2007-2012“; Einzelplan 6 „Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt“; hier: Nachbewilligung von Planstellen und Haushaltsmitteln vom 21.08.07“. In: *Bürgerschaftsdrucksache* 18.18/6803. URL: https://www.hamburg.de/contentblob/4358066/data/d-18-6803-klimaschutzkonzept-hamburg-2007-2012-2007).pdf.

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2008). „Plenarprotokoll 19/5 vom 28.05.2008“. In: *Plenarprotokolle der Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg*.

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2009a). „Schriftliche Kleine Anfrage der Abgeordneten Dr. Monika Schaal (SPD) vom 03.04.09 und Antwort des Senats (Drucksache 19/2721 vom 14.04.09)“. In: *Bürgerschaftsdrucksache* 19.2721, S. 1–2. URL: https://www.buergerschaft-hh.de/ParlDok/dokument/25723/nationaler-entwicklungsplan-elektromobilit %c3 %a4t.pdf.

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2009b). „Schriftliche Kleine Anfrage der Abgeordneten Dr. Monika Schaal (SPD) vom 04.05.09 und Antwort des Senats (Drucksache 19/2973 vom 12.05.09)“. In: *Bürgerschaftsdrucksache* 19.2973, S. 1–3. URL: https://www.buergerschaft-hh.de/ParlDok/dokument/25979/nationaler-entwicklungsplan-elektromobilit %c3 %a4t-iii-.pdf.

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2009c). „Schriftliche Kleine Anfrage der Abgeordneten Dr. Monika Schaal (SPD) vom 17.04.09 und Antwort des Senats (Drucksache 19/2836 vom 24.04.09)“. In: *Bürgerschaftsdrucksache* 19.2836, S. 1–2. URL: https://www.buergerschaft-hh.de/ParlDok/dokument/25837/nationaler-entwicklungsplan-elektromobilit %c3 %a4t-ii-.pdf.

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2010). „Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft - Haushaltsplan 2009/2010; Einzelplan 6 „Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt“ - „Hamburg – Umwelthauptstadt Europas 2011“; Nachforderung von Haushaltsmitteln und einer Verpflichtungsermächtigung sowie Bericht über den Sachstand - Drucksache 19/5797 vom 30.03.10“. In: *Bürgerschaftsdrucksache* 19.19/5797. URL: http://www.hamburg.de/contentblob/2447240/data/buergerschaftsdrucksache-zur-umwelthauptstadt.pdf.

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2011a). „Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft - „Fortschreibung des Hamburger Klimaschutzkonzepts 2007–2012“, Berichterstattung über die programmatische Weiterentwicklung, die Umsetzung der Maßnahmen 2010 sowie die geplante Mittelverteilung 2011 (dritte Fortschreibung). Drucksache 19/8311“. In: *Bürgerschaftsdrucksache* 19/8311. URL: http://www.hamburg.de/contentblob/2982840/data/klimaschutzkonzept-2010-2011.pdf.

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2011b). „Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft - „Fortschreibung des Hamburger Klimaschutzkonzepts 2007–2012“, Berichterstattung über die programmatische Weiterentwicklung, die Umsetzung der Maßnahmen 2011 sowie die geplante Mittelverteilung 2012 (vierte Fortschreibung) - Drucksache 20/2676 vom 20.12.11. Drucksache 20/2676.“ In: *Bürgerschaftsdrucksache* 20/2676. URL: http://www.hamburg.de/contentblob/4358098/data/d-20-2676-klimaschutzkonzept-hamburg-2007-2012-2011).pdf.

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2011c). „Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft - Haushaltsplan 2011/2012; Einzelplan 7: Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation - Nachbewilligung einer Verpflichtungsermächtigung in 2012; Elektromobilität in Hamburg: Stand und weitere Entwicklung - Drucksache 20/2088 vom 08.11.11“. In: *Bürgerschaftsdrucksache* 20.20/2088. URL: https://www.buergerschaft-hh.de/ParlDok/dokument/34528/haushaltsplan-2011-2012-einzelplan-7-beh %c3 %b6rde-f %c3 %bcr-wirtschaft-verkehr-und-innovation-nachbewilligung-einer-verpflichtungserm %c3 %a4chtigung-in-2012.pdf.

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2011d). „Plenarprotokoll 20/2 vom 23.03.2011“. In: *Plenarprotokolle der Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg*.

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2013a). Masterplan Klimaschutz – Zielsetzung, Inhalt und Umsetzung, A. Anlass, B. Der Masterplan Klimaschutz. Drucksache 20/8493. In: *Bürgerschaftsdrucksache 20/8493.* URL: http://www.hamburg.de/contentblob/4050236/data/masterplan-klimaschutz.pdf.

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2013b). „Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft - Aufhebung der Stellplatzpflicht für Kraftfahrzeuge bei Wohnungsbauvorhaben und Stellungnahme des Senats zu dem Ersuchen der Bürgerschaft vom 24. Januar 2013 „Wohnungsbau beschleunigen und günstiger gestalten: Aussetzung der Stellplatzverordnung“ (Ziff. 1–3, 5 und 6 der Drucksache 20/3987 i.V.m. Bericht und Empfehlung des Stadtentwicklungsausschusses Drucksache 20/5976) - Drucksache 20/9751 vom 29.10.13. Drucksache 20/9751. In: *Bürgerschaftsdrucksache 20/9751.* URL: http://www.buergerschaft-hh.de/ParlDok/dokument/42799/aufhebung-der-stellplatzpflicht-f %c3 %bcr-kraftfahrzeuge-bei-wohnungsbauvorhaben-und-stellungnahme-des-senats-zu-dem-ersuchen-der-b %c3 %bcrgerschaft-vom.pdf.

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2014). „Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft - Masterplan Ladeinfrastruktur und Stellungnahme des Senats zu dem Ersuchen der Bürgerschaft vom 11. Dezember 2013 „An Erfolge anknüpfen und Elektromobilität weiterentwickeln“, Drucksache 20/10267. Drucksache 20/12811. Datum 26.08.2014“. In: *Bürgerschaftsdrucksache* 20/10267. URL: www.hamburg.de/contentblob/4479262/data/masterplan-ladeinfrastruktur.pdf.

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2015a). „Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft - Hamburger Klimaplan. Drucksache 21/2521.“ In: *Bürgerschaftsdrucksache 21/2521*. URL: http://www.hamburg.de/contentblob/4658414/data/d-21-2521-hamburger-klimaplan.pdf.

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2015b). „Plenarprotokoll 21/4 vom 06.05.15“. In: *Plenarprotokolle der Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg.*

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2015c). „Schriftliche Kleine Anfrage des Abgeordneten Dennis Thering (CDU) vom 14.12.15 und Antwort des Senats (Drucksache 21/2603 vom 22.12.15)“. In: *Bürgerschaftsdrucksache* 21.2603. URL: https://www.buergerschaft-hh.de/ParlDok/dokument/50904/wie-hat-sich-die-park-und-stellplatzsituation-in-hamburg-2015-entwickelt-.pdf.

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2016). „Schriftliche Kleine Anfrage des Abgeordneten Dennis Thering (CDU) vom 16.12.16 und Antwort des Senats. Kleine Anfrage 21/7282.“ In: *Bürgerschaftsdrucksache 21/7282*. URL: https://www.buergerschaft-hh.de/ParlDok/dokument/55883/wie-hat-sich-die-park-und-stellplatzsituation-in-hamburg-2016-entwickelt-.pdf.

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2017a). „Antrag der Abgeordneten Martina Koeppen, Ole Thorben Buschhüter, Matthias Czech, Dr. Andreas Dressel, Gert Kekstadt, Dorothee Martin, Lars Pochnicht, Frank Schmitt, Henriette von Enckevort (SPD) und Fraktion und der Abgeordneten Martin Bill, Phyliss Demirel, Farid Müller, Ulrike Sparr, Dr. Anjes Tjarks (GRÜNE) und Fraktion - Betr.: Elektromobilität stärken – Blaue Stellflächen für alle Ladestationen - Drucksache 21/8348 vom 15.03.17“. In: *Bürgerschaftsdrucksache* 21.21/8348. URL: https://www.buergerschaft-hh.de/ParlDok/dokument/57054/elektromobilit %c3 %a4t-st %c3 %a4rken- %e2 %80 %93-blaue-stellfl %c3 %a4chen-f %c3 %bcr-alle-ladestationen.pdf.

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2017b). „Bericht des Haushaltsausschusses über die Drucksache 21/10349 - Drucksache 21/10770 vom 25.10.17“. In: *Bürgerschaftsdrucksache* 21.21/10770. URL: https://www.buergerschaft-hh.de/ParlDok/dokument/59676/bericht-des-haushaltsausschusses- %c3 %bcber-die-drucksache-21-10349-haushaltsplan-2017-2018- %e2 %80 %93-einzelplan-7-0- %e2 %80 %9ebeh %c3 %b6rde-f %c3 %bcr-wirtschaft-verkehr-und.pdf.

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2017c). „Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft - Haushaltsplan 2017/2018 Einzelplan 7.0 „Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation“ - hier: Nachbewilligung nach §35 LHO und Stellungnahme des Senats zu den Ersuchen „Hamburg 2020: Weiterentwicklung der Elektromobilität in Hamburg“, „Elektromobilität in Hamburg nimmt Fahrt auf“ und „Elektromobilität stärken – Blaue Stellflächen für alle Ladestationen“ - Drucksache 21/10349 vom 12.09.17“. In: *Bürgerschaftsdrucksache* 21.21/10349. URL: https://www.buergerschaft-hh.de/ParlDok/dokument/59190/haushaltsplan-2017-2018-einzelplan-7-0- %e2 %80 %9ebeh %c3 %b6rde-f %c3 %bcr-wirtschaft-verkehr-und-innovation %e2 %80 %9c-hier-nachbewilligung-nach- %c2 %a7-35-lho-und-stellungnahme.pdf.

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2017d). „Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft - Mobilität in Hamburg – Ziele - Drucksache 21/7748 vom 31.01.17“. In: *Bürgerschaftsdrucksache* 21.21/7748. URL: http://www.hamburg.de/contentblob/11221894/e14ddbb50d45ee9778ed827bba297fdd/data/drucksache-21-7748-mobilitaet-in-hamburg-ziele.pdf.

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2017e). „Schriftliche Kleine Anfrage des Abgeordneten Dennis Thering (CDU) vom 18.10.17 und Antwort des Senats - Drucksache 21/10707 vom 24.10.17“. In: *Bürgerschaftsdrucksache* 21.21/10707. URL: https://www.buergerschaft-hh.de/ParlDok/dokument/59608/entwicklung-der-ladeinfrastruktur-f %c3 %bcr-elektrofahrzeuge-seit-2011-warum-betreibt-rot-gr %c3 %bcn-bei-der-e-mobilit %c3 %a4t-augenwischerei-und-schm %c3 %bcckt-sich.pdf.

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2017f). „Schriftliche Kleine Anfrage des Abgeordneten Detlef Ehlebracht (AfD) vom 19.10.17 und Antwort des Senats - Drucksache 21/10716 vom 27.10.17“. In: *Bürgerschaftsdrucksache* 21.21/10716. URL: https://www.buergerschaft-hh.de/ParlDok/dokument/59618/ausbau-der-elektromobilit %c3 %a4t.pdf.

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2018a). „Schriftliche Kleine Anfrage der Abgeordneten Heike Sudmann (DIE LINKE) vom 11.06.18 und Antwort des Senats - Drucksache 21/13387 vom 19.06.18“. In: *Bürgerschaftsdrucksache* 21.21/13387. URL: https://www.buergerschaft-hh.de/ParlDok/dokument/62747/evaluation-von-car2go-und-anderen-carsharing-anbietern-innen.pdf.

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2018b). „Schriftliche Kleine Anfrage des Abgeordneten Jörg Hamann (CDU) vom 19.01.18 und Antwort des Senats - Drucksache 21/11717 vom 26.01.18“. In: *Bürgerschaftsdrucksache* 21.21/11717. URL: https://www.buergerschaft-hh.de/ParlDok/dokument/60951/anreize-f %c3 %bcr-elektromobilit %c3 %a4t-in-hamburg.pdf.

Burke, A. F., Kenneth S. Kurani und Erin J. Kenny (2000). *Study of the Secondary Benefits of the ZEV Mandate*. Research Report UCD-ITS-RR-00-07. Prepared for the California Air Resources Board Research Division Contract 99-328. Institute of Transportation Studies, University of California, Davis. URL: https://itspubs.ucdavis.edu/wp-content/themes/ucdavis/pubs/download_pdf.php?id=414.

Busch, Hannes und Hysolutions GmbH (2017). *ePowered Fleets Hamburg - Elektromobilität in Flotten: Laufzeit des Vorhabens vom: 01. Januar 2014 bis: 30. Juni 2017: FuE-Programm „Erneuerbar Mobil“ des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) : Schlussbericht*. Online. BMUB-Projekte FKZ 16EM20791, 16EM20792, 16EM20793, 01150554. DOI: https://doi.org/10.2314/GBV:1013236939. URL: https://www.tib.eu/de/suchen/id/TIBKAT %3A1013236939/ePowered-Fleets-Hamburg-Elektromobilit %C3 %A4t-in-Flotten/.

California Air Resources Board (2018). *History of CARB*. Online. URL: http://www.arb.ca.gov/html/brochure/history.htm (Abruf 2018-03-03).

Canzler, Weert und Andreas Knie (1994). *Das Ende des Automobils*. Heidelberg: Verlag C.F. Müller. ISBN: 3-7880-9872-4.

Canzler, Weert und Andreas Knie (2012). „Neue Beweglichkeit durch intermodale und energetische Vernetzung“. In: *Zukünftige Entwicklungen in der Mobilität; Betriebswirtschaftliche und technische Aspekte*. Hrsg. von Heike Proff, Jörg Schönharting, Dieter Schramm und Jürgen Ziegler. Wiesbaden: Springer Gabler. Kap. 1, S. 5–20. ISBN: 978-3-8349-3232-7. DOI: 10.1007/978-3-8349-7117-3.

Capro, P., A. De Vita, N. Tasios, D. Papadopoulos, P. Siskos, E. Apostolaki, M. Zampara, L. Paroussos, K. Fragiadakis, N. Kouvaritakis, L. Höglund-Isaksson, W. Winiwarter, P. Purohit, H. Böttcher, S. Frank, P. Havlik, M. Gusti und H.P. Witzke (2013). *EU Energy, Transport and GHG Emission Trends to 2050 - Reference Scenario 2013.* Research Report. Directorate-General for Energy, Directorate-General for Climate Action and Directorate-General for Mobility and Transport. Brüssel: Europäische Kommission. DOI: 10.2833/17897. URL: https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/media/publications/doc/trends-to-2050-update-2013.pdf.

Carspector (2018). *Renault Kangoo Multix 1.4 Authentique*. Datenbankauszug. Online. URL: http://carspector.com/car/renault/049385/ (Abruf 2018-09-10).

Cleland, David I. (2010). *Project manager’s portable handbook*. 3. Aufl. New York: McGraw-Hill. ISBN: 978-0-07-174105-7.

Collantes, Gustavo (2006). „*The California Zero-Emission Vehicle Mandate: A Study of the Policy Process, 1990-2004*“. Research Report UCD-ITS-RR-06-09. Diss. Institute of Transportation Studies, University of California, Davis. URL: https://itspubs.ucdavis.edu/wp-content/themes/ucdavis/pubs/download_pdf.php?id=1038.

Collantes, Gustavo und Daniel Sperling (2008). „The origin of California’s zero emission vehicle mandate“. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 42.10. UC Davies Reference Number: UCD-ITS-RP-08-36, S. 1302–1313. URL: https://itspubs.ucdavis.edu/wp-content/themes/ucdavis/pubs/download_pdf.php?id=1205.

Committee to Assess Fuel Economy Technologies for Medium- and Heavy-Duty Vehicles (2009). *Technologies and Approaches to Reducing the Fuel Consumption of Medium- and Heavy-Duty Vehicles*. Hrsg. von Transportation Research Board. Washington: National Academy Press, S. 251. ISBN: 978-0-309-38725-5. DOI: 10.17226/12845. URL: http://nap.edu/12845.

Cox, Brian und Christian Bauer (2018). *The environmental burdens of passenger cars: today and tomorrow.* Online. URL: https://www.psi.ch/ta/PublicationTab/Cox_2018.pdf.

Crosta, Nicola und Karen Maguire (2007). *OECD-Prüfbericht zur Politik für ländliche Räume: Deutschland*. Paris: OECD Publishing. ISBN: 978-92-64-01775-7. DOI: 10.1787/9789264017764-de. URL: http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/LaendlicheRaeume/OECD-Pruefbericht.pdf?__blob=publicationFile.

Cylex Dienstleistungs GmbH (2016). Branchenauskunftseintrag zu Firma CCC-Car Cycle-Consult. Online. URL: http://web2.cylex.de/firma-home/ccc-car-cycle-consult-inh--sabine-sigl-7944068.html (Abruf 2016-09-09).

Cymage Media (2016). Impressum der Website. Online. URL: http://www.cymage-media.com/impressum/ (Abruf 2016-09-09).

Cymage Media (2016b). Selbstdarstellung des Verlags auf der Website. Online. URL: http://www.cymage-media-verlag.com/ (Abruf 2016-09-09).

Daimler Benz Aktiengesellschaft (1997). *The A-Class Electric Vehicle*. (gedrucktes Heft, interne Nummer: K/UT 1121 12/97, als Scan im Internet). URL: http://www.umweltbrief.de/pdf/Mercedes_A-class_electric_zebra.pdf.

DAT Deutsche Automobil Treuhand GmbH (2018). *Leitfaden über den Kraftstoffverbrauch, die CO_2-Emissionen und den Stromverbrauch aller neuen Personenkraftwagenmodelle, die in Deutschland zum Verkauf angeboten werden - 3. Quartal 2018*. Online. DOI: https://www.dat.de/leitfaden/LeitfadenCO2.pdf.

DB Rent GmbH (2016). Eigene Unternehmensdarstellung auf der Website des Unternehmens. Online. URL: https://www.dbrent.de/de/unternehmen/ueber-uns/db-fuhrpark-service (Abruf 2016-10-10).

DB Rent GmbH (2016b). Übersicht der Fahrzeugstellplätze des Carsharingdienstes Flinkster, Standort Garage Hopfenstraße in Hamburg. Online. URL: https://www.flinkster.de/kundenbuchung/process.php?proc=station&station_id=404733&f=3 (Abruf 2016-10-10).

DB Rent GmbH (2016c). Übersicht der Fahrzeugstellplätze des Carsharingdienstes Flinkster, Standort Hbf Elektro Hamburg in Hamburg. Online. URL: https://www.flinkster.de/kundenbuchung/process.php?proc=station&station_id=402661&f=3 (Abruf 2016-10-10).

DB Rent GmbH (2018). Regierungsprogramm und Modellregionen Elektromobilität. Online. URL: http://www.bemobility.de/bemobility-de/start/zukunft_elektromobilitaet/regierungsziele.html (Abruf 2018-04-09).

Decker, Michael, Torsten Fleischer, Jens Schippl und Nora Weinberger (2012). Zukünftige Themen der Innovations- und Technikanalyse : Methodik und ausgewählte Ergebnisse. KIT Scientific Reports 7605. Karlsruhe: Karlsruher Institut für Technologie. DOI: dx.doi.org/10.5445/KSP/1000025609.

Del Duce, Andrea, Patricia Egede, Gerlind Öhlschläger, Tina Dettmer, Hans-Jörg Althaus, Thomas Bütler und Eva Szczechowicz (2013). *eLCAr: Guidelines for the LCA of electric vehicles*. Online. Abschlussbericht. EU FP7, Projektnr. 285571; Call (part) identifier: FP7-2011-GC-ELECTROCHEMICAL-STORAGE. Aachen. URL: https://www.researchgate.net/profile/Hans-Joerg_Althaus/publication/291135663_eLCAr_Guidelines_for_the_LCA_of_electric_vehicles/links/569e330b08aed27a70327158/eLCAr-Guidelines-for-the-LCA-of-electric-vehicles.pdf?origin=publication_detail.

Deutscher Bundestag (2007). „Plenarprotokoll 16/94, Stenografischer Bericht, 94. Sitzung, Berlin, Donnerstag, den 26. April 2007“. In: *Bundestagsdrucksache* 16. URL: http://dipbt.bundestag.de/doc/btp/16/16094.pdf.

Deutscher Bundestag (2010a). „Drucksache 17/2568 vom 13. 07. 2010 - Antwort der Bundesregierung auf die Große Anfrage der Abgeordneten Garrelt Duin, Hubertus Heil (Peine), Doris Barnett, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der SPD – Drucksache 17/1616 – Ökonomische Wirkung der Konjunkturpakete“. In: *Bundestagsdrucksache* 17.2568. URL: http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/17/025/1702568.pdf.

Deutscher Bundestag (2010b). „Drucksache 17/3049 vom 28. 09. 2010 - Unterrichtung durch die Bundesregierung: Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung und 10-Punkte-Sofortprogramm – Monitoring und Zwischenbericht der Bundesregierung“. In: *Bundestagsdrucksache*. (Ist gleich Energiekonzept 2050), S. 1–18.

Deutscher Bundestag (2011). „Drucksache 17/6726 vom 03. 08. 2011 - Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Oliver Kaczmarek, Ute Kumpf, René Röspel, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der SPD – Drucksache 17/6551 – Sachstand zu Forschung und Forschungsförderung der Elektromobilität“. In: *Bundestagsdrucksache* 17.6726. URL: http://dipbt.bundestag.de/doc/btd/17/067/1706726.pdf.

Deutscher Bundestag (2016). „Plenarprotokoll 18/198 - Stenografischer Bericht 198. Sitzung - Berlin, Mittwoch, den 9. November 2016“. In: *Bundestagsdrucksache*, S. 19730–19731.

Deutscher Bundestag (2018). „Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Ingrid Remmers, Jörg Cezanne, Dr. Gesine Lötzsch, weiterer Abgeordneter und der Fraktion DIE LINKE – Drucksache 19/279 – Nationales Forum Diesel – Dieselgipfel“. In: *Bundestagsdrucksache* 19.378. URL: http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/19/003/1900378.pdf.

Deutsches Kraftfahrzeuggewerbe Zentralverband (2016). *Zahlen und Fakten 2016 (Ausgabe 2017)*. Online. Bonn. URL: https://www.kfzgewerbe.de/fileadmin/user_upload/Presse/Zahlen_Fakten/Zahlen_Fakten_2016.pdf.

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt und Karlsruher Institut für Technologie (2016). *LADEN2020 Schlussbericht - Konzept zum Aufbau einer bedarfsgerechten Ladeinfrastruktur in Deutschland von heute bis 2020*. Online. Abschlussbericht FKZ-BMWi 01MX15001. URL: http://www.dlr.de/vf/Portaldata/12/Resources/dokumente/projekte/laden2020/LADEN2020_Schlussbericht.pdf.

Deutsche Umwelthilfe (2018). *Deutsche Umwelthilfe erwirkt Grundsatzurteil für die „Saubere Luft“ in unseren Städten – Dieselkonzerne müssen alle Betrugsdiesel technisch nachrüsten.* Online. URL: https://www.duh.de/presse/pressemitteilungen/pressemitteilung/deutsche-umwelthilfe-erwirkt-grundsatzurteil-fuer-die-saubere-luft-in-unseren-staedten-dieselkonze (Abruf 2018-04-17).

Deutscher Wetterdienst (2018): *Pressemitteilung – Deutschlandwetter* (Auswertung der quartalsweisen Mitteilunge). Online. URL: https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/pressemitteilungen_node.html (Abruf 2018-06-18).

Dick, Michael (2000): *Die Anwendung narrativer Gridinterviews in der psychologischen Mobilitätsforschung*. In: Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research 1 (2). ISSN 1438-5627. DOI 10.17169/fqs-1.2.1075. Auch online verfügbar unter http://www.qualitative-research.net/ index.php/fqs/article/view/1075/2338.

Dickhaut, Wolfgang und Cathrin Zengerling (2018). *Integration von Elektromobilität in Neubau und Bestand – Kommunale Steuerungsinstrumente zur Aktivierung privater Flächen - Teilbericht D der Wissenschaftlichen Begleitforschung im Bundesförderprojekt „e-Quartier Hamburg*“. Online. Hamburg:Hafencity Universität. BMVI-FKZ 03EM0203G.

Dickhaut, Wolfgang, Thomas Prill, Johanna Fink, Daniel Kulus, Peter Lindlahr, Kathrin Gisdon, Leif Carstens, Uwe Drost, Joachim Engstfeld, Carsten Redlich, Olaf Puttlitz und Stefan Töllner (2018a). *Erkenntnisse aus e-Quartier Hamburg – 7 Thesen zur künftigen Umsetzung quartiersbezogener E-Carsharing- Konzepte - Teilbericht H der Wissenschaftlichen Begleitforschung im Bundesförderprojekt „e-Quartier Hamburg*“. Online. Hamburg:Hafencity Universität. BMVI-FKZ 03EM0203G.

Dickhaut, Wolfgang, Thomas Prill und Daniel Kulus (2018b). *Prozessanalyse interner Abläufe im Projekt „e-Quartier Hamburg“: Projektverlauf, Hindernisse und Lösungsansätze -Teilbericht G der Wissenschaftlichen Begleitforschung im Bundesförderprojekt „e-Quartier Hamburg“*. Online. Hamburg:Hafencity Universität. BMVI-FKZ 03EM0203G.

Dickhaut, Wolfgang, Johanna Fink, Thomas Prill und Johannes Lauer (2018c). *Wirksamkeitsuntersuchung des Projektes „e-Quartier Hamburg“: Mobilitätsverhalten, Akzeptanz und Verhaltensänderung - Teilbericht E der Wissenschaftlichen Begleitforschung im Bundesförderprojekt „e-Quartier Hamburg“.* Hamburg:Hafencity Universität. BMVI-FKZ 03EM0203G.

Dickhaut, Wolfgang, Konrad Rothfuchs, Christian Scheler und Christoph Ludwig (2018d). *Elektromobilitätsentwicklung auf städtischer Mikroebene: Ein Standort-Tool zur Dimensionierung und Allokation von e-Carsharing Flotten - Teilbericht C der Wissenschaftlichen Begleitforschung im Bundförderprojekt „e-Quartier Hamburg“.* Online. Hamburg:Hafencity Universität. BMVI-FKZ 03EM0203G.

Dickhaut, Wolfgang, Daniel Kulus und Laura Ehrenberg (2018e). *Elektromobilitätsentwicklung auf städtischer Mesoebene: Eignungsfestellung konkreter E-Carsharing-Standorte mittels Präqualifizierungsverfahren - Teilbericht B der Wissenschaftlichen Begleitforschung im Bundesförderprojekt „e-Quartier Hamburg“.* Online. Hamburg:Hafencity Universität. BMVI-FKZ 03EM0203G.

Dickhaut, Wolfgang, Daniel Kulus und Laura Ehrenberg (2018f). *Elektromobilitätsentwicklung auf städtischer Makroebene: Identifizierung geeigneter Gebiete mittels Stadtstrukturtypenanalyse - Teilbericht A der Wissenschaftlichen Begleitforschung im Bundesförderprojekt „e-Quartier Hamburg*“. Online. Hamburg:Hafencity Universität. BMVI-FKZ 03EM0203G. Hamburg.

Dickhaut, Wolfgang und Thomas Prill (2018). *Mobilitätsmanagement im Projekt „e-Quartier Hamburg“: Erfahrungen und Empfehlungen -Teilbericht F der Wissenschaftlichen Begleitforschung im Bundesförderprojekt „e-Quartier Hamburg*“. Online. Hamburg:Hafencity Universität. BMVI-FKZ 03EM0203G.

Dickhaut, Wolfgang, Thomas Prill, Johanna Fink und Daniel Kulus (2017). *„Mobilität im Quartier – Chance auf Veränderung“ - Arbeiten und Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitforschung im Förderprojekt e-Quartier Hamburg.* Online. Vortrag anlässlich der Abschlussveranstaltung DIALOG; Hamburg, 22. September 2017. Hamburg:Hafencity Universität. BMVI-FKZ 03EM0203G.

Dickhaut, Wolfgang und Johannes Lauer (2016). *Conference Documentation; International Conference; E-Mobility: Challenges for Technology and Urban Infrastructure Development, 27. - 29. September 2016*, HCU Hamburg. Online. URL: https://www.hcu-hamburg.de/index.php?id=7085&type=0&jumpURL=fileadmin %2Fdocuments %2FREAP %2Ffiles %2FINTERNATIONAL_CONFERENCE_DOCUMENTATION_2016_SINGER_HCU.pdf&juHash=f779a1ea1eace5a777ddccc8f60ede9cc8d4f7e3.

Diekmann, Andreas (2008). *Empirische Sozialforschung : Grundlagen, Methoden, Anwendungen*. 19. Aufl. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt-Taschenbuch-Verlag. ISBN: 978-3-499-55678-4.

Diekmann, Laura, Eva Gerhards, Stefan Klinski, Bettina Meyer, Sebastian Schmidt und Michael Thöne (2011). *Steuerliche Behandlung von Firmenwagen in Deutschland. FiFo-Berichte 13. Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (FKZ UM 08 45 731/02).* Köln:
Finanzwissenschaftliches Forschungsinstitut an der Universität zu Köln und Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft. URL: http://www.foes.de/pdf/2011_Firmenwagenbesteuerung_lang.pdf.

Dietmannsberger, Markus, Marc Florian Meyer, Marc Schumann und Detlef Schulz (2017). *Anforderungen an das Stromnetz durch Elektromobilität, insbesondere Elektrobusse, in Hamburg*. Techn. Ber. Hamburg: Helmut-Schmidt-Universität Hamburg, Lehrstuhl Elektrische Energiesysteme. URL: http://edoc.sub.uni-hamburg.de/hsu/volltexte/2017/3156/.

DIN Deutsches Institut für Normung (2013). *Methode zur Berechnung und Deklaration des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen bei Transportdienstleistungen (Güter- und Personenverkehr) - Deutsche Fassung EN 16258:2012*. Auch DIN EN 16258:2013-03; basierend auf EN 16258:2012 D. Deutsches Institut für Normung, Berlin.

DIN-Normenausschuss (2009). *Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006).* Deutsche Norm. DIN EN ISO 14040. Deutsches Institut für Normung, Berlin.

DIN-Normenausschuss (2018). *Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen (ISO14044:2006 + Amd 1:2017)*; Deutsche Fassung EN ISO 14044:2006 + A1:2018. Deutsche Norm. DIN EN ISO 14044. Deutsches Institut für Normung, Berlin.

Ditt, Karl (2005). „Die Anfänge der Umweltpolitik in der Bundesrepublik Deutschland während der 1960er und frühen 1970er Jahre“. In: *Natur- und Umweltschutz nach 1945: Konzepte, Konflikte, Kompetenzen*. Hrsg. von Franz-Josef Brüggemeier. Campus Verlag, S. 305–347. ISBN: 3593377314.

Dodel, Hans und Dieter Häupler (2010). *Satellitennavigation*. 2. Berlin: Springer. ISBN: 978-3-540-79443-1. DOI: 10.1007/978-3-540-79444-8.

Dodman, David (2009). „Blaming cities for climate change? An analysis of urban greenhouse gas emissions inventories“. In: *Environment and Urbanization* 21.1, S. 185–201.

Doran, George T. (1981). „There's a S.M.A.R.T. way to write management's goals and objectives“. In: *Management Review* 70.11, S. 35–36. ISSN: 0025-1895.

Döring, Harry (2012). *STFB - Aufbau eines Sicherheits- und Testzentrums für Fahrzeug-Batterien: Ergänzungsvorhaben: Internationalisierung des BMVBS-Modellregionenprogramms; Abschlußbericht STFB 03KP5100; Berichtszeitraum: Vorhaben: 01/2010 bis 12/2011.* Stuttgart: ZSW. Online. URL: https://doi.org/10.2314/GBV:730648060.

Dornier Consulting GmbH (2013). *Dornier Consulting Updates*. Online. URL: https://www.dornier-consulting.com/wp-content/uploads/2015/07/Updates_04-2013.pdf (Abruf 2018-04-23).

Dütschke, Elisabeth, Martin Wietschel, Joachim Globisch, Uta Schneider, Christian Schlosser, Dominique Sevin und Tilman Wilhelm (2015). *Elektromobilität in Haushalten und Flotten: was beeinflusst die Kauf- und Nutzungsbereitschaft*? Techn. Ber. Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. URL: https://www.now-gmbh.de/content/5-service/4-publikationen/1-begleitforschung/now_broschuere_emob_haushalte_flotten.pdf.

Dziambor, Ursula, Thomas Hilpert, Ursula Sieburg-Gräff, Marga Weiß, Heike Höhnscheid und Birgit Niesen (2010). *VDV-Statistik 2009. Jahresbericht*. Köln: Verband Deutscher Verkehrsunternehmen. URL: https://www.vdv.de/statistik-2009.pdfx?forced=true.

Eckert, Stefan (2016). *Ökobilanz von E-Fahrzeugen – Entscheidungshilfe für kommunale Investitionen*. Online. Abschlussergebnisse der Umweltbegleitforschung „PraxPerform E“. URL: https://www.now-gmbh.de/content/1-aktuelles/1-presse/20160308-fachkonferenz-in-aachen-und-foerderaufruf/robertagraf_fraunhofer_fk-aachen-08-03-2016.pdf.

Eckl-Dorna, Wilfried (2014). *Fiat-Chef rät vom Kauf seines Elektroautos ab*. Bericht im online Portal des Manager-Magazins vom 26.05.2014. Online. URL: https://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/autohersteller-marchionne-raet-vom-kauf-des-elektroautos-fiat-500e-ab-a-971761.html (Abruf 2018-07-17).

Ecomento (2015). *Wemag verkauft Elektroauto-Manufaktur ReeVOLT!*. Meldung im Branchendienst Ecomento am 22.12.2015. Online. URL: http://ecomento.tv/2015/12/22/wemag-verkauft-elektroauto-manufaktur-reevolt/ (Abruf 2016-09-01).

Eden, Colin und Frances Ackermann (1998). *Making strategy: the journey of strategic management.* London: SAGE. ISBN: 0-7619-5224-1.

Eden, Theis-Uwe, Ulrich Höpfner, Hans-Jürgen Nagel, Andreas Patyk, Guido Reinhardt und Axel Zenger (1996). *Vergleichende Ökobilanz: Elektrofahrzeuge und konventionelle Fahrzeuge, Bericht im Rahmen des Vorhabens „Erprobung von Elektrofahrzeugen der neuesten Generation auf der Insel Rügen*“. Abschlussbericht. Heidelberg: ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung GmbH.

Edwards, Allen L. (1957). *The social desirability variable in personality assessment and research. Publications in psychology*. New York: Dryden Press.

Eisenhauer, Elke (2008). *Effekte bei der Veränderung der Itempositionen anhand des Anstrengungsvermeidungstest und B5PO*. Diplomarbeit. Wien: Universität Wien. URL: http://othes.univie.ac.at/4664/1/2008-11-30_0101186.pdf.

Eisenkopf, Alexander (2011). *Technologisch leistungsfähiger durch Leitmarktstrategie*? Hrsg. von Institut für Weltwirtschaft und VDI/VDE Innovation + Technik GmbH. Online. Vortrag im Rahmen eines Workshops des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Rahmen der Umsetzung der Hightech-Strategie: „Wettbewerbsfähiger durch Leitmarktstrategie?‘; 07.04.2011 Hotel Aquino, Berlin. URL: http://www.inno.tu-berlin.de/fileadmin/a38335100/PDF_Dateien/Dokumentation_BMBF_Workshop_Leitmarktstrategie.pdf.

Ellingsen, Linda Ager-Wick, Bhawna Singh und Anders Hammer Strømman (2016). „The size and range effect: lifecycle greenhouse gas emissions of electric vehicles“. In: *Environmental Research Letters* 11.5. URL: http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/11/5/054010/pdf.

Environmental Protection Agency (2015). *Notice of Violation.* Datiert auf 18.09.2015. Durch die EPA veröffentlicht und einsehbar. Online. URL: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/vw-nov-caa-09-18-15.pdf (Abruf 2017-10-25).

Environmental Protection Agency (2018). Overview of the Clean Air Act and Air Pollution. Online. URL: https://www.epa.gov/clean-air-act-overview (Abruf 2017-10-25).

Europäische Kommission (2007). *Ergebnisse der Überprüfung der Strategie der Gemeinschaft zur Minderung der CO_2-Emissionen von Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen (SEK(2007) 60) (SEK(2007) 61).* Online (2007-02-07). Mitteilung der Kommission an den Rat und das Europäische Parlament. URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/NOT/?uri=CELEX:52007DC0019.

Europäische Kommission (2014). „Verordnung (EU) 651/2014 der Kommission vom 17. Juni 2014 zur Feststellung der Vereinbarkeit bestimmter Gruppen von Beihilfen mit dem Binnenmarkt in Anwendung der Artikel 107 und 108 des Vertrags über die Arbeitsweise der Europäischen Union“. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* L.187. veröffentlicht 26.06.2014, S. 1–78. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0651&from=DE.

Europäische Kommission (2016). *EU ETS Handbook*. Online. URL: http://ec.europa.eu/clima/publications/docs/ets_handbook_en.pdf (Abruf 2016-04-15).

Europäische Kommission (2016b). *Urban Mobility*. Online. URL: http://ec.europa.eu/transport/themes/urban/urban_mobility/ (Abruf 2016-04-15).

Europäische Kommission (2017a). „Beschluss (EU) 2017/175 der Kommission vom 25. Januar 2017 zur Festlegung der Kriterien für die Vergabe des EU-Umweltzeichens an Beherbergungsbetriebe (Bekannt gegeben unter Aktenzeichen C(2017) 299) (Text von Bedeutung für den EWR.)“ In: *Amtsblatt der Europäischen Union* L.28, S. 9–43. URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0175&from=DE.

Europäische Kommission (2017b). Delegierte Verordnung (EU) der Kommission vom 2.6.2017 zur Änderung der Anhänge I und II der Verordnung (EU) Nr. 510/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates zwecks Anpassung an ein neues Regelprüfverfahren für die Messung der CO_2-Emissionen leichter Nutzfahrzeuge (Text von Bedeutung für den EWR). In: *Amtsblatt der Europäischen Union*. C(2017) 3489 final. URL: https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/initiative/29289/attachment/090166e5b2bc31c0.

Europäische Kommission (2017c). „Mitteilungen und Bekanntmachungen“. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* 60.C83. Case SA.46574 (2016/N), S. C83/7. URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=OJ:C:2017:083:FULL&from=EN.

Europäische Kommission (2017d). „Verordnung (EU) 2016/427 der Kommission vom 10. März 2016 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 6) (Text von Bedeutung für den EWR)“. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* L.82, S. 1–98. URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0427&from=DE.

Europäische Kommission (2017e). „Verordnung (EU) 2016/646 der Kommission vom 20. April 2016 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 6) (Text von Bedeutung für den EWR)“. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* L.109, S. 1–22. URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0646&from=DE.

Europäische Kommission (2017f). „Verordnung (EU) 2017/1154 der Kommission vom 7. Juni 2017 zur Änderung der Verordnung (EU) 2017/1151 der Kommission zur Ergänzung der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6) und über den Zugang zu Reparatur- und Wartungsinformationen für Fahrzeuge, zur Änderung der Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 der Kommission und der Verordnung (EU) Nr. 1230/2012 der Kommission sowie zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 und der Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf Emissionen leichter Personenkraftwagen und Nutzfahrzeuge im praktischen Fahrbetrieb (Euro 6) (Text von Bedeutung für den EWR)“. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* L.175, S. 708–732. URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX: 32017R1154&qid=1510589815535&from=DE.

Europäische Kommission (2018). *Kommission mahnt Deutschland wegen Aufbau einer Infrastruktur für alternative Kraftstoffe.* Pressemitteilung vom 07.06.2018. Online. URL: https://ec.europa.eu/germany/news/20180607-alternative-kraftstoffe_de (Abruf 2018-06-09).

Europäische Kommission (2018b). Reducing emissions from the shipping sector. Online. URL: https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/shipping_en (Abruf 2018-06-09).

Europäische Kommission (2018c). Reducing emissions from aviation. Online. URL: https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/aviation_en (Abruf 2018-06-09).

Europäische Umweltagentur (2017). *EEA greenhouse gas - data viewer. Data viewer on greenhouse gas emissions and removals, sent by countries to UNFCCC and the EU Greenhouse Gas Monitoring Mechanism (EU Member States).* Online. URL: http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer (Abruf am 2017-07-07).

Europäische Umweltagentur (2017b). Air pollutant emissions data viewer (LRTAP Convention). Datenbank zu Luftemissionswerten. Online. URL: http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/air-emissions-viewer-lrtap (Abruf am 2017-07-07).

Europäische Umweltagentur (2018). *GHG Inventory EU 15-01-2018*. Datenbank zur Treibhausgasemission unter dem Kyoto-Regime. Online. URL: http://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/mmr/art07_inventory/ghg_inventory/envwldoww (Abruf 2018-03-04).

Europäische Umweltagentur (2018b). *GHG Inventory EU 15-01-2018*. Datenbank zur Treibhausgasemission unter dem Kyoto-Regime. Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990-2016. Online. URL: http://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/mmr/art07_inventory/ghg_inventory/envwldoww (Abruf 2018-03-12)

Europäische Union (2009a). „Entscheidung Nr. 406/2009/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 über die Anstrengungen der Mitgliedstaaten zur Reduktion ihrer Treibhausgasemissionen mit Blick auf die Erfüllung der Verpflichtungen der Gemeinschaft zur Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2020“. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* L.140, S. 136–148. URL: http://data.europa.eu/eli/dec/2009/406/oj.

Europäische Union (2009b). „Rechtsvorschriften“. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* L.140. ISSN: 1725-2539. DOI: 10.3000/17252539.L_2009.140.ger. URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=OJ:L:2009:140:TOC.

Europäische Union (2016). *Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2014 and inventory report 2016*. EEA Report 15/2016. S. 66. Kopenhagen: Europäische Umweltagentur. URL: http://www.eea.europa.eu/publications/annual-european-union-greenhouse-gas/at_download/file.

Europäischer Rat (2014). *Klima- und Energierahmen 2030*. Online. EUCO 169/14. URL: http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/145397.pdf.

Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union (2007). „Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. September 2007 zur Schaffung eines Rahmens für die Genehmigung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern sowie von Systemen, Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten für diese Fahrzeuge (Rahmenrichtlinie) (Text von Bedeutung für den EWR)“. In: A*mtsblatt der Europäischen Union* L.263, S. 1–160. URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007L0046&from=de.

Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union (2009a). „Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG (Text von Bedeutung für den EWR)“. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* L.140, S. 16–62. URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=de.

Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union (2009b). „Richtlinie 2009/33/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge (Text von Bedeutung für den EWR)“. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* L.120, S. 5–12. URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0033&qid=1510673751825&from=DE.

Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union (2011). „Verordnung (EU) Nr. 510/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Mai 2011 zur Festsetzung von Emissionsnormen für neue leichte Nutzfahrzeuge im Rahmen des Gesamtkonzepts der Union zur Verringerung der CO 2 -Emissionen von Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen“. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* L.145, S. 1–18. URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0510&qid=1467547841678&from=DE.

Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union (2013). „Verordnung (EU) Nr. 1291/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2013 über das Rahmenprogramm für Forschung und Innovation Horizont 2020 (2014-2020) und zur Aufhebung des Beschlusses Nr. 1982/2006/EG Text von Bedeutung für den EWR“. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* L.347. Horizon 2020, S. 104–173. URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R1291&from=DE.

Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union (2014a). „Richtlinie 2014/94/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Oktober 2014 über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe Text von Bedeutung für den EWR“. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* L.307. AFID, S. 1–20. URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0094&from=DE.

Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union (2014b). „Verordnung (EU) Nr. 253/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 510/2011 hinsichtlich der Festlegung der Modalitäten für das Erreichen des Ziels für 2020 zur Verringerung der CO2 -Emissionen neuer leichter Nutzfahrzeuge“. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* L.84, S. 38–41. URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0253&from=DE.

Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union (2015). „Richtlinie (EU) 2015/1513 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 zur Änderung der Richtlinie 98/70/EG über die Qualität von Otto- und Dieselkraftstoffen und zur Änderung der Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Text von Bedeutung für den EWR)“. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* L.239, S. 1–29. URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015L1513&from=DE.

European Parliament und Council of the European Union (2008). „Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe“. In: *Official Journal of the European Union* L.152, S. 1–44. ISSN: 1725-2555. URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX:32008L0050.

Expertenkommission Forschung und Innovation (2010). *Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2010*. Techn. Ber. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI). URL: https://www.e-fi.de/fileadmin/Gutachten_2010/EFI_Gutachten_2010.pdf.

Expertenkommission Forschung und Innovation (2011). *Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2011*. Techn. Ber. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI). URL: https://www.e-fi.de/fileadmin/Gutachten_2011/EFI_Gutachten_2011.pdf.

Expertenkommission Forschung und Innovation (2014). *Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2014*. Techn. Ber. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI). URL: https://www.e-fi.de/fileadmin/Gutachten_2014/EFI_Gutachten_2014.pdf.

Expertenkommission Forschung und Innovation (2017). *Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2017*. Techn. Ber. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI). URL: https://www.e-fi.de/fileadmin/Gutachten_2017/EFI_Gutachten_2017.pdf.

Faltenbacher, Michael und Julian Grafetstätter (2016). *Projektübersicht 2015/2016 Hybrid- und Elektrobus-Projekte in Deutschland*. Techn. Ber. Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. URL: http://www.xn--starterset-elektromobilitt-4hc.de/content/1-Bausteine/5-OEPNV/2016-projektuebersicht-20152016-hybrid-und-elektrobusprojekte-in-deutschland.pdf.

Faltenbacher, Michael, Olga Vetter, Julian Grafetstätter und Stefan Eckert (2015). *Endbericht (öffentliche Fassung) Prüfprogramm „Effizienz-, Kosten- und Einsatzanalyse für den Linienbetrieb von Diesel-Hybridbussen*“. Online. URL: http://www.erneuerbar-mobil.de/sites/default/files/2016-10/Endbericht_thinkstep_ %20Hybridbusbegleitprogramm %20201512_ %C3 %B6ffentlich %20v3.pdf.

Faria, Ricardo, Pedro Marques, Pedro Moura, Fausto Freire, Joaquim Delgado und Anibal T. de Almeida (2013). „Impact of the electricity mix and use profile in the life-cycle assessment of electric vehicles“. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 24. Supplement C, S. 271–287. ISSN: 1364-0321. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.03.063. URL:http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032113002220.

Faria, Ricardo, Pedro Moura, Joaquim Delgado und Anibal T. de Almeida (2012). „A sustainability assessment of electric vehicles as a personal mobility system“.In: *Energy Conversion and Management* 61.Supplement C, S. 19–30. ISSN: 0196-8904. DOI: https://doi.org/10.1016/j.enconman.2012.02.023. URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890412000945.

Fetene, Gebeyehu Manie, Carlo Giacomo Prato, Sigal Kaplan, Stefan Lindhard Mabit und Anders Fjendbo Jensen (2016). Harnessing Big-Data for Estimating the Energy Consumption and Driving Range of Electric Vehicles. Online. accepted for Transportation Research Board (TRB) 95th Annual Meeting - Washington, D.C, United States. URL: http://orbit.dtu.dk/files/120953956/Energy_consumption.pdf.

Finanzbehörde Hamburg (2015). *Allgemeine Kraftfahrzeugbestimmungen der Freien und Hansestadt Hamburg vom 1.8.2014 (in der Fassung vom 1.1.2015)*. Online (2016-06-06). Abteilung Organisation und Zentrale Dienste“. URL: http://www.nachhaltige-beschaffung.info/DE/DokumentAnzeigen/dokument-anzeigen.html?idDocument=825&view=knbdownload.

Fischedick, Manfred und Armin Grunwald (2017). *Pfadabhängigkeiten in der Energiewende - Das Beispiel Mobilität*. Schriftenreihe Energiesysteme der Zukunft. München: acatech Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina und Union der deutschen Akademien der Wissenschaften. URL: https://www.akademienunion.de/fileadmin/redaktion/user_upload/Publikationen/Stellungnahmen/ESYS_Analyse_Pfadabha__ngigkeiten.pdf.

Flämig, Heike, Yasin Elmas, Patrick Fieltsch, Christian Matt, Kerstin Rosenberger, Marcel Steffen, Sören Christian Trümper und Jutta Wolff (2018a). *Wirtschaft am Strom: Beschreibung des Hamburger Wirtschaftsverkehrs durch Fahr- und Energiedaten von Fahrzeugen < 3.5 Tonnen: BEV, PHEV und ICEV*. ECTL Working Paper 50A. Fahrdatenanalyse; BMVI-FKZ 03EM0201B. Hamburg: Technische Universität Hamburg-Harburg. In Druck.

Flämig, Heike, Yasin Elmas, Patrick Fieltsch, Christian Matt, Kerstin Rosenberger, Marcel Steffen, Sören Christian Trümper und Jutta Wolff (2018b). *Wirtschaft am Strom: Beschreibung des Hamburger Wirtschaftsverkehrs durch Fahr- und Energiedaten von Fahrzeugen < 3.5 Tonnen: Fahrprofile der BEV, PHEV und ICEV*. ECTL Working Paper 50B. BMVI-FKZ 03EM0201B. Hamburg: Technische Universität Hamburg-Harburg. In Druck.

Flämig, Heike, Yasin Elmas, Christian Matt, Kerstin Mareike Rosenberger, Sören Christian Trümper, Christiane Waßmann-Krohn und Jutta Wolff (2018c). *Wirtschaft am Strom: Beschreibung des Hamburger Wirtschaftsverkehrs durch Befragung von Projektorganisationen: Steckbriefe*. ECTL Working Paper 49B. BMVI-FKZ 03EM0201B. Hamburg: European Centre for Transportation and Logistics. In Druck.

Flämig, Heike, Yasin Elmas, Christian Matt, Kerstin Mareike Rosenberger, Sören Christian Trümper, Christiane Waßmann-Krohn und Jutta Wolff (2018d). *Wirtschaft am Strom: Beschreibung des Hamburger Wirtschaftsverkehrs durch Befragung von Projektorganisationen.* ECTL Working Paper 49A. BMVI-FKZ 03EM0201B. Hamburg: European Centre for Transportation and Logistics. In Druck.

Flämig, Heike, Thomas Lechthaler und Christian Matt (2018e). *Wirtschaft am Strom: Grundlagen für ein TCO-Berechnungsmodell für das Potential von Elektromobilität in betrieblichen Flotten*. ECTL Working Paper 51; BMVI-FKZ 03EM0201B. Hamburg: Technische Universität Hamburg-Harburg. In Druck.

Flämig, Heike, Christian Matt, Kerstin Mareike Rosenberger, Marcel Steffen, Sören Christian Trümper, Christiane Wassmann-Krohn und Jutta Wolff (2017a). *„Challenges of empirical insights for understanding commercial mobility: A triangulation approach using questionnaire-based surveys, GPS-based trip data, and repertory grid technique, to overcome the lack of understanding*“. Präsentation auf der Veranstaltung „Jahrestreffen (Annual Meeting) der American Association of Geographers (AAG) 2017“, Boston (USA), 08.04.2017.

Flämig, Heike, Christian Matt, Kerstin Mareike Rosenberger, Sören Christian Trümper und Jutta Wolff (2017b). „Mobility behaviour of companies in urban areas: A triangulation approach to explore the potential for BEV“. In: *Proceedings of the 3rd Interdisciplinary Conference on Production, Logistics and Traffic (ICPLT),* 25.09.2017, Darmstadt. Technische Universität Darmstadt.

Flämig, Heike, Yasin Elmas, Patrick Fieltsch, Christian Matt, Kerstin Rosenberger, Marcel Steffen, Sören Christian Trümper und Jutta Wolff (2017c). *Innovationen für eine nachhaltige Mobilität, Elektromobilität: Hamburg – Wirtschaft am Strom. Abschlussbericht*. Hamburg: Technische Universität Hamburg-Harburg. In Druck.

Flämig, Heike, Christian Matt, Kerstin Rosenberger und Sören Christian Trümper (2017d). *„Wirtschaft am Strom - Erklärung des (Elektro-)Mobilitätsverhaltens von Wirtschaftsakteuren anhand methodischer Triangulation*“. Präsentation auf der Veranstaltung „World-Cafe Wirtschaftsverkehr im Rahmen der interdisziplinären Konferenz „Sozialer Wandel, neue Technologien und andere Mobilität - Fachliche und institutionelle Herausforderungen für die Mobilitätsforschung“ des Arbeitskreises Verkehr der Deutschen Gesellschaft für Geographie (DGfG), gemeinsam mit dem Pegasus-Netzwerk und der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft (DVWG), Goethe-Universität Frankfurt am Main, 18.-20.05.2017.

Flämig, Heike, Sören Christian Trümper, Christian Matt und Jutta Wolff (2016a). *„Vom Potential zur realen Nutzung: Elektromobilität in gewerblichen Anwendungen“.* Präsentation im Rahmen der Veranstaltung „Frühstück am Strom - Zwischenergebnisse aus dem Flottenprojekt Wirtschaft am Strom“, Handelskammer Hamburg, Hamburg, 15.02.2016.

Flämig, Heike, Christian Matt, Kerstin Mareike Rosenberger, Marcel Steffen, Sören Christian Trümper und Jutta Wolff (2016b). „Mobility behavior of companies in urban areas. A triangulation approach using questionnaire-based surveys, repertory grid technique and GPS-based trip data“. Präsentation auf der Veranstaltung „Jahrestreffen (Annual Meeting) der American Association of Geographers (AAG) 2016“ (Symposium on Human Dynamics Research: Urban Analytics), San Francisco (USA), 30.03.2016.

Flämig, Heike, Christian Matt, Christian Rudolph und Sören Christian Trümper (2016c). „*The Influence of Organisational and Structural Parameters of Commercial Fleets on the Substitution Potential of Battery Electric Vehicles*“. In: Markets and Policy Measures in the Evolution of Electric Mobility. Hrsg. von Dirk Fornahl und Michael Hülsmann. Cham: Springer International Publishing, S. 179–194. ISBN: 978-3-319-24229-3. DOI: 10.1007/978-3-319-24229-3{_}11. URL: http://dx.DOI.org/10.1007/978-3-319-24229-3_11.

Flämig, Heike (2004). „*Wirtschaftsverkehrssysteme in Verdichtungsräumen: empirische Analysen, Umsetzungsprozesse, Handlungsempfehlungen*“. Dissertation. Hamburg: Technische Universität Hamburg-Harburg. URL: http://d-nb.info/97422975X.

Flick, Uwe (2008). *Triangulation - Eine Einführung*. 2. Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. ISBN: 978-3-531-91976-8. DOI: 10.1007/978-3-531-91976-8.

Flick, Uwe (2016). *Qualitative Sozialforschung: eine Einführung*. 7. Auflage. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt-Taschenbuch-Verlag. ISBN: 978 3 499 55694 4.

Foley, A. M., I. J. Winning und B. P. Ó Gallachóir (2010). „*State-of-the-art in electric vehicle charging infrastructure*“. In: 2010 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference, S. 1–6. DOI: 10.1109/VPPC.2010.5729014.

Focus (2008). *Elektroautos - Ohne Strom fährt künftig gar nichts*. Artikel im Nachrichtenmagazin Focus vom 11.07.2008. Online. URL: https://www.focus.de/auto/ratgeber/unterwegs/tid-11103/elektroautos-ohne-strom-faehrt-kuenftig-gar-nichts_aid_317320.html (Abruf 2017-11-24).

Follmer, Robert, Dana Gruschwitz, Birgit Jesske, Sylvia Quandt, Barbara Lenz, Claudia Nobis, Katja Köhler und Markus Mehlin (2010a). *Mobilität in Deutschland 2008 - Aufstockung für Hamburg. Ergebnisbericht*. Bonn, Berlin: Institut für angewandte Sozialwissenschaft und Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt.

Follmer, Robert, Dana Gruschwitz, Birgit Jesske, Sylvia Quandt, Barbara Lenz, Claudia Nobis, Katja Köhler und Markus Mehlin (2010b). *Mobilität in Deutschland 2008 (MID). Ergebnisbericht.* Bonn, Berlin: Institut für angewandte Sozialwissenschaft und Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt. URL: http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2008_Abschlussbericht_I.pdf.

Försterling, Johanna, Pascal Hargens, Torsten König und Vera Schwarzmann (2016). *Zahlen 2015/2016*. Techn. Ber. Handelskammer Hamburg. URL: https://www.hk24.de/blob/hhihk24/produktmarken/beratung-service/konjunktur-statistik/downloads/3567612/jahrbuch-zahlen-data.pdf.

Forschungszentrum Jülich (2018). *Modellregion Freie und Hansestadt Hamburg*. Datenbankauszug. Online. URL: https://www.enargus.de/pub/bscw.cgi/?op=enargus.eps2&v=10&q=03kp524 (Abruf 2018-04-23).

Forschungszentrum Jülich (2018b). *Alphabet Fuhrparkmanagement: 500 Elektrofahrzeuge*. Datenbankauszug. Online. URL: https://www.enargus.de/pub/bscw.cgi/?op=enargus.eps2&v=10&q=Alphabet %20 Fuhrparkmanagement %20GmbH&id=26571481 (Abruf 2018-04-23).

Forschungszentrum Jülich (2018c). *RCI Banque (Region Hamburg): 450 Fahrzeuge.* Datenbankauszug. Online. URL: https://www.enargus.de/pub/bscw.cgi/?op=enargus.eps2&q=RCI&id=26572181&v=10 (Abruf 2018-04-23).

Forschungszentrum Jülich (2018d). *Alphabet Fuhrparkmanagement GmbH_60KFZ_200NFZ_115LIS.* Datenbankauszug. Online. URL: https://www.enargus.de/pub/bscw.cgi/?op=enargus.eps2&q=Alphabet %20 Fuhrparkmanagement %20GmbH&id=27234504&v=10 (Abruf 2018-04-23).

Forschungszentrum Jülich (2018e). *Wirtschaft am Strom – Europcar.* Datenbankauszug. Online. URL: https://www.enargus.de/pub/bscw.cgi/?op=enargus.eps2&id=3228814&q=europcar&v=10 (Abruf 2018-04-23).

Forschungszentrum Jülich (2018f). *Regionalen Projektleitstelle Elektromobilität Hamburg.* Datenbankauszug. Online. URL: https://www.enargus.de/pub/bscw.cgi/?op=enargus.eps2&v=10&q=03kp524&id=3237522 (Abruf 2018-04-23).

Forschungszentrum Jülich (2018g). *Hamburg PURE.* Datenbankauszug. Online. URL: https://www.enargus.de/pub/bscw.cgi/?op=enargus.eps2&d=complex_date_facet_enargus_fi_von/2000-2009&q=hysolutions&id=2687457&v=10 (Abruf 2018-04-23).

Forschungszentrum Jülich (2018h). *HH-Wise.* Datenbankauszug. Online. URL: https://www.enargus.de/pub/bscw.cgi/26?op=enargus.eps2&m=0&v=10&p=0&s=0&q=03kp522 (Abruf 2018-04-23).

Forschungszentrum Jülich (2018i). *Wirtschaft am Strom.* Datenbankauszug. Online. URL: https://www.enargus.de/pub/bscw.cgi/?op=enargus.eps2&q=WIRTSCHAFT %20AM %20STROM&v=10&p=1 (Abruf 2018-04-23).

Forschungszentrum Jülich (2018j). *E-Quartier*. Datenbankauszug. Online. URL: https://www.enargus.de/pub/bscw.cgi/?op=enargus.eps2&q= %2201141245/1 %22 (Abruf 2018-04-23).

Forschungszentrum Jülich (2018k). *Regionale Projektleitstelle*. Datenbankauszug. Online. URL: https://www.enargus.de/pub/bscw.cgi/?op=enargus.eps2&q=03em02001&v=10&id=3228460 (Abruf 2018-04-23).

Forschungszentrum Jülich (2018l). *Masterplan Ladeinfrastruktur*. Datenbankauszug. Online. URL: https://www.enargus.de/pub/bscw.cgi/?op=enargus.eps2&q= %2201151537/1 %22 (Abruf 2018-04-23).

Forschungszentrum Jülich (2018m). *EWi-HH, Einsatz von Elektrofahrzeugen in Wirtschaftsflotten der Freien und Hansestadt Hamburg*. Datenbankauszug. Online. URL: https://www.enargus.de/pub/bscw.cgi/26?op=enargus.eps2&m=0&v=10&p=0&s=0&q=03EMI108 (Abruf 2018-04-23)

Franke, Thomas und J.F. Krems (2013). „What drives range preferences in electric vehicle users?“ In: *Transport Policy* 30, S. 56–62. DOI: http://dx.DOI.org/10.1016/j.tranpol.2013.07.005.

Franz, Martin (2010). Großversuch mit Elektroautos in Hamburg gestartet. Artikel im Nachrichtenportal Heise Autos am 23.11.2010. Online. URL: https://www.heise.de/autos/artikel/Grossversuch-mit-Elektroautos-in-Hamburg-gestartet-1141147.html?view=print (Abruf 2016-09-09).

Franzen, Axel (2014). „*Antwortskalen in standardisierten Befragungen*“. In: Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Hrsg. von Nina Baur und Jörg Blasius. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 701–711. ISBN: 978-3-531-18939-0. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0_51. URL: http://dx.DOI.org/10.1007/978-3-531-18939-0_51.

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA (2017). *Autonomes Fahren*. Online. URL: http://www.elektromobilitaet.fraunhofer.de/de/bauweisen_infrastruktur/autonomes_fahren.html (Abruf 2018-03-12).

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI (2016). *Das Institut*. Eigendarstellung. Online. URL: http://www.isi.fraunhofer.de/isi-de/ (Abruf 2016-11-01).

Freeman, R. Edward (2010). *Strategic management: a stakeholder approach*. Cambridge: Cambridge University Press. Kap. 3, S. 52–82. DOI: http://doi.org.ololo.sci-hub.cc/10.1017/CBO9781139192675.006.

Freeman, R. Edward und David Reed (1983). „Stockholders and Stakeholders: A New Perspective on Corporate Governance“. In: *California Management Review* 25.3, S. 88–106. ISSN: 0008-1256.

Freie und Hansestadt Hamburg (2003). *Fortschreibung des Leitbildes: Metropole Hamburg - Wachsende Stadt. Online.* Staatliche Pressestelle; 22.07.2003. URL: www.hamburg.de/contentblob/135290/data/wachsende-stadt-fortschreibungsdrucksache.pdf.

Freie und Hansestadt Hamburg (2007). *Hamburger Luftmessnetz - Ergebnisse 2007*. Online. Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Soziales, Familie, Gesundheit und Verbraucherschutz, Institut für Hygiene und Umwelt. URL: http://luft.hamburg.de/contentblob/4369666/data/halm-flyer-2007.pdf.

Freie und Hansestadt Hamburg (2008). *Hamburg 25 Jahre Hamburger Luftmessnetz - Ergebnisse 2008 und Langzeitverläufe*. Online. Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Soziales, Familie, Gesundheit und Verbraucherschutz, Institut für Hygiene und Umwelt. URL: http://luft.hamburg.de/contentblob/4369664/data/halm-broschuere-2008.pdf.

Freie und Hansestadt Hamburg (2009). *Hamburger Luftmessnetz - Ergebnisse 2009*. Online. Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Soziales, Familie, Gesundheit und Verbraucherschutz, Institut für Hygiene und Umwelt. URL: http://luft.hamburg.de/contentblob/4369662//data/halm-flyer-2009.pdf.

Freie und Hansestadt Hamburg (2009b). *Hamburg wird Modellregion für Elektromobilität. Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt*. Pressemitteilung vom 02.06.2009. Online. URL: https://www.hamburg.de/pressearchiv-fhh/1514250/2009-06-02-bsu-modellregion-elektromobilitaet/ (Abruf 2018-04-23).

Freie und Hansestadt Hamburg (2009c). *Hamburg wird Zentrum für emissionsfreie Mobilität.* Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt. Pressemitteilung vom 24.03.2009. Online. URL: https://www.hamburg.de/pressearchiv-fhh/1298318/2009-03-24-bsu-emissionsfreie-mobilitaet (Abruf 2018-04-23).

Freie und Hansestadt Hamburg (2009d). *Hamburg wird Umwelthauptstadt Europas!* Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt. Pressemitteilung vom 23.02.2009. Online. URL: https://www.hamburg.de/pressearchiv-fhh/1198128/2009-02-23-bsu-umwelthauptstadt (Abruf 2018-04-23).

Freie und Hansestadt Hamburg (2010). *Hamburger Luftmessnetz - Ergebnisse 2010*. Online. Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Soziales, Familie, Gesundheit und Verbraucherschutz, Institut für Hygiene und Umwelt. URL: http://luft.hamburg.de/contentblob/4369658/data/halm-flyer-2010.pdf.

Freie und Hansestadt Hamburg (2011). *Hamburger Luftmessnetz - Ergebnisse 2011*. Online. Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Soziales, Familie, Gesundheit und Verbraucherschutz, Institut für Hygiene und Umwelt. URL: http://luft.hamburg.de/contentblob/4369654/data/halm-flyer-2011.pdf.

Freie und Hansestadt Hamburg (2011b). *Bilanz der Umwelthauptstadt 2011.* Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt. Pressemitteilung vom 22.12.2011. Online. URL: https://www.hamburg.de/pressearchiv-fhh/3214534/2011-12-21-bsu-umwelthauptstadt-bilanz (Abruf 2018-04-09).

Freie und Hansestadt Hamburg (2011c). *Organigramm.* Behörde für Umwelt und Energie. Online. URL: http://www.hamburg.de/contentblob/2325258/data/hamburg-handbuch-2010-2011.pdf (Abruf 2016-09-02).

Freie und Hansestadt Hamburg (2012). *Hamburger Luftmessnetz - Ergebnisse 2012*. Online. Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Soziales, Familie, Gesundheit und Verbraucherschutz, Institut für Hygiene und Umwelt. URL: http://luft.hamburg.de/contentblob/4369182/data/halm-flyer-2012.pdf.

Freie und Hansestadt Hamburg (2012b). *Organigramm.* Behörde für Wirtschaft und Innovation. Online. URL: http://www.hamburg.de/contentblob/3376572/data/handbuch2012-2013.pdf (Abruf 2016-09-02).

Freie und Hansestadt Hamburg (2013). *Hamburger Luftmessnetz - Ergebnisse 2013*. Online. Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Soziales, Familie, Gesundheit und Verbraucherschutz, Institut für Hygiene und Umwelt. URL: http://luft.hamburg.de/contentblob/4369178/data/halm-flyer-2013.pdf.

Freie und Hansestadt Hamburg (2013b). *Senat beschließt weitere Erleichterungen für den Wohnungsbau*. Pressemitteilung der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt. Online. URL: https://www.hamburg.de/pressearchiv-fhh/4128858/2013-10-29-bsu-wohnungsbau (Abruf 2018-03-12).

Freie und Hansestadt Hamburg (2013c). Erfolgreicher Umstieg auf Elektroautos in Hamburg. Pressemitteilung der Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation vom 02.05.2013. Online. URL: https://www.hamburg.de/pressearchiv-fhh/3951478/2013-05-02-bwvi-wirtschaft-am-strom (Abruf 2018-04-23).

Freie und Hansestadt Hamburg (2014a). *Hamburger Luftmessnetz - Ergebnisse 2014*. Online. Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Soziales, Familie, Gesundheit und Verbraucherschutz, Institut für Hygiene und Umwelt. URL: http://luft.hamburg.de/contentblob/4508186/data/halm-flyer-2014.pdf.

Freie und Hansestadt Hamburg (2014b). *Sozialbericht der Freien und Hansestadt Hamburg*. Bericht. Hamburg: Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Arbeit, Soziales, Familie und Integration.

Freie und Hansestadt Hamburg (2015a). *„Behörden elektrisch unterwegs“ Evaluierung des Hamburger Konzepts zur Steigerung des Anteils an Elektrofahrzeugen in städtischen Fuhrparks sowie dessen Potenzials für den künftigen Markthochlauf*. Online. Studie des LBV zu Behördenfuhrparks, BMVI FKZ 03MK054.

Freie und Hansestadt Hamburg (2015b). *Hamburger Luftmessnetz - Ergebnisse 2015*. Online. Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Soziales, Familie, Gesundheit und Verbraucherschutz, Institut für Hygiene und Umwelt. URL: http://luft.hamburg.de/contentblob/6749924/data/halm-flyer-2015.pdf.

Freie und Hansestadt Hamburg (2015c). „Zweite Verordnung zur Änderung der Parkgebührenordnung - Vom 29. September 2015“. In: *Hamburgisches Gesetz- und Verordnungsblatt* Teil 1.42, S. 259. URL: https://www.luewu.de/gvbl/docs/2109.pdf.

Freie und Hansestadt Hamburg (2015d): Hamburg schafft weitere Anreize für den Umstieg auf Elektroautos. Pressemitteilung der Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation vom 06.10.2015. Online. URL: https://www.hamburg.de/pressearchiv-fhh/4612114/2015-10-06-bwvi-elektroauto (Abruf 2018-04-23).

Freie und Hansestadt Hamburg (2016): *Organisationsplan.* Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation (BWVI). Online. URL: http://www.hamburg.de/contentblob/369836/data/bwvi-gesamt-organigramm.pdf (Abruf 2016-09-02).

Freie und Hansestadt Hamburg (2016b): *Organigramm.* Finanzverwaltung Hamburg*.* Online. URL: http://www.hamburg.de/contentblob/253854/data/fb-organigramm.pdf (Abruf 2016-09-02).

Freie und Hansestadt Hamburg (2016c): *Organigramm.* Bezirksverwaltung Altona*.* Online. URL: http://www.hamburg.de/contentblob/348140/data/bezirksamt-organigramm.pdf (Abruf 2016-09-03).

Freie und Hansestadt Hamburg (2017). *Luftreinhalteplan für Hamburg (2. Fortschreibung)*. Online. URL: www.hamburg.de/contentblob/9024022/data/d-lrp-2017.pdf.

Freie und Hansestadt Hamburg (2017b). *Hamburg baut Elektromobilität weiter aus*. Pressemitteilung der Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation vom 18.10.2017. Online. URL: https://www.hamburg.de/pressearchiv-fhh/9726616/2017-10-18-bwvi-ladepunkt-600 (Abruf 2018-04-23).

Freie und Hansestadt Hamburg (2017c). *Hamburg und Daimler AG intensivieren Partnerschaft.* Pressemitteilung der Senatskanzlei vom 19.05.2017. Online. URL: https://www.hamburg.de/pressearchiv-fhh/8794016/2017-05-19-pr-mou-daimler-ag/ (Abruf 2018-06-25).

Freie und Hansestadt Hamburg (2017d). *Hamburg und BMW vereinbaren strategische Partnerschaft für nachhaltige urbane Mobilität in Hamburg.* Pressemitteilung der Senatskanzlei vom 10.05.2017. Online. URL: http://www.hamburg.de/pressearchiv-fhh/8719200/2017-05-10-partnerschaft-hh-bmw/ (Abruf 2018-06-25).

Freie und Hansestadt Hamburg (2018). *Green City Plan Hamburg - Masterplan für die Gestaltung nachhaltiger und emissionsfreier Mobilität in Hamburg im Rahmen des Sofortprogramms Saubere Luft 2017 –2020*. Online. URL: http://www.hamburg.de/contentblob/11221954/955f4e6a43f2cfcf1031201349 7928cf/data/masterplan-greencityplan-hamburg.pdf.

Freie und Hansestadt Hamburg (2018b). *Hamburger Luftmessnetz.* Institut für Hygiene und Umwelt. Alle Jahresmesswerte abrufbar online. URL: http://luft.hamburg.de

Freie und Hansestadt Hamburg (2018c). *Lärmkarten.* Behörde für Umwelt und Energie. Alle Karten der strategischen Lärmkartierung online. URL: http://www.hamburg.de/laermkarten

Freie und Hansestadt Hamburg (2018d). *Effektive CO_2-Emissionen aus dem Primärenergieverbrauch*. Daten der Behörde für Umwelt und Energie, erfasst durch das Statistische Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, Datenbestand aus den Tabellen “Effektive CO_2-Emissionen aus dem Primärenergieverbrauch (Quellenbilanz) *) in Hamburg [Jahr]”. Daten nicht aktueller verfügbar zum Zeitpunkt des Abrufes. Online. URL: https://www.statistik-nord.de/daten/verkehr-umwelt-und-energie/energie/dokumentenansicht/361/produkte/ (Abruf 2018-03-12).

Freie und Hansestadt Hamburg und BMW AG (2017). *Memorandum of Understanding zwischen der Bayerische Motorenwerke Aktiengesellschaft (BMW AG) und der Freien und Hansestadt Hamburg (FHH), im folgenden „Partner" über eine Strategische Partnerschaft im Bereich „Urbane Mobilität"*. Online. Datiert auf 10.05.2017. URL: Memorandum %20of %20Understanding %20zwischen %20der %20Bayerische %20 Motorenwerke %20Aktiengesellschaft %20(BMW %20AG) %20und %20der %20Freien %20und %20 Hansestadt %20Hamburg %20(FHH), %20im %20folgenden %20 %E2 %80 %9EPartner %E2 %80 %9C %20 %C3 %BCber %20eine %20http://www.hamburg.de/contentblob/8719222/2600752ff632cba1 1a5479a503767b25/data/2017-05-10-sk-d-memorandum.pdf.

Freie und Hansestadt Hamburg und Daimler Benz Aktiengesellschaft (2017). *Memorandum of Understanding zwischen der Daimler AG Mercedesstraße 137, 70327 Stuttgart und der Freien und Hansestadt Hamburg, im Folgenden gemeinsam „Partner" über eine Strategische Partnerschaft im Bereich „Urbane Mobilität*". Online. Datiert auf 19.05.2017. URL: https://www.hamburg.de/contentblob/8794046/ 9b5b6c94a7524d353aa8ff82cf0d73c2/data/mou-daimler-ag.pdf.

Freytag, Nils (2006a). „Deutsche Umweltgeschichte: Umweltgeschichte in Deutschland; Erträge und Perspektiven". In: *Historische Zeitschrift* 283, S. 383–407. ISSN: 0018-2613. URL: http://www.environmentandsociety.org/sites/default/files/key_docs/deutsche_umweltgeschichte_-_umweltgeschichte_in_deutschland_0.pdf.

Freytag, Nils (2006b). „„Eine Bombe im Taschenbuchformat"? Die „Grenzen des Wachstums und die öffentliche Resonanz". In: *Zeithistorische Forschungen* 3, S. 465–469. ISSN: 1612-6033. URL: http://www.zeithistorische-forschungen.de/3-2006/id=4478.

Früh, Werner (2015). *Inhaltsanalyse: Theorie und Praxis*. 8. Aufl. Konstanz: UVK-Verlagsgesellschaft. ISBN: 978-3-8385-4377-2.

Gerhard, Sebastian, Sören Christian Trümper und Oliver Weinmann (2013). „*Qualitative Betrachtung von Lösungsstrategien bei der Integration Erneuerbarer Energien im Elektrizitätsnetz*". In: Tagungsband der Konferenz für Nachhaltige Energieversorgung und Integration von Speichern (NEIS 2013). Hrsg. von Detlef Schulz. 12.-13. September 2013 an der Helmut-Schmidt-Universität Universität der Bundeswehr Hamburg. Helmut-Schmidt-Universität / Universität der Bundeswehr Hamburg - Professur für Elektrische Energiesysteme. Hamburg, S. 50–58. ISBN: 978-3-86818-043-5.

Gifford, Robert (2011). „The dragons of inaction: psychological barriers that limit climate change mitigation and adaptation." In: *American Psychologist* 66.4, S. 290–302. DOI: 10.1037/a0023566. URL: https://www.researchgate.net/profile/Robert_Gifford3/publication/254734365_The_Dragons_of_Inaction_Psychological_Barriers_That_Limit_Climate_ Change_Mitigation_and_Adaptation/links/0c96052047aaad383e000000/The-Dragons-of-Inaction-Psychological-Barriers-That-Limit-Climate-Change-Mitigation-and-Adaptation.pdf.

Girtler, Roland (2001). *Methoden der Feldforschung*. 4. Aufl. Wien: Böhlau. ISBN: 3-205-99283-0.

Gläser, Jochen und Grit Laudel (2010). *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen*. 4. Aufl. VS Verlag für Sozialwissenschaften. ISBN: 978-3-531-17238-5.

Gnann, Till, Simon Funke, Niklas Jakobsson, Patrick Plötz, Frances Sprei und Anders Bennehag (2018). „Fast charging infrastructure for electric vehicles: Today's situation and future needs". In: *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 62, S. 314–329. ISSN: 1361-9209. DOI: https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.03.004. URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920917305643.

Gnann, Till, Patrick Plötz und Martin Wietschel (2015). „*How to address the chicken-egg-problem of electric vehicles? Introducing an interaction market diffusion model for EVs and charging infrastructure*". In: eceee 2015 Summer Study on Energy Efficiency: First fuel now. European Council for an Energy-Efficient Economy. Stockholm: Eceee Secretariat, S. 873–884.

Gnann, Till, Patrick Plötz, Florian Zischler und Martin Wietschel (2012). *Elektromobilität im Personenwirtschaftsverkehr: Eine Potenzialanalyse*. Working Paper Sustainability and Innovation S7/2012. Karlsruhe: Fraunhofer ISI. DOI: http://hdl.handle.net/10419/62593.

Gonder, Jeffrey, Matthew Earleywine und Witt Sparks (2012). „Analyzing Vehicle Fuel Saving Opportunities through Intelligent Driver Feedback“. In: *SAE International Journal of Passenger Cars - Electronic and Electrical Systems*-V121-7EJ 5.2, S. 450–461. DOI: https://doi.org/10.4271/2012-01-0494.

Görgen, Maraile und Soete Klien (2009). „Werkzeugkiste: 19. Die Akteursanalyse“. In: *Organisationsentwicklung : Zeitschrift für Unternehmensentwicklung und Change Management* 28.2, S. 87–91. ISSN: 0724-6110. URL: https://www.wiso-net.de/document/ZOE__040923014.

Götz, Konrad, Georg Sunderer, Barbara Birzle-Harder und Jutta Deffner (2011). *Attraktivität und Akzeptanz von Elektroautos - Arbeitspaket 1 des Projekts OPTUM: Optimierung der Umweltentlastungspotenziale von Elektrofahrzeugen*. Online. URL: https://www.oeko.de/oekodoc/1337/2011-001-de.pdf.

Grausam, Michael, Gerhard Parzinger und Ulrich Müller (2015). *Elektromobilität in Flotten*. Bericht. Stuttgart: Städtebau-Institut Universität Stuttgart.

Grobbelaar, S.S. (2014). *Stakeholder engagement and participation. Literature Review*. Department for International Development und Development Research Uptake in Sub-Saharan Africa. URL: http://www.drussa.net/getfile.php?id=2553.

Gropp, Reint, Oliver Holtemöller, Michael Koetter und Steffen Müller (2018). *Konjunktur aktuell*. Techn. Ber. 6 (1). Halle: Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung. URL: http://www.iwh-halle.de/publikationen/detail/konjunktur-weiter-stark-aber-risiken-nehmen-zu/.

Gruppe emeritierter Verkehrsprofessoren Deutschlands und Österreichs (2011). *Elektromobilität: Macht der Wandel des Fahrzeugantriebs den Verkehr umweltfreundlich*? Online. URL: https://www.researchgate.net/profile/G_Sammer/publication/321708137_Gruppe_emeritierter_Verkehrsprofessoren_Deutschlands_und_Osterreichs_Elektromobilitat_Macht_der_Wandel_des_Fahrzeugantriebs_den_Verkehr_umweltfreundlich/links/5a2c1831a6fdccfbbf8729e5/Gruppe-emeritierter-Verkehrsprofessoren-Deutschlands-und-Oesterreichs-Elektromobilitaet-Macht-der-Wandel-des-Fahrzeugantriebs-den-Verkehr-umweltfreundlich.pdf?origin=publication_detail.

Haaren, Rob van (2011). *Assessment of Electric Cars Range Requirements and Usage Patterns based on Driving Behavior recorded in the National Household Travel Survey of 2009.* Online. URL: http://large.stanford.edu/courses/2012/ph240/prokopiak1/docs/HowFarWeDrive_v1.2.pdf.

Habermacher, Fabienne (2011). *Modelling material inventories and environmental impacts of electric passenger cars*. Master-Thesis. Zürich: ETH Zürich, Department of Environmental Sciences. URL: https://www.empa.ch/documents/56122/458579/MasterThesis_Habermacher.pdf.

Hacker, F., M. Mottschall und R. Waldenfels (2015). *Wirtschaftlichkeit von Elektromobilität in gewerblichen Anwendungen.* Techn. Ber. Öko-Institut. URL: https://www.oeko.de/oekodoc/2310/index.html.

Hacker, F., R. Blanck, F. Hülsmann, P. Kasten, C. Loreck, S. Ludig, M. Mottschall und W. Zimmer (2014). *eMobil 2050 - Szenarien zum möglichen Beitrag des elektrischen Verkehrs zum langfristigen Klimaschutz*. Techn. Ber. Berlin: Öko-Institut. URL: https://www.oeko.de//oekodoc/2114/2014-670-de.pdf.

Hacker, Florian, Ralph Harthan, Hauke Hermann, Peter Kasten, Charlotte Loreck, Dominik Seebach, Christof Timpe und Wiebke Zimmer (2011). *Betrachtung der Umweltentlastungspotenziale durch den verstärkten Einsatz von kleinen, batterieelektrischen Fahrzeugen im Rahmen des Projekts „E-Mobility*“. Online. Berlin. URL: https://www.oeko.de/oekodoc/1344/2011-007-de.pdf.

Häder, Michael (2006). *Empirische Sozialforschung. Eine Einführung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. ISBN: 3-531-14010-8.

Häder, Michael (2015). *Empirische Sozialforschung. Eine Einführung*. 3. Aufl. Wiesbaden: Springer VS. ISBN: 978-3-531-19674-9. DOI: 10.1007/978-3-531-19675-6.

Haipeter, Thomas (2001). *„Vom Fordismus zum Postfordismus? Über den Wandel des Produktionssystems bei Volkswagen seit den siebziger Jahren*“. In: Geschichte und Zukunft der deutschen Automobilindustrie: Tagung im Rahmen der „Chemnitzer Begegnungen“ 2000. Hrsg. von Rudolf Boch. 1. Aufl. Steiner. URL: 978-3-515-07866-5.

Hall, Dale und Nic Lutsey (2018). *Effects of battery manufacturing on electric vehicle life-cycle greenhouse gas emissions*. Briefing. Berlin: International Council on Clean Transportation (ICCT). URL: https://www.theicct.org/sites/default/files/publications/EV-life-cycle-GHG_ICCT-Briefing_09022018_vF.pdf.

Hamburg Energie (2016). Eigene Unternehmensdarstellung auf der Website. Online. URL: https://www.hamburgenergie.de/privatkunden/ueber-uns/unternehmen/ (Abruf 2016-09-10).

Hamburger Hochbahn-Aktiengesellschaft (2005). *Erprobung von Brennstoffzellenbussen - EU-Projekt „Clean Urban Transport for Europe“(CUTE) : Schlussbericht.* Abschlussbericht. Hamburg: Hamburger Hochbahn AG. DOI: 10.2314/GBV:515349798.

Hamburger Hochbahn-Aktiengesellschaft, Heinrich Klingenberg und Sünje Callsen (2012). *NaBuZ prep, Nachhaltige Bussysteme der Zukunft: Entwicklung und Vorbereitung einer seriennahen Kleinflotte von Brennstoffzellen-Hybridbussen.* Abschlussbericht. FKZ BMVI: 03BV205C, 01066997. Hamburg: Hamburger Hochbahn. DOI: 10.2314/GBV:729953270.

Hamburger Hochbahn-Aktiengesellschaft und Philipp Krüger (2013). *Modellregion Elektromobilität Hamburg: Erprobung und betriebliche und technische Optimierung der Dieselhybridbusse bei der HOCHBAHN*. Abschlussbericht. FKZ BMVI: 03EM0202. Hamburg: Hamburger Hochbahn. DOI: 10.2314/GBV:844755184.

Hamburger Hochbahn-Aktiengesellschaft und Gerhard Schenk (2014). *Erprobung Paralleler Dieselhybridbusse bei der Hamburger Hochbahn AG - ErPaD*. Abschlussbericht. FKZ BMVI: 16HB0017. Hamburg: Hamburger Hochbahn. DOI: 10.2314/GBV:863555896.

Hamburger Morgenpost (2008). Der Fuhrpark der Senatoren. Artikel in der Tageszeitung Hamburger Morgenpost vom 08.07.2008. Online. URL: https://www.mopo.de/rathaus-der-fuhrpark-der-senatoren-20104916 (Abruf 2016-09-03).

Hamburger Senat (2016). „Zweite Verordnung zur Änderung von Gebührenordnungen aus dem Bereich der Behörde für Inneres und Sport - Vom 6. Dezember 2016“. In: *Hamburgisches Gesetz- und Verordnungsblatt* Teil I.54, S. 548. URL: http://www.luewu.de/gvbl/docs/2174.pdf.

Hamburgische Bürgerschaft (2008). „Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft: Haushaltsplan 2009/2010 „Fortschreibung des Hamburger Klimaschutzkonzepts 2007 – 2012“ Einzelplan 6 „Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt“ hier: Umsetzungsbericht und programmatische Weiterentwicklung - Drucksache 19/1752 vom 09.12.08“. In: *Bürgerschaftsdrucksache* 19.19/1752. URL: https://www.buergerschaft-hh.de/ParlDok/dokument/24655/haushaltsplan-2009-2010- %e2 %80 %9efortschreibung-des-hamburger-klimaschutzkonzepts-2007- %e2 %80 %93-2012 %e2 %80 %9c-einzelplan-6- %e2 %80 %9ebeh %c3 %b6rde-f %c3 %bcr-stadtentwicklung-und-umwelt %e2 %80 %9c-.pdf.

Hamburgische Bürgerschaft (2009). „Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft: Haushaltsplan 2009/2010 „Fortschreibung des Hamburger Klimaschutzkonzepts 2007-2012“ Einzelplan 6 „Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt“ Berichterstattung über die programmatische Weiterentwicklung, die Umsetzung der Maßnahmen sowie die geplante Mittelverteilung 2010 (zweite Fortschreibung) - Drucksache 19/4906 vom 22.12.09“. In: *Bürgerschaftsdrucksache* 19.19/4906. URL: https://www.buergerschaft-hh.de/ParlDok/dokument/28224/haushaltsplan-2009-2010- %e2 %80 %9efortschreibung-des-hamburger-klimaschutzkonzepts-2007-2012 %e2 %80 %9c-einzelplan-6- %e2 %80 %9ebeh %c3 %b6rde-f %c3 %bcr-stadtentwicklung-und-umwelt %e2 %80 %9c-.pdf.

Hamburgische Bürgerschaft (2011). *Wir schaffen das moderne Hamburg – Vernunft und Pragmatismus für eine starke und solidarische Stadt - Regierungserklärung des Ersten Bürgermeisters Olaf Scholz vor der Hamburgischen Bürgerschaft am 23. März 2011.* Online. URL: http://www.hamburg.de/contentblob/2833718/data/regierungserklaerung-scholz-20110323.pdf.

Hamburgische Bürgerschaft (2011b). „Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft: Haushaltsplan 2011/2012 Einzelplan 7: Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation Nachbewilligung einer Verpflichtungsermächtigung in 2012 Elektromobilität in Hamburg: Stand und weitere Entwicklung“. In: *Bürgerschaftsdrucksache* 20/2088 vom 08.11.11. URL: https://www.buergerschaft-hh.de/ParlDok/dokument/34528/haushaltsplan-2011-2012-einzelplan-7-beh %C3 %B6rde-f %C3 %BCr-wirtschaft-verkehr-und-innovation-nachbewilligung-einer-verpflichtungserm %C3 %A4chtigung-in-2012.pdf.

Hamburgische Bürgerschaft (2012). „Unterrichtung durch die Präsidentin der Bürgerschaft“. In: *Bürgerschaftsdrucksache* 20/4410 vom 07.06.12. URL: https://www.buergerschaft-hh.de/ParlDok/dokument/36997/drs-20-2088-betreffend-haushaltsplan-2011-2012- %E2 %80 %93-einzelplan-7-beh %C3 %B6rde-f %C3 %BCr-wirtschaft-verkehr-und-innovation-nachbewilligung-einer-verpflichtungserm %C3 %A4chtigung.pdf.

Hamburgische Bürgerschaft (2013). „Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft: Masterplan Klimaschutz – Zielsetzung, Inhalt und Umsetzung - Drucksache 20/8493 vom 25.06.13“. In: *Bürgerschaftsdrucksache* 20.20/8493. URL: http://www.hamburg.de/contentblob/4050236/data/masterplan-klimaschutz.pdf.

Hamburgische Bürgerschaft (2015). „Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft: Hamburger Klimaplan - Drucksache 21/2521 vom 08.12.15“. In: *Bürgerschaftsdrucksache* 21.21/2521. URL: http://www.hamburg.de/contentblob/data/d-21-2521-hamburger-klimaplan.pdf.

Hamburgische Bürgerschaft (2018). *Parlamentsdatenbank*. Online. URL: https://www.buergerschaft-hh.de/parldok

Hamburgische Investitions- und Förderbank (2017). *Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur zur Förderung von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge auf privaten, aber öffentlich-zugänglichen Flächen.* Online. URL: https://www.ifbhh.de/fileadmin/pdf/IFB_Download/IFB_Foerderrichtlinien/FoeRi_Ladeinfrastruktur.pdf.

Hammami, Nadja (2015). *Elektromobilität in Hamburg. Ein Konzept in der Umsetzung.* Beitrag auf dem Kongress CEMOBIL, 16.-17. September 2015, Klagenfurt (Österreich). Online. URL: http://www.cemobil.eu/docs/file/cemobil_kongress_pr %c3 %a4sentation_hansestadthamburg_hammami.pdf (Abruf 2016-09-11).

Handelskammer Hamburg (2016). *Beschaffungsinitiative "Hamburg macht E-Mobil"*. Online. URL: https://www.hk24.de/produktmarken/beratung-service/umwelt-energie/kontakte_gremien_initiativen/Beschaffungsinitive_Hamburg_macht_E_Mobil/hamburg-macht-e-mobil/1165550 (Abruf 2016-09-03).

Handelskammer Hamburg (2016b). *Organigramm.* Online. URL: https://www.hk24.de/blob/hhihk24/servicemarken/ueber_uns/organisationhk/1140314/organigramm-data.pdf (Abruf 2016-09-09).

Handwerkskammer Hamburg (2016). *Hamburg macht Emobil. Initiative für Elektrofahrzeuge*. Gemeinsames Informationsfaltblatt der Hamburger Handelskammer und Handelskammer. Online. URL: https://www.hwk-hamburg.de/fileadmin/user_upload/Beratung/Elektromobilit %C3 %A4t/Faltblatt_Hamburg_macht_E-Mobil.pdf (Abruf 2016-09-03).

Hartmann, Petra (1995). „Response Behavior in Interview Settings of Limited Privacy“. In: *International Journal of Public Opinion Research* 7.4, S. 383–390. DOI: 10.1093/ijpor/7.4.383. URL: http://ijpor.oxfordjournals.org/content/7/4/383.short.

Hauptmann, Stefan (2005). „Structuring Audio Data With a „C-TOC“. An Example for Analysing Raw Data“. In: *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research* 6.1. ISSN: 1438-5627. DOI: 10.17169/fqs-6.1.513. URL: http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/513.

Hawkins, Troy R., Bhawna Singh, Guillaume Majeau-Bettez und Anders Hammer Strømman (2012). „Comparative Environmental Life Cycle Assessment of Conventional and Electric Vehicles“. In: *Journal of Industrial Ecology* 17.1, S. 53–64. DOI: 10.1111/j.1530-9290.2012.00532.x.

Heinze, Thomas (2001). *Qualitative Sozialforschung: Einführung, Methodologie und Forschungspraxis.* München; Wien; Oldenbourg: Oldenbourg Wissenschaftsverlag. ISBN: 3-486-25723-4.

Held, Michael, Roberta Graf, Daniel Wehner, Stefan Eckert, Michael Faltenbacher, Simone Weidner und Oliver Braune (2016). *Bewertung der Praxistauglichkeit und Umweltwirkungen von Elektrofahrzeugen.* Abschlussbericht. Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. URL: https://www.now-gmbh.de/content/5-service/4-publikationen/1-begleitforschung/now_handbuch_elektrofahrzeuge_web.pdf.

Helfferich, Cornelia (2014). „*Leitfaden- und Experteninterviews*“. In: Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Hrsg. von Nina Baur und Jörg Blasius. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 559–574. ISBN: 978-3-531-18939-0. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0_39. URL: http://dx.DOI.org/10.1007/978-3-531-18939-0_39.

Helmbrecht, Magnus, Klaus Bengler und Roman Vilimek (2013). „*Strategies for Efficient Driving with Electric Vehicles*“. In: Grundlagen und Anwendungen der Mensch-Maschine-Interaktion. 10. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme 10.-12. Oktober 2013. Hrsg. von Elisabeth Brandenburg, Laura Doria, Alice Gross, Torsten Günzler und Hardy Smieszek.Technische Universität Berlin. Berlin, S. 83–90. DOI: http://dx.DOI.org/10.14279/depositonce-3843.

Helms, Hinrich, Julius Jöhrens, Jan Hanusch, Ulrich Höpfner, Udo Lambrecht und Martin Pehnt (2011). *UMBReLA Umweltbilanzen Elektromobilität - Wissenschaftlicher Grundlagenbericht*. Grundlagenbericht. Projekt als Teil von BMU Erneuerbar Mobil; Förderkennzeichen BMU 16EM0040. Heidelberg: ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung GmbH. DOI: https://doi.org/10.2314/GBV:686669126. URL: https://www.erneuerbar-mobil.de/sites/default/files/publications/grundlagenbericht-umbrela_1.pdf.

Hinrich Helms, Julius Jöhrens, Claudia Kämper, Jürgen Giegrich, Axel Liebich, Regine Vogt und Udo Lambrecht (2016). *Weiterentwicklung und vertiefte Analyse der Umweltbilanz von Elektrofahrzeugen*. Texte 27, Umweltbundesamt, Dessau. Forschungskennzahl 3711 96 113, UBA-FB 002316. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_27_2016_umweltbilanz_von_elektrofahrzeugen.pdf

Herkner, Werner (1974). „*Inhaltsanalyse*“. In: Techniken der empirischen Sozialforschung. Hrsg. von Jürgen van Koolwijk. Bd. 3. München: Oldenbourg. Kap. 5, S. 158–185. ISBN: 3-486-44831-5.

Hesse, Benjamin, Gregor Hiesgen, Martin Koppers und Dieter Schramm (2012). „*Einfluss verschiedener Nebenverbraucher auf Elektrofahrzeuge*“. In: Zukünftige Entwicklungen in der Mobilität: Betriebswirtschaftliche und technische Aspekte. Hrsg. von Heike Proff, Jörg Schönharting, Dieter Schramm und Jürgen Ziegler. Wiesbaden: Gabler Verlag, S. 91–104. ISBN: 978-3-8349-7117-3. DOI: 10.1007/978-3-8349-7117-3_8.

Hesse, Markus (1993). *Verkehrswende: ökologisch-ökonomische Perspektiven für Stadt und Region.* 1. Aufl. Marburg: Metropolis-Verlag. ISBN: 3-926570-62-8.

Heymann, Eric (2014). „CO_2-Emissionen von Pkw“. In: *Deutsche Bank Research Aktuelle Themen*, S. 3. URL: https://www.dbresearch.de/PROD/DBR_INTERNET_DE-PROD/PROD0000000000345999/CO2-Emissionen_von_Pkw:_Regulierung_ %C3 %BCber_EU-Emissi.PDF.

Higgins, E Tory, William S Rholes und Carl R Jones (1977). „Category accessibility and impression formation“. In: *Journal of Experimental Social Psychology* 13.2, S. 141–154.

Hildebrandt, Achim, Sebastian Jäckle, Frieder Wolf und Andreas Heindl (2015). *Methodologie, Methoden, Forschungsdesign - ein Lehrbuch für fortgeschrittene Studierende der Politikwissenschaft*. VS Verlag für Sozialwissenschaften. DOI: 10.1007/978-3-531-18993-2.

Hoeffner, Jana (2015). *Stern mit Stecker – Elektromobilität bei Daimler*. Bericht im Newsletter des Vereins *Electrify-BW e.V*. vom 28.01.2015. Online. URL: http://electrify-bw.de/stern-mit-stecker-elektromobilitaet-bei-daimler/ (Abruf 2016-09-03).

Holm, Kurt (1974). „Theorie der Frage“. In: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 26.1, S. 91–114. ISSN: 0023-2653.

Holsti, Ole R. (1968). „*Content Analysis*“. In: The handbook of social psychology. Hrsg. von Gardner Lindzey und Elliott Aronson. 2. Aufl. Bd. 2 (Research Methods). Reading, Mass.: Addison-Wesley. Kap. 16, S. 596–692. ISBN: 0-201-04263-0.

Holtermann, Linus, Malte Jahn, Alkis Henri Otto und Jan Wedemeier (2015). *Metropolregion Hamburg 2020: Verkehrsinfrastruktur und ihre Auslastung*. Hrsg. von Hamburgisches Weltwirtschaftsinstitut und HSH Nordbank. Online. URL: http://www.hwwi.org/fileadmin/hwwi/Publikationen/Partnerpublikationen/HSH/150415_Verkehr_Studie_web.pdf.

Holtermann, Michael, Joachim Radeke, Jens Weinmann, Jérôme Massiani, Giselmar Hemmert, Andreas Gohs und Iris Witsch (2011). *Marktmodell Elektromobilität*. Techn. Ber. Berlin: European School of Management und Technology. URL: http://www.erneuerbar-mobil.de/sites/default/files/publications/abschlussbericht-mmem_1.pdf.

Honadle, George und Lauren Cooper (1989). „Beyond coordination and control: An interorganizational approach to structural adjustment, service delivery, and natural resource management“. In: *World Development* 17.10, S. 1531–1541. DOI: 10.1016/0305-750X(89)90025-9.

Hopf, Christel (1978). „Die Pseudo-Exploration - Überlegungen zur Technik qualitativer Interviews in der Sozialforschung“. In: *Zeitschrift für Soziologie* 7.2, S. 97–115.

Hügens, Torben und Stephan Zelewski (2006). „Eine Stakeholder-Analyse zur Ermittlung potenzieller Perspektiven für das Beziehungsmanagement mithilfe der Balanced Scorecard“. In: *WiSt-Wirtschaftswissenschaftliches Studium* 35.7, S. 368–373. ISSN: 0340-1650. DOI: 10.15358/0340-1650-2006-7-368. URL: https://doi.org/10.15358/0340-1650-2006-7-368.

Hülsmann, Michael und Dirk Fornahl, Hrsg. (2014). *Evolutionary Paths Towards the Mobility Patterns of the Future.* Berlin: Springer.

Huffington-Post (2017). *In diesen Ländern sollen bald keine Autos mit Diesel- und Benzinmotor mehr fahren.* Artikel vom 08.08.2017. Online. URL: https://www.huffingtonpost.de/2017/07/27/in-diesen-landern-sollen-bald-keine-autos-mit-diesel--und-benzinmotoren-mehr-fahren_n_17597616.html (Abruf 2018-09-18).

Hunger, Ditmar, Frank Fiedler, Matthias Hunger, Udo J. Becker und Falk Richter (2007). *Verbesserung der Umweltqualität in Kommunen durch geschwindigkeitsbeeinflussende Maßnahmen auf Hauptverkehrsstraßen*. Techn. Ber. 09-07. UFOPLAN: NR. 203 45 114, UBA-FB 000964. Dessau: Umweltbundesamt. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3152.pdf.

Hysolutions GmbH (2012). „*Modellregion Elektromobilität Hamburg, Vorhabensbeschreibung, Projekt: „Hamburg - Wirtschaft am Strom*““. Unveröffentlicht.

Hysolutions GmbH (2016). Initiative Hamburg macht e-mobil vorgestellt. Online. URL: http://www.elektromobilitaethamburg.de/presse/veroeffentlichungen/initiative-hamburg-macht-e-mobil-vorgestellt/ (Abruf 2016-09-04).

Hysolutions GmbH (2017). *Flottenprojekte E*-Drive. Online. URL: https://elektromobilitaethamburg.de/laufende-projekte/flottenprojekte/e-drive-2017 (Abruf 2018-04-23).

Icha, Petra (2018). *Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 – 2017*. Climate Change 11/18. Dessau: Umweltbundesamt. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-05-04_climate-change_11-2018_strommix-2018_0.pdf.

Iken, Mathias (2013). *Zeit für die Stadtbahn*. Artikel in der Tageszeitung Hamburger Abendblatt am 02.02.2013. Online. URL: http://www.abendblatt.de/meinung/article113318872/Zeit-fuer-die-Stadtbahn.html (Abruf 2016-11-11).

International Energy Agency (2016). *Decoupling of global emissions and economic growth confirmed*. Online. URL: http://www.iea.org/newsroomandevents/pressreleases/2016/march/decoupling-of-global-emissions-and-economic-growth-confirmed.html.

International Transport Forum (2017). *ITF Transport Outlook*. Paris: OECD Publishing. ISBN: 9789282108000. DOI: https://doi.org/10.1787/9789282108000-en.

IPCC (2008). *Climate Change 2007: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Hrsg. von Core Writing Team, R.K. Pachauri und A. Reisinger. Geneva, Switzerland: IPCC. ISBN: 92-9169-122-4. URL: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_full_report.pdf.

IPCC (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Hrsg. von Core Writing Team, R.K. Pachauri und L.A. Meyer. Geneva, Switzerland: IPCC. ISBN: 978-92-9169-143-2. URL: http://ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf.

Jäger, Siegfried (2015). *Kritische Diskursanalyse: eine Einführung*. 7. Aufl. Münster: Unrast-Verlag. ISBN: 978-3-89771-761-9.

Jänicke, Martin (2008). *„Staatliche Umweltpolitik am Beispiel Deutschlands*". In: Umweltpolitik. Hrsg. von Jürgen Faulenbach. Bd. 287. Bonn: Bundeszentrale für Politische Bildung, S. 52–57. URL: http://www.bpb.de/izpb/9015/staatliche-umweltpolitik-am-beispiel-deutschlands.

Jochem, E., C. Jaeger, A Battaglini, H. Bradke, C. Cremer, W. Eichhammer, H. Förster, A. Haas, E. Henning, F. Idrissova, B. Kasper, J. Köhler, D. Köwener, J. Krause, W. Lass, J. Liliestam, W. Mannsbart, M. Müller, F. Meißner, B. Pflüger, P. Radgen, M. Ragwitz, M. Rauschen, F. Reitze, L. Riffeser, W. Schade, K. Saure, F. Sensfuß, F. Toro, R. Walz und M. Wietschel (2008). *Investitionen für ein klimafreundliches Deutschland - Synthesebericht. Synthesebericht*. Berlin: Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. URL: http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimadeutschland_studie.pdf.

John, Bettina (2016). *Reinhard Zirpel neuer VDIK-Präsident*. Artikel in der Automobilwoche vom 09.06.2016. Online. URL: http://www.automobilwoche.de/article/20160609/NACHRICHTEN/160609916/verband-der-internationalen-kfz-hersteller-reinhard-zirpel-neuer-vdik-praesident (Abruf 2016-09-09).

Jöhrens, Julius und Julia Hildermeier (2016). *„Umweltinnovation im Pkw-Bereich: Kann die Politik Technologiesprünge erzwingen*?" In: Handbuch Verkehrspolitik. Hrsg. von Andreas Knie, Oliver Schwedes und Weert Canzler. Wiesbaden: Springer VS. Kap. 6, S. 649–676. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-658-04693-4_29.

Jordan, Markus (2015). *Produktion des Smart Fortwo Electric Drive der Baureihe 451 eingestellt.* Artikel im Online-Blog am 10.08.2015. Online. URL: http://blog.mercedes-benz-passion.com/2015/08/produktion-des-smart-fortwo-electric-drive-der-baureihe-451-komplett-eingestellt/#comment-64587 (Abruf 2016-09-03).

Josipovic, Neven (2016). *Der rechtliche Rahmen der Elektromobilität - Nationale und europäische Regelungen und ihre Auswirkungen auf den Fahrzeugabsatz*. Hrsg. von Edmund Brandt und Ulrich Smeddinck. Reihe: RATUBS Nr. 2/2016. Braunschweig: Berliner Wissenschafts-Verlag. ISBN: 978-3-8305-2149-5.

Jungheinrich Vertrieb Deutschland AG & Co. KG (2016). *Technische Universität Hamburg-Harburg und Dr. Friedrich Jungheinrich-Stiftung vertiefen Kooperation im Bereich Logistik – Gründung des Logistics Research Center*. Pressemitteilung vom 14.12.2015. Online. URL: http://www.jungheinrich.de/presse/artikel/nl/2369-technische-universitaet-hamburg-harburg-und-dr-friedrich-jungheinrich-stiftung-vertiefen-kooperation-im-bereich-logistik-gruendung-des-logistics-research-center/ (Abruf 2016-09-03).

Kaiser, Robert (2014). *Qualitative Experteninterviews: Konzeptionelle Grundlagen und praktische Durchführung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. DOI: 10.1007/978-3-658-02479-6.

Kampker, Achim, Dirk Vallée und Armin Schnettler, Hrsg. (2013). *Elektromobilität - Grundlagen einer Zukunftstechnologie.* Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. ISBN: 978-3-642-31986-0. DOI: 10.1007/978-3-642-31986-0.

Karabag, Sirri Steven und Arne Söhns (2011). *Einsatz von batterieelektrischen Fahrzeugen im Wirtschaftsverkehr (hh=wise) : Schlussbericht „hh=wise"; Laufzeit des Vorhabens: 01.03.2010 - 30.11.2011*. Online. FKZ BMVI: 03KP522B. Hamburg, Hannover. DOI: https://doi.org/10.2314/GBV:715904264. URL: https://www.tib.eu/de/suchen/id/TIBKAT %3A715904264/Einsatz-von-batterieelektrischen-Fahrzeugen-im/.

Karlsen, Jan Terje (2002). „Project stakeholder management". In: *Engineering Management Journal* 14.4, S. 19–24. DOI: 10.1080/10429247.2002.11415180.

Karmasin, Matthias (2007). „*Stakeholder-Management als Grundlage der Unternehmenskommunikation*". In: Handbuch Unternehmenskommunikation. Hrsg. von Manfred Piwinger und Ansgar Zerfaß. Wiesbaden: Gabler Verlag, S. 71–87. ISBN: 978-3-8349-9164-5. DOI: 10.1007/978-3-8349-9164-5_3. URL: http://dx.DOI.org/10.1007/978-3-8349-9164-5_3.

Kasten, Peter, Joß Bracker, Markus Haller und Joko Purwanto (2016). *Electric mobility in Europe – Future impact on the emissions and the energy systems.* Abschlussbericht. Framework Service Contract No EEA/ACC/13/003/LOT-1; Specific Contract Number 3411/B2015/EEA.56219; Final report of task 2 - Assessing the status of electrification of road transport passenger vehicles and potential future implications for the environment and European energy system. Öko-Institut. URL: http://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Assessing-the-status-of-electrification-of-the-road-transport-passenger-vehicles.pdf.

Kasten, Peter, Christof Timpe, Joß Bracker und Florian Hacker (2017). *Klimavorteil Elektromobilität? - Handlungsempfehlungen zur Gestaltung des Beitrags der Elektromobilität zum Klimaschutz.* Online. URL: https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Klimavorteil_Elektromobilitaet_Diskussionspapier_2017.pdf.

Kasten, Peter und Wiebke Zimmer (2011). CO_2-Minderungspotenziale durch den Einsatz von elektrischen Fahrzeugen in Dienstwagenflotten. Online. Ergebnisbericht im Rahmen des Projektes „Future Fleet", AP 2.7. URL: https://www.oeko.de/oekodoc/1343/2011-027-de.pdf.

Keisinger, Florian (2011). *Die Katastrophe als Chance*. Bericht erschienen online im Nachrichtenportal The European am 30.05.2011. Online. URL: http://www.theeuropean.de/florian-keisinger/6810-die-lehre-aus-fukushima (Abruf 2017-11-26).

Keller, Reiner (2011). *Diskursforschung eine Einführung für SozialwissenschaftlerInnen*. 4. Aufl. VS Verlag für Sozialwissenschaften. ISBN: 9783531920856. DOI: 10.1007/978-3-531-92085-6.

Kentzler, Monika (2009). *Hydrogen Transports - Bus Technology & Fuel for today and for a Sustainable Future - A Report on the Achievements and Learnings from the HyFLEET:CUTE Project 2006 – 2009*. Abschlussbericht. Leinfelden-Echterdingen: PE International GmbH. URL: http://gofuelcellbus.com/uploads/HyFLEETCUTE_Brochure_Web.pdf.

Kersten, Wolfgang, Mischa Seiter, Birgit von See, Niels Hackius und Timo Maurer (2017). *Trends und Strategien in Logistik und Supply Chain Management*. Online. URL: https://logistiktrends.bvl.de/system/files/t16/2017/Trends_und_Strategien_in_Logistik_und_Supply_Chain_Management_-_Chancen_der_digitalen_Transformation_-_Kersten_von_See_Hackius_Maurer_2017.pdf

Kessler, Johannes (2016). *Theorie und Empirie der Globalisierung: Grundlagen eines konsistenten Globalisierungsmodells*. Wiesbaden: Springer Fachmedien. ISBN: 9783658023881. DOI: 10.1007/978-3-658-02388-1.

Keßner, Nils (2016). *Identifizierung von Nutzungsmustern im elektrischen Fahrverbrauch von E-Fahrzeugen*. Master-Thesis. Hamburg: Technische Universität Hamburg-Harburg.

Klingenberg, Heinrich (2011). *Erprobung von Dieselhybridbussen in Hamburg*. Abschlussbericht. FKZ BMVI: 03KP521. Hamburg: Hamburger Hochbahn. DOI: 10.2314/GBV:683560069.

Klingenberg, Heinrich, Peter Lindlahr und Sören Christian Trümper (2011a). *Einsatz von batterieelektrischen Fahrzeugen im Wirtschaftsverkehr (hh=wise) : Schlussbericht „hh=wise"; Laufzeit des Vorhabens: 01.03.2010 - 15.11.2011*. Online. DOI: https://doi.org/10.2314/GBV:725508132. URL: https://www.tib.eu/de/suchen/id/TIBKAT %3A725508132/Einsatz- von-batterieelektrischen-Fahrzeugen-im/.

Klingenberg, Heinrich, Peter Lindlahr und Sören Christian Trümper (2011b). *Einsatz von elektrisch angetriebenen Pkw und Aufbau einer Ladeinfrastruktur in der Modellregion Hamburg: Schlussbericht hh=more; Laufzeit des Vorhabens: 01.11.2009 - 30.09.2011.* Online. FKZ BMVI: 03KP523A. Hamburg, Hannover. DOI: https://doi.org/10.2314/GBV:702971715. URL: https://www.tib.eu/de/suchen/download/?tx_tibsearch_search %5Bdocid %5D=TIBKAT %3A702971715&cHash=b85ec084ad03e621a7409bd800d3385a#download-mark.

Klingenberg, Heinrich, Peter Lindlahr und Sören Christian Trümper (2011c). *Modellregion Elektromobilität Hamburg: Regionale Projektleitstelle*. Online. FKZ BMVI: 03KP520X. Hamburg, Hannover. DOI: https://doi.org/10.2314/GBV:725322462. URL: https://www.tib.eu/de/suchen/id/TIBKAT %3A725322462/Modellregion-Elektromobilit %C3 %A4t-Hamburg-Regionale/.

Klodt, Henning (2011). *Zum Konzept der Leitmärkte - Eine Einführung aus industrieökonomischer Sicht*. Hrsg. von Institut für Weltwirtschaft und VDI/VDE Innovation + Technik GmbH. Online. Vortrag im Rahmen eines Workshops des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Rahmen der Umsetzung der Hightech-Strategie: „Wettbewerbsfähiger durch Leitmarktstrategie?"; 07.04.2011 Hotel Aquino, Berlin.

Klöpffer, Walter und Birgit Grahl (2009). *Ökobilanz (LCA) : ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf.* Weinheim: Wiley. ISBN: 9783527320431. DOI: 10.1002/9783527627158.

Knahl, Tobias und Christoph Sommer (2013). *Einsatzpotentiale für Elektrofahrzeuge in der Hamburger Wirtschaft - Ergebnisse einer Unternehmensbefragung und Handlungsempfehlungen*. Techn. Ber. Hamburg: Handelskammer Hamburg. URL: https://www.hk24.de/blob/hhihk24/produktmarken/beratung-service/innovation/downloads/1153066/Analyse_Einsatzpotenziale_von_Elektrofahrzeugen_in_Hamburger_Un-data.pdf.

Knie, Andreas, Oliver Schwedes und Weert Canzler, Hrsg. (2016a). *Handbuch Verkehrspolitik.* 2. Auflage. Springer NachschlageWissen. Wiesbaden: Springer VS. ISBN: 978-3-658-04693-4. DOI: 10.1007/978-3-658-04693-4.

Knie, Andreas, DB Rent GmbH, Korinna Stephan und Hendrik Mlasowsky (2016b). Projekt: *Innovationen für eine nachhaltige Mobilität, Elektromobilität: e-Quartier Hamburg : Schlussbericht der DB Rent GmbH zum 31.07.2016 : Laufzeit des Vorhabens: 01.02.2013-31.01.2016*. Online. DOI: https://doi.org/10.2314/GBV:872125084. URL: https://www.tib.eu/de/suchen/download/?tx_tibsearch_search %5Bdocid %5D=TIBKAT %3A872125084&cHash=d6507fc64926cda69f9761b742fcf035#download-mark.

Knie, Andreas, BMW AG, Barbara Lenz, Claudia Nobis, Felix Nowack, Flemming Giesel und Hermann Blümel (2016c). *Wirkung von E-Car Sharing Systemen auf Mobilität und Umwelt in urbanen Räumen (WiMobil).* Online. BMUB-Projekte FKZ: 16EM1046, 16EM1047, 16EM1048, 16EM1049, 16EM1050, 16EM1051, 01133365. DOI: 10.2314/GBV:866744789.

Knie, Andreas, Korinna Stephan und Hendrik Mlasowsky (2016d). *Projekt: Wirtschaft am Strom: Endbericht: Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2012-31.12.2015, Berichtszeitraum: 01.10.2012-31.12.2015.* Online. DOI: https://doi.org/10.2314/GBV:881439908. URL: https://www.tib.eu/de/suchen/id/TIBKAT %3A881439908/Projekt-Wirtschaft-am-Strom-Endbericht-Laufzeit/

Köckeis-Stangl, E. (1980). „*Handbuch der Sozialisationsforschung*". In: Hrsg. von Klaus Hurrelmann und Dieter Ulrich. Weinheim: Beltz. Kap. Methoden der Sozialforschung, S. 321–370. ISBN: 3-407-83025-4.

Kohli, Martin (1978). „Offenes und geschlossenes Interview: neue Argumente zu einer alten Kontroverse". In: *Soziale Welt* 29.1, S. 1–25. URL: http://www.jstor.org/stable/40877211.

Komarnicki, Przemyslaw, Jens Haubrock und Zbigniew A. Styczynski (2018a). *Elektromobilität und Sektorenkopplung: Infrastruktur- und Systemkomponenten*. Berlin, Heidelberg: Springer. ISBN: 978-3-662-56249-9. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-662-56249-9.

Komarnicki, Przemyslaw, Jens Haubrock und Zbigniew A. Styczynski (2018b). „Physikalisch-technische Beschreibung des E-Kraftfahrzeugs“. In: Elektromobilität und Sektorenkopplung: Infrastruktur- und Systemkomponenten. Berlin, Heidelberg: Springer. Kap. 2, S. 39–60. ISBN: 978-3-662-56249-9. DOI: 10.1007/978-3-662-56249-9_2.

König, Torsten (2017). *Hamburger Konjunkturbarometer I/2017*. Online. URL: https://www.hk24.de/produktmarken/beratung-service/konjunktur-statistik/hamburger-konjunkturbarometer/1153212.

König, Torsten (2018). *Hamburger Konjunkturbarometer I/2018*. Online. URL: https://www.hk24.de/produktmarken/beratung-service/konjunktur-statistik/hamburger-konjunkturbarometer/1153212.

Körner, Christiane und Philipp Krüger (2014). *Einsatz eines Brennstoffzellen-Midibusses im Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf: Abschlussbericht*. Abschlussbericht. Hamburg: Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf und Hysolutions GmbH. DOI: 10.2314/GBV:821788191.

Korthauer, Reiner, Hrsg. (2013). *Handbuch Lithium-Ionen-Batterien*. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg. ISBN: 978-3-642-30653-2. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-30653-2.

Kousky, Carolyn und Stephen H. Schneider (2003). „Global climate policy: will cities lead the way?“ In: *Climate Policy* 3.4, S. 359–372. ISSN: 1752-7457. DOI: 10.1016/j.clipol.2003.08.002.

Kraftfahrt-Bundesamt (2011). *Fachartikel: Marken und Modelle*. Flensburg: Kraftfahrt-Bundesamt. URL: http://www.kba.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ/Fachartikel/marken_modelle_20110515.pdf?__blob=publicationFile&v=6.

Kraftfahrt-Bundesamt (2014). *Bestand an Pkw am 1. Januar nach Kraftstoffarten*. Datenbankzugriff auf einzelne Bestandsjahrgänge. Online. URL: https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/2009/2009_b_emi_eckdaten.html?nn=663488 (Abruf 2018-11-06).

Kraftfahrt-Bundesamt (2015). *Bestand an Pkw am 1. Januar 2015 nach ausgewählten Kraftstoffarten*. Online. URL: https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/2015/2015_b_umwelt_dusl_absolut.html?nn=1378446 (Abruf 2018-11-06).

Kraftfahrt-Bundesamt (2016a). *Bestand am 1. Januar 2016 nach Umwelt-Merkmalen: Jeder dreihundertste Personenkraftwagen mit Elektro- oder Hybridantrieb*. Online. URL: http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/2016_b_kurzbericht_umwelt_pdf.pdf;?__blob=publicationFile&v=15.

Kraftfahrt-Bundesamt (2016b). *Methodische Erläuterungen zu Statistiken über Fahrzeugzulassungen*. Flensburg: Kraftfahrt-Bundesamt. URL: http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/fz_methodische_erlaueterungen_201601_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=3.

Kraftfahrt-Bundesamt (2016c). *Verzeichnis zur Systematisierung von Kraftfahrzeugen und ihren Anhängern (SV1)*. Statistik. Flensburg: Kraftfahrt-Bundesamt. URL: http://www.kba.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Statistik/SV/sv1_2016_05_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=16.

Kraftfahrt-Bundesamt (2017a). *Fahrzeugzulassungen (FZ) - Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Haltern, Wirtschaftszweigen - 1. Januar 2017 - FZ 23*. Online. FZ 23. URL: https://www.kba.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ/2017/fz1_2017_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=3.

Kraftfahrt-Bundesamt (2017b). *Fahrzeugzulassungen (FZ) - Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken - 1. Januar 2017 - FZ 1*. Online. FZ 1. URL: https://www.kba.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ/2017/fz1_2017_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=3.

Kraftfahrt-Bundesamt (2017c). *Regionale Unterschiede bei Elektro-Personenkraftwagen*. Online. URL: https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/2017_b_kurzbericht_umwelt_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=19.

Kraftfahrt-Bundesamt (2017d). *Fahrzeugzulassungen (FZ). Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen nach Umwelt-Merkmalen. Jahr 2017.* Online. URL: https://www.kba.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ/2017/fz14_2017_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (Abruf 2018-09-30)

Kraftfahrt-Bundesamt (2017e). *Bestandsbarometer.* Online. URL: https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Ueberblick/2017/2017_b_barometer.html?nn=1873496 (Abruf 2018-09-30)

Kraftfahrt-Bundesamt (2017f). Bestand am 1. Januar 2017 nach Fahrzeugklassen und Aufbauarten. Online. URL: https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/FahrzeugklassenAufbauarten/fahrzeugklassen_node.html (Abruf 2018-09-30)

Kraftfahrt-Bundesamt (2018). *Durchschnittsalter der Personenkraftwagen wächst*. Online. URL: https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Fahrzeugalter/2018_b_kurzbericht_fz_alter_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=3.

Kraftfahrt-Bundesamt (2018b). *Erneut mehr Gesamtkilometer bei geringerer Jahresfahrleistung je Fahrzeug*. Online. URL: https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/VerkehrKilometer/2017_vk_kurzbericht_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=14 (Abruf 2018-08-14).

Kraftfahrt-Bundesamt (2018c). *Zeitreihenanalyse Halter Bestand*. Online. URL: https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Halter/z_b_halter.html?nn=658008 (Abruf 2018-03-01); keine neueren Daten zum Abrufszeitpunkt verfügbar.

Kraftfahrt-Bundesamt (2018d). *Zeitreihenanalyse Halter Neuzulassungen*. Online. URL: https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/Halter/2016_n_halter_dusl.html?nn=652344 (Abruf 2018-03-01); keine neueren Daten zum Abrufszeitpunkt verfügbar.

Kraftfahrt-Bundesamt (2018e). *Neuzulassungen von Personenkraftwagen nach Segmenten und Modellreihen im Februar 2018 (FZ 11).* , Daten als Excel-Tabelle online verfügbar. URL: https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/Segmente/segmente_node.html (Abruf 2018-03-01).

Kraftfahrt-Bundesamt (2018f). *Daten zu Neuzulassungen von Personenkraftwagen nach Marken und Umwelt-Merkmalen (FZ 14)*. Online. URL: https://www.kba.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ/2015/fz14_2015_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (Abruf 2018-03-01).

Kraftfahrt-Bundesamt (2018g). *Bestand nach Umwelt-Merkmalen (FZ 13)*. Online. URL: http://www.kba.de/DE/Statistik/Produktkatalog/produkte/Fahrzeuge/fz13_b_uebersicht.html zur Verfügung (Abruf 2018-03-12).

Kraftfahrt-Bundesamt (2018h). *Bestandsbarometer 2018*. Online. URL: https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Ueberblick/2018_b_barometer.html?nn=1133288 (Abruf 2018-09-30).

Kraftfahrt-Bundesamt (2018i). *Fahrzeugzulassungen (FZ) Bestand an Kraftfahrzeugen nach Umwelt-Merkmalen (FZ 13)*. Datenbankzugriff auf mehrere Jahrgänge der Daten. Online. URL: https://www.kba.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ/2013/fz13_2013_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=6 (Abruf 2018-09-30).

Kraftfahrt-Bundesamt (2018j). *Neuzulassungen von Personenkraftwagen nach Marken und Modellreihen (FZ10.1)*. Datenbankzugriff auf mehrere Jahrgänge der Daten. Online. URL: https://www.kba.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ/2018 %20monatlich/FZ10/fz10_2018_05_xls.xls?__blob=publicationFile&v=4 (Abruf 2018-06-06).

Kraftfahrt-Bundesamt (2018k). *Bestand nach Umwelt-Merkmalen (FZ 13) 2017*. Online. URL: https://www.kba.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ/2017/fz13_2017_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=2, (Abruf 2018-07-05).

Kramer, Matthias (2010). *Integratives Umweltmanagement - Systemorientierte Zusammenhänge zwischen Politik, Recht, Management und Technik*. 1. Aufl. Gabler Verlag. ISBN: 978-3-8349-8602-3. DOI: 10.1007/978-3-8349-8602-3.

Kranzl, Sabine (2018). *Treibhausgasemissionen von Strom - Empfehlungen zur Öko-Bilanzierung.* Bericht REP-0654. Wien: Umweltbundesamt. URL: http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0654.pdf.

Krey, Oliver und Ingenieurgruppe IVV GmbH (2016). *Zentrales Datenmonitoring für regionale Demonstrationsvorhaben Elektromobilität - Neuzulassungen von Elektrofahrzeugen in Deutschland Juli 2016*. Unveröffentlicht.

Kreyenberg, D., A. Lischke, F. Bergk, F. Duennebeil, C. Heidt, W. Knörr, T. Raksha, P. Schmidt, W. Weindorf, K. Naumann, S. Majer und F. Müller-Langer (2015). *Erneuerbare Energien im Verkehr Potenziale und Entwicklungsperspektiven verschiedener erneuerbarer Energieträger und Energieverbrauch der Verkehrsträger.* Kurzstudie. Studie im Rahmen der Wissenschaftlichen Begleitung, Unterstützung und Beratung des BMVI in den Bereichen Verkehr und Mobilität mit besonderem Fokus auf Kraftstoffen und Antriebstechnologien sowie Energie und Klima des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) AZ Z14/SeV/288.3/1179/UI40. Berlin: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institit für Verkehrsforschung. URL: http://www.lbst.de/download/2015/mks-kurzstudie-ee-im-verkehr.pdf.

Kreyenberg, Danny (2016). *Fahrzeugantriebe für die Elektromobilität*. Springer Fachmedien Wiesbaden. ISBN: 978-3-658-14284-1. DOI: 10.1007/978-3-658-14284-1.

Krippendorff, Klaus (2004). *Content analysis: an introduction to its methodology*. 2. Aufl. Thousend Oaks: SAGE. ISBN: 0-7619-1544-3.

Kropp, Per und Annekatrin Niebuhr (2006). *Vergleichende Analyse von Länderarbeitsmärkten - Hamburg und die Metropolregion*. IAB Regional. Berichte und Analysen 1. Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit. URL: http://doku.iab.de/regional/N/2006/regional_n_0106.pdf.

Krstanoski, Helma (2013). *Mobilitätsprogramm 2013*. Hrsg. von Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation. Online. URL: http://www.hamburg.de/contentblob/4119700/data/mobilitaetsprogramm-2013.pdf (Abruf 2015-11-11).

Krug, Stefan, Oliver Krey, Birte Ohm, Oliver Braune und Marc Weider (2018). *Elektromobilität vor Ort - Ergebnisbericht des Zentralen Datenmonitorings des Förderprogramms Elektromobilität vor Ort des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur*. Online. URL: https://www.now-gmbh.de/content/service/3-publikationen/2-modellregionen-elektromobilitaet/zdm-ivv-ergebnisbericht_final.pdf (Abruf 2018-09-12).

Kühl, Stefan, Petra Strodtholz und Andreas Taffertshofer, Hrsg. (2009). *Handbuch Methoden der Organisationsforschung - quantitative und qualitative Methoden*. 1. Aufl. VS Verlag für Sozialwissenschaften. DOI: 10.1007/978-3-531-91570-8.

Kurt, Ronald und Regine Herbrik (2014). „*Sozialwissenschaftliche Hermeneutik und hermeneutische Wissenssoziologie*". In: Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Hrsg. von Nina Baur und Jörg Blasius. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 473–491. ISBN: 978-3-531-18939-0. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0_33. URL: http://dx.DOI.org/10.1007/978-3-531-18939-0_33.

Kutter, Eckhard (2007). „*Raum und Verkehr*". In: Handbuch Verkehrspolitik. Hrsg. von Oliver Schöller, Weert Canzler und Andreas Knie. 1. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. Kap. 2, S. 252–278. ISBN: 978-3-531-14548-8.

Kutter, Eckhard und Axel Stein (1998). *Minderung des Regionalverkehrs: Chancen von Städtbau und Raumordnung in Ostdeutschland*. Forschungsbericht des DIW im Auftrag der Landeshauptstadt Dresden sowie des BMBau/der BfLR im Rahmen des ExWoSt-Forschungsfeldes Städtebau und Verkehr". Forschungsbericht 87. Bonn: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung.

Laatz, Wilfried (1993). *Empirische Methoden - Ein Lehrbuch für Sozialwissenschaftler*. Thun: Verlag Harri Deutsch. ISBN: 3-8171-1261-0.

Landesorganisation Hamburg der SPD (2011). *Unser Hamburg: stark und solidarisch - SPD-Regierungsprogramm für Hamburg*. SPD Geschäftsstelle Hamburg.

Landesorganisation Hamburg der SPD (2015). *Hamburg weiter vorn - SPD-Regierungsprogramm 2015-2020*. SPD Geschäftsstelle Hamburg

Landesorganisation Hamburg der SPD und Landesverband Hamburg von Bündnis 90/Die Grünen (2015a). *Zusammen schaffen wir das moderne Hamburg: Koalitionsvertrag über die Zusammenarbeit in der 21. Legislaturperiode der Hamburgischen Bürgerschaft zwischen der SPD, Landesorganisation Hamburg, und Bündnis 90/Die Grünen, Landesverband Hamburg*. Online. URL: http://www.hamburg.de/contentblob/4479010/data/download-koalitionsvertrag-2015.pdf.

Landesverband der CDU in Hamburg (2004a). *Hamburg im Aufwind - die Zukunft der Wachsenden Stadt gestalten*. Regierungsprogramm 2004-2008. CDU Geschäftsstelle Hamburg.

Landesverband der CDU in Hamburg (2004b). *Wahlplattform der CDU Hamburg für die Bürgermeisterwahl 2004 - Ole wählen*. CDU Geschäftsstelle Hamburg.

Landesverband der CDU in Hamburg (2008). *In guten Händen. Grundlagen für Hamburgs Erfolg. Das Regierungsprogramm der Hamburger CDU 2008 – 2012*. CDU Geschäftsstelle Hamburg.

Landesverband Hamburg von Bündnis 90/Die Grünen (2015). *Unser Wahlprogramm - Mit grün geht das*. Bündnis 90/Die Grünen Geschäftsstelle Hamburg.

Landesverband Hamburg von Bündnis 90/Die Grünen und Landesverband der CDU in Hamburg (2008). *Vertrag über die Zusammenarbeit in der 19. Wahlperiode der Hamburgischen Bürgerschaft zwischen der Christlich Demokratischen Union, Landesverband Hamburg und Bündnis 90/Die Grünen, Landesverband Hamburg, GAL*. Koalitionsvertrag. CDU Geschäftsstelle Hamburg.

Landgrebe-Trinkunaite, Ruta, Ralph Piotrowski, Arkaitz Usubiaga, Philipp Schepelmann, Bettina Bahn-Walkowiak und Matthias Altmann (2011). *EU Subsidies for Polluting and Unsustainable Practices*. Studie IP/A/ENVI/ST/2010-17; PE 457.359. Brüssel: Europäisches Parlament. URL: http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2011/457359/IPOL-ENVI_ET(2011)457359_EN.pdf.

Lange, Norbert de (2006). *Geoinformatik in Theorie und Praxis*. 2. aktualisierte und erweiterte Auflage. Berlin: Springer. ISBN: 978-3540-28291-4.

Lauer, Johannes und Wolfgang Dickhaut (2018). *Elektromobilität im Rahmen der Stadtentwicklung in Hamburg und Shenzhen*. Forschungsbericht. SINGER Projekt. Hamburg: HafenCity Universität Hamburg.

Leal, Walter, Franiska Mannke und Kathrin Rath (2014). *Emobility NSR*. Abschlussbericht zum Projekt. Online. URL: http://e-mobility-nsr.eu/fileadmin/user_upload/downloads/info-pool/E-Mobility_NSR_final_results_brochure.pdf (Abruf 2016-09-03).

Legaltech One GbR (2017). *Sofortprogramm Saubere Luft 2017 bis 2020.* Online. URL: http://www.energiewirtschaft.pro/download/2017-11-28-Diesel-Sofortprogramm.pdf (Abruf 2018-04-17).

Le Quéré, C., R. M. Andrew, J. G. Canadell, S. Sitch, J. I. Korsbakken, G. P. Peters, A. C. Manning, T. A. Boden, P. P. Tans, R. A. Houghton, R. F. Keeling, S. Alin, O. D. Andrews, P. Anthoni, L. Barbero, L. Bopp, F. Chevallier, L. P. Chini, P. Ciais, K. Currie, C. Delire, S. C. Doney, P. Friedlingstein, T. Gkritzalis, I. Harris, J. Hauck, V. Haverd, M. Hoppema, K. Klein Goldewijk, A. K. Jain, E. Kato, A. Körtzinger, P. Landschützer, N. Lefèvre, A. Lenton, S. Lienert, D. Lombardozzi, J. R. Melton, N. Metzl, F. Millero, P. M. S. Monteiro, D. R. Munro, J. E. M. S. Nabel, S.-I. Nakaoka, K. O'Brien, A. Olsen, A. M. Omar, T. Ono, D. Pierrot, B. Poulter, C. Rödenbeck, J. Salisbury, U. Schuster, J. Schwinger, R. Séférian, I. Skjelvan, B. D. Stocker, A. J. Sutton, T. Takahashi, H. Tian, B. Tilbrook, I. T. van der Laan-Luijkx, G. R. van der Werf, N. Viovy, A. P. Walker, A. J. Wiltshire und S. Zaehle (2016). „Global Carbon Budget 2016". In: *Earth System Science Data* 8.2, S. 605–649. DOI: 10.5194/Le Quéré et al. 2016. URL: http://www.earth-syst-sci-data.net/8/605/2016/.

Le Quéré, Corinne, Michael R Raupach, Josep G Canadell, Gregg Marland, Laurent Bopp, Philippe Ciais, Thomas J Conway, Scott C Doney, Richard A Feely und Pru Foster (2009). „Trends in the sources and sinks of carbon dioxide". In: *Nature Geoscience* 2.12, S. 831–836. DOI: 10.1038/ngeo689.

Liebl, Franz (1996). *Strategische Frühaufklärung: Trends - Issues - Stakeholders*. München: Oldenbourg. ISBN: 3-486-23418-8.

Lindlahr, Peter (o. D.). *Electromobility in Hamburg: Status of projects and current developments.* Vortrag bei Polis-Netzwerkveranstaltung. Online. URL: https://www.polisnetwork.eu/uploads/Modules/PublicDocuments/Hamburg-small.pdf (Abruf 2018-04-23).

Lindlahr, Peter (2012). *Perspektiven eines weiteren Ausbaus der Elektromobilität*. Vortrag auf der 4. Fachkonferenz Schleswig-Holsteinischer Gemeindetag in Rendsburg am 26.09.2012. Online. URL: www.shgt.de/docs/VortragFriemertInternet.pdf (Abruf 2018-04-23).

Linke, Guido (2017). *Förderprojekte Hamburg, Wirtschaftsflotten (EWi-HH) und kommunale Flotten (Eko-HH).* Präsentation bei der Stadt Hamburg im Februar 2017. Online. URL: https://www.hamburg.de/contentblob/8119298/e072af10891aac968cd5a49a4f66bf6c/data/d-praesentation-vw-leasing.pdf (Abruf 2018-04-23).

Lischke, A., D. Windmüller, R. Wurster, W. Weindorf und Christoph Heidt (2015). *Identifizierung von Hemmnissen der Nutzung von LNG und CNG im schweren Lkw-Verkehr sowie Möglichkeiten zu deren Überwindung*. Bericht. Wissenschaftliche Begleitung, Unterstützung und Beratung des BMVI in den Bereichen Verkehr und Mobilität mit besonderem Fokus auf Kraftstoffen und Antriebstechnologien sowie Energie und Klima des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) AZ Z14/SeV/288.3/1179/UI40, Ausschreibung vom 19.12.2011. Berlin: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). URL: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/MKS/studie-nutzung-lng-cng-schwere-lkw.pdf?__blob=publicationFile.

Löwisch, Roland (2014). *Der Leaferwagen*. Artikel im Nachrichtenportal Spiegel Online. Online. URL: http://www.spiegel.de/auto/fahrkultur/nissan-e-nv200-kastenwagen-und-van-mit-elektromotor-im-test-a-976360.html (Abruf 2016-01-21).

Lorentz, H., W. Schmidt und I. Düring (2010). *Berechnung Kfz-bedingter Schadstoffemissionen und -immissionen in Hamburg*. Hrsg. von Freie und Hansestadt Hamburg und Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt. Online. URL: www.hamburg.de/contentblob/2893032/data/gutachten-lohmeyer.pdf.

Lotsenstelle Fonds Nachhaltige Mobilität und Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2018). *Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020*. Online. Informationsveranstaltung am 18.05.2018. URL: https://www.bezreg-arnsberg.nrw.de/presse/2018/05/084_18_05_18/vortraege/18_05_18_grothues_lotsenstelle.pdf.

Lübbert, Daniel (2007). *CO_2-Bilanzen verschiedener Energieträger im Vergleich: zur Klimafreundlichkeit von fossilen Energien, Kernenergie und erneuerbaren Energien*. Info-Brief WD 8 - 056/2007. Berlin: Deutscher Bundestag, Wissenschaftlicher Dienst. URL: https://www.bundestag.de/blob/406432/c4cbd6c8c74ec40df8d9cda8fe2f7dbb/wd-8-056-07-pdf-data.pdf.

Ludwigs, Markus (2017). *Energierechtliche Implikationen der Förderung von Elektromobilität.* Vortrag am 11. Oktober 2017 auf den 3. Bucerius Energy Law Day, Hamburg.

Martens, Bernd (2010). *Wirtschaftlicher Zusammenbruch und Neuanfang nach 1990*. Hrsg. von Bundeszentrale für politische Bildung. Online (2010-03-30). URL: http://www.bpb.de/geschichte/deutsche-einheit/lange-wege-der-deutschen-einheit/47133/zusammenbruch.

Martin, Roger L. (2015). *The First Question to Ask of Any Strategy*. Online. URL: https://hbr.org/2015/05/the-first-question-to-ask-of-any-strategy.

Martinot, Eric, Noriaki Yamashita, Vincent Tan, Risa Irie, Maryke Van Staden und Monika Zimmermann (2011). *Global Status Report on Local Renewable Energy Policies*. Online. Report, IAEA, INIS-FR–15-0651. URL: http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/46/105/46105568.pdf?r=1 %20and %20https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:46105568.

Matt, Christian (2018). *Elektromobilität: Kriterien und Treiber betrieblicher Mobilitätsentscheidungen*. Hrsg. von Carsten Gertz und Heike Flämig. Bd. 19. Harburger Berichte zur Verkehrsplanung und Logistik. Dissertation. Münster: Readbox Publishing. ISBN 978-3-96163-150-6.

Matthes, Felix C. (2014a). *Baseline-Clearing für das Jahr 2020*. Online. Hintergrundbericht zu „Aktionsprogramm Klimaschutz 2020". URL: http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Aktionsprogramm_Klimaschutz/oekoinstitut_baseline_clearing_2020_bf.pdf.

Matthes, Felix C. (2014b). *Das Emissionshandelssystem der Europäischen Union und der Energie- und Klimafonds für Deutschland - Stellungnahme zur Anhörung des Haushaltsauschusses des Deutschen Bundestages am 13. Oktober 2014*. Online. URL: https://www.bundestag.de/blob/334830/83ef576646fd4e5ef742eb24d6d6fa5c/dr--felix-christian-matthes-pdf-data.pdf.

Matthies, Ellen, Sebastian Bobeth, Christian Klöckner und Jens Schippl (2016). *Zur besseren Verbreitung von Elektroautos – Was können wir in Deutschland von Norwegen lernen*? Online. Policy Brief der Helmholtz-Allianz ENERGY-TRANS, 01/2016. URL: https://www.energy-trans.de/downloads/ENERGY-TRANS-PolicyBrief_Elektromobilit %c3 %a4t.pdf.

Matzel, Andreas Maximilian (2014). *Ermittlung der Leistung der Nebenverbraucher in Elektrofahrzeugen für verschiedene Fahr- und Umweltsituationen am Beispiel des Peugeot iOn*. Bachelor Thesis. Bielefeld: Fachhochschule Bielefeld, Fachbereich Ingenieurwissenschaften und Mathematik.

Mayer, Horst Otto (2013). *Interview und schriftliche Befragung - Grundlagen und Methoden empirischer Sozialforschung*. 6. Aufl. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag. ISBN: 978-3-486-71762-4.

Mayring, Philipp (2010a). „*Qualitative Inhaltsanalyse*". In: Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie. Hrsg. von Günter Mey und Katja Mruck. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 601–613. ISBN: 978-3-531-92052-8. DOI: 10.1007/978-3-531-92052-8_42. URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-92052-8_42.

Mayring, Philipp (2010b). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*. 11. Aufl. Weinheim: Beltz. ISBN: 978-3-407-29142-4.

Mayring, Philipp und Thomas Fenzl (2014). „*Qualitative Inhaltsanalyse*". In: Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Hrsg. von Nina Baur und Jörg Blasius. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 543–556. ISBN: 978-3-531-18939-0. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0_38. URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-18939-0_38.

Mazmanian, Daniel A. und Michael E. Kraft, Hrsg. (2009). *Sustainable Communities: Transition and Transformations in Environmental Policy*. 2. Auflage. Cambridge, Massachusetts; London: MIT Press. ISBN: 0262134926.

McKinsey (2018). *Electric Vehicle Index.* Online. URL: https://www.mckinsey.de/branchen/automobilzulieferer/electric-vehicle-index (Abruf 2018-06-01).

Meadows, Dennis, Donella H Meadows, Erich Zahn und Peter Milling (1972). *Die Grenzen des Wachstums: Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit.* Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt. ISBN: 3421026335.

Merk, Olaf und Markus Hesse (2012). *The Competitiveness of Global Port-Cities: the Case of Hamburg.* OECD Regional Development Working Papers 2012/06. Organisation for Economic Co-operation und Development (OECD). DOI: http://dx.doi.org/10.1787/5k97g3hm1gvk-en. URL: https://www.hamburg.de/contentblob/3472758/f84f2b925aaf703a361712283adf6303/data/oecd-studie-zum-hamburger-hafen.pdf.

Merkel, Angela, Horst Seehofer, Guido Westerwelle, Volker Kauder, Peter Ramsauer und Birgit Hombach (2009). *Wachstum, Bildung, Zusammenhalt - Der Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und FDP*. URL: https://www.csu.de/common/_migrated/csucontent/091026_koalitionsvertrag.pdf.

Mester, Volker (2012). *1000 Elektroautos für das Handwerk.* Artikel im Hamburger Abendblatt vom 19.09.2012. Online. URL: http://www.abendblatt.de/hamburg/article109314754/1000-Elektroautos-fuer-das-Handwerk.html (Abruf 2016-09-01) (Umgehung der Paywall über Google).

Metropolregion Hamburg (2015). *„HansE" – Der Norden tankt elektrisch.* Pressemitteilung der Metropolregion Hamburg vom 06.03.2015. Online. URL: http://metropolregion.hamburg.de/presse/4465144/hanse-der-norden-tankt-elektrisch/ (Abruf 2018-04-23).

Mindways GmbH (2016) *Das CarSharing-Projekt in Ihrem Quartier geht weiter!* Mitteilung für Mieter im Objekt Hopfenstraße, Hamburg, durch die Firma Mindways am 31.03.2016 (Carsharing-Dienstleister). Online. URL: http://www.bergedorf-bille.de/uploads/media/Mindways_Hopfenstrasse.pdf (Abruf 2016-09-09).

Minnich, Lukas, Öko-Institut, Julia Wiepking, Florian Hacker und Sven Kühnel (2017). *ePowered Fleets Hamburg - Elektromobilität in Flotten: Abschlussbericht der Begleitforschung - Ergebnisse und Handlungsempfehlungen*. Online. DOI: https://doi.org/10.2314/GBV:101445588X. URL: https://www.tib.eu/de/suchen/id/TIBKAT %3A101445588X/ePowered-Fleets-Hamburg-Elektromobilit %C3 %A4t-in-Flotten/.

Minnich, Lukas, Julia Wiepking und Florian Hacker (2016). *Gewerbliche Elektromobilität für alle - Zwischenergebnisse und Handlungsempfehlungen aus dem Projekt „ePowered Fleets Hamburg".* Working-Paper 2/2016. Berlin: Öko-Institut. URL: http://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/WP-Gewerbliche-Elektromobilitaet-fuer-alle.pdf.

Mitschke, Manfred und Henning Wallentowitz (2014). *Dynamik der Kraftfahrzeuge*. Wiesbaden: Springer Vieweg. ISBN: 978-3-658-05068-9. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-658-05068-9.

Mondt, J. Robert (2000). *Cleaner cars : the history and technology of emission control since the 1960s*. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers, Inc. ISBN: 0-7680-0222-2.

Müller, Peter und Andreas Wassermann (2012). *Begehrte Beute*. Artikel im Nachrichtenmagazin Der Spiegel vom 30.01.2012 (reprint der Ausgage 05/2010). Online URL: http://www.spiegel.de/spiegel/print/d-83774678.html (Abruf 2016-09-04).

Morris, Peter W. G. und Jeffrey K. Pinto (2007). *The Wiley Guide to Managing Projects.* John Wiley & Sons. DOI: 10.1002/9780470172391.

Mortsiefer, Henrik (2015). *Daimler schaltet den Elektro-Smart aus*. Artikel in der Tageszeitung Tagesspiegel am 19.08.2015. Online. URL: http://www.tagesspiegel.de/wirtschaft/produktion-eingestellt-daimler-schaltet-den-elektro-smart-aus/12199972.html (Abruf 2016-09-07).

Nadert, Nima und Götz Reichert (2012). *CO_2-Ausstoss neuer Pkw ab 2020*. Techn. Ber. 46. 12.11.2012. Freiburg: Centrum für Europäische Politik. URL: http://www.cep.eu/Analysen/COM_2012_393_CO2-Grenzen/cepAnalyse_COM_2012_393_CO2-Grenzen_PKW.pdf.

Nagl, Anna, Alexander Haubrock, Giorgio Calcagnini, Verena Rath, Judith Schnaiter und Karlheinz Bozem (2013). „*Market Insights: Nachhaltige Mobilität*". In: Energie für nachhaltige Mobilität - Trends und Konzepte. Hrsg. von Karlheinz Bozem, Anna Nagl und Carsten Rennhak. Wiesbaden: Springer Gabler. Kap. 5, S. 201–252. ISBN: 978-3-8349-4211-1. DOI: 10.1007/978-3-8349-4212-8.

Namdeo, A., A. Tiwary und R. Dziurla (2014). „Spatial planning of public charging points using multi-dimensional analysis of early adopters of electric vehicles for a city region". In: *Technological Forecasting and Social Change* 89, S. 188–200. ISSN: 0040-1625. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2013.08.032. URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162513002175.

Nationale Plattform Elektromobilität (2010a). *AG4 - Normung, Standardisierung und Zertifizierung - Vorschriften in den Bereichen Kraftfahrzeugtechnik und Gefahrguttransport*. Online. URL: https://www.dke.de/resource/blob/761712/9aaa2477e404826bfee754a59d54b37c/rechtsvorschriften-data.pdf.

Nationale Plattform Elektromobilität (2010b). *Zwischenbericht der Nationalen Plattform Elektromobilität*. Hrsg. von Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität der Bundesregierung. Bericht 1 (Status-Report). Bonn: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. URL: http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/bericht_emob_bf.pdf.

Nationale Plattform Elektromobilität (2012). *Fortschrittsbericht der Nationalen Plattform Elektromobilität (Dritter Bericht).* Techn. Ber. Berlin: Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität der Bundesregierung. URL: http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/fileadmin/user_upload/Redaktion/bericht_emob_3_bf.pdf.

Nationale Plattform Elektromobilität (2014). *Fortschrittsbericht 2014 - Bilanz der Marktvorbereitung.* Techn. Ber. Berlin: Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität der Bundesregierung. URL: http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/fileadmin/user_upload/Redaktion/NPE_Fortschrittsbericht_2014_Barrierefrei.pdf.

Nationale Plattform Elektromobilität (2015). *Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland; Statusbericht und Handlungsempfehlungen 2015; AG 3 - Ladeinfrastruktur und Netzintegration.* Online. URL: http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/fileadmin/user_upload/Redaktion/NPE_AG3_Statusbericht_LIS_2015_barr_bf.pdf.

Nationale Plattform Elektromobilität (2018). *Fortschrittsbericht 2018 - Markthochlaufphase*. Techn. Ber. Berlin: Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität der Bundesregierung. URL: http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/fileadmin/user_upload/Redaktion/NPE_Fortschrittsbericht_2018_barrierefrei.pdf.

Nawratil, Ute und Schönhagen, Philomen (2009). *Die qualitative Inhaltsanalyse: Rekonstruktion der Kommunikationswirklichkeit.* In: Wagner, Hans (Hrgs). Qualitative Methoden in der Kommunikationswissenschaft: ein Lehr-und Studienbuch. Baden-Baden: Nomos, 2009.

Nemry, Françoise und Martijn Brons (2011). „*Market penetration scenarios of electric drive vehicles*“. In: ETC Conference Papers 2011. Date: 2011-10-10 to 2011-10-12. Association For European Transport. Glasgow. URL: https://aetransport.org/public/downloads/j-KZq/4922-514ec606e1709.pdf.

Nenninger, Marcus (2001). *Die Römer und der Wald: Untersuchungen zum Umgang mit einem Naturraum am Beispiel der römischen Nordwestprovinzen*. Stuttgart: Steiner.

Neukum, A., T. Lübbeke, H.-P. Krüger, C. Mayser und J. Steinle (2008). *„ACC-Stop&Go: Fahrerverhalten an funktionalen Systemgrenzen*“. In: 5. Workshop Fahrerassistenzsysteme : FAS 2008; Walting im Altmühltal, 2. - 4. April 2008. Hrsg. von Markus Maurer. Freundeskreis Mess- und Regelungstechnik, Karlsruhe. Karlsruhe, Germany: Fmrt, S. 141–150. ISBN: 3980912132.

New Work SE (2016). Soziales Profil Christian Heep auf der Plattform Xing. Online. URL: https://www.xing.com/profile/Christian_Heep (Abruf 2016-09-09).

New Work SE (2016b). Soziales Profil Kurt Sigel auf der Plattform Xing. Online. URL: https://www.xing.com/profile/Kurt_Sigl (Abruf 2016-09-09).

Niederberger, Marlen und Sandra Wassermann. (2015). *Methoden der Experten- und Stakeholdereinbindung in der sozialwissenschaftlichen Forschung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien. ISBN: 978-3-658-01687-6. DOI: 10.1007/978-3-658-01687-6.

Nisbett, Richard E. und Timothy D. Wilson (1977). „The halo effect: Evidence for unconscious alteration of judgments.“ In: *Journal of Personality and Social Psychology* 35.4, S. 250–256. DOI: http://dx.doi.org/10.1037/0022-3514.35.4.250. URL: http://web.mit.edu/curhan/www/docs/Articles/biases/35_J_Personality_Social_Psychology_250_(Nisbett).pdf.

Nitsch, J., T. Pregger, T. Naegler, D. Heide, D. de Tena, F. Trieb, Y. Scholz, K. Nienhaus, N. Gerhardt, Sterner M., Trost T., A. von Oehsen, R. Schwinn, C. Pape, H. Hahn, M. Wickert und B. Wenzel (2012). *Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global: Schlussbericht.* Abschlussbericht. BMU - FKZ 03MAP146. Stuttgart: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Technische Thermodynamik, Abteilung Systemanalyse und Technikbewertung. DOI: https://doi.org/10.2314/GBV:795431589. URL: https://www.dlr.de/dlr/Portaldata/1/Resources/bilder/portal/portal_2012_1/leitstudie2011_bf.pdf.

Norddeutscher Rundfunk (2017). *Minister fordern Nachrüstung von Dieselmotoren*. Artikel im Nachrichtenportal des NDR am 28.04.2017. Online. URL: http://www.ndr.de/nachrichten/hamburg/Minister-fordern-Nachruestung-von-Dieselmotoren,verkehrsministerkonferenz116.html (Abruf 2017-05-14).

Nordelöf, Anders, Maarten Messagie, Anne-Marie Tillman, Maria Ljunggren Söderman und Joeri Van Mierlo (2014). „Environmental impacts of hybrid, plug-in hybrid, and battery electric vehicles - what can we learn from life cycle assessment?“ In: *The International Journal of Life Cycle Assessment* 19.11, S. 1866–1890. ISSN: 1614-7502. DOI: 10.1007/s11367-014-0788-0. URL: https://doi.org/10.1007/s11367-014-0788-0.

Notter, Dominic A., Marcel Gauch, Rolf Widmer, Patrick Wäger, Anna Stamp, Rainer Zah und Hans-Jörg Althaus (2010). „Contribution of Li-Ion Batteries to the Environmental Impact of Electric Vehicles“. In: *Environmental Science & Technology* 44.17, S. 6550–6556. ISSN: 0013-936X. DOI: 10.1021/es903729a. URL: https://doi.org/10.1021/es903729a.

NOW GmbH (o. D.). *Hanse- Hamburg Intermodal.* Online. URL: https://www.now-gmbh.de/de/bundesfoerderung-elektromobilitaet-vor-ort/projektfinder/modellregionen/hamburg/hanse (Abruf 2018-04-23).

NOW GmbH (2009). *Jahresbericht 2009*. Online. Berlin. URL: https://www.now-gmbh.de/content/6-service/4-publikationen/2-now-jahresberichte/now_jahresbericht_2009.pdf.

NOW GmbH (2009b). *Modellregion Hamburg: HH=MORE*. Online. URL: https://www.now-gmbh.de/de/bundesfoerderung-elektromobilitaet-vor-ort/projektfinder/modellregionen/hamburg/hh-more (Abruf 2018-04-23).

NOW GmbH (2011). *Jahresbericht 2010*. Online. Berlin. URL: https://www.now-gmbh.de/content/service/3-publikationen/7-now-jahresberichte/now_jahresbericht_2010.pdf.

NOW GmbH (2012). *Jahresbericht 2011*. Online. Berlin. URL: https://www.now-gmbh.de/content/service/3-publikationen/7-now-jahresberichte/now_jahresbericht_2011.pdf.

NOW GmbH (2013). *Jahresbericht 2012*. Online. Berlin. URL: https://www.now-gmbh.de/content/service/4-publikationen/2-now-jahresberichte/now_jahresbericht_2012.pdf.

NOW GmbH (2014). *Jahresbericht 2013*. Online. Berlin. URL: https://www.now-gmbh.de/content/6-service/4-publikationen/2-now-jahresberichte/now_jahresbericht_2013.pdf.

NOW GmbH (2015). *Jahresbericht 2014*. Online. Berlin. URL: https://www.now-gmbh.de/content/service/3-publikationen/7-now-jahresberichte/now_jahresbericht_2014.pdf.

NOW GmbH (2016). *Jahresbericht 2015*. Online. Berlin. URL: https://www.now-gmbh.de/content/6-service/4-publikationen/2-now-jahresberichte/now_jahresbericht_2015.pdf.

NOW GmbH (2017a). *10 Jahre NIP - 2007 bis 2016*. Online. Berlin. URL: https://www.now-gmbh.de/content/6-service/4-publikationen/2-now-jahresberichte/now_10-jahre-nip.pdf.

NOW GmbH (2017b). *Jahresbericht 2016*. Online. Berlin. URL: https://www.now-gmbh.de/content/6-service/4-publikationen/2-now-jahresberichte/now_jahresbericht_2016.pdf.

NOW GmbH (2018). *Jahresbericht 2017*. Online. Berlin. URL: https://www.now-gmbh.de/content/service/3-publikationen/7-now-jahresberichte/now_jahresbericht_2017.pdf.

Nuhn, Helmut und Markus Hesse (2006). *Verkehrsgeographie*. 1. Aufl. UTB ; 2687 : Geographie. Paderborn [u. a.]: Schöningh.

Öko-Institut (2018). *Elektromobilitäts-Flottenrechner*. Online-Tool. Online. URL: https://emob-flottenrechner.oeko.de (Abruf 2018-06-16).

Off-Road-Magazin (2008). Fahrsicherheitstrainings für alle. Online. URL: http://www.off-road-magazin.de/home/self/bridgestone/Symposium-4_Gelaende_Final.pdf (Abruf 2016-09-06).

Ohm, Dirk, Martin Schüffler und Claudia Thielemann (2013). *Lärmaktionsplan Hamburg 2013 (Stufe 2)*. Online. URL: https://www.hamburg.de/contentblob/4088786/data/laermaktionsplan-hamburg-2013.pdf.

Onat, Nuri Cihat, Murat Kucukvar und Omer Tatari (2015). „Conventional, hybrid, plug-in hybrid or electric vehicles? State-based comparative carbon and energy footprint analysis in the United States“. In: *Applied Energy* 150.Supplement C, S. 36–49. ISSN: 0306-2619. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.04.001. URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261915004407.

Ostrow, James M. (1990). „The availability of difference: Clifford Geertz on problems of ethnographic research and interpretation“. In: *International Journal of Qualitative Studies in Education* 3.1, S. 61–69. ISSN: 0951-8398. DOI: 10.1080/0951839900030106.

Paellmann, W. (2000). *Kommission Verkehrsinfrastrukturfinanzierung. Schlussbericht* 5. September 2000. Techn. Ber. Kommission Verkehrsinfrastrukturfinanzierung. URL: http://www.vifg.de/_downloads/service/infrastrukturfinanzierung-und-ppp/2000-09-05_Abschlussbericht-der-Paellmann-Kommission.pdf.

Pander, Jürgen (2008). *Blackout auf Rügen*. Artikel im Spiegel vom 21.12.2008. Online. URL: http://www.spiegel.de/auto/aktuell/zurueck-in-die-elektroauto-zukunft-blackout-auf-ruegen-a-595808-druck.html (Abruf 2016-07-07).

Patterson, Jane, Marcus Alexander und Adam Gurr (2011). Preparing for a Life Cycle CO2 Measure. Online. URL: http://www.lowcvp.org.uk/assets/reports/RD11_124801_4 %20- %20LowCVP %20- %20Life %20Cycle %20CO2 %20Measure %20- %20Final %20Report.pdf.

Paulsen, Timo und Hysolutions GmbH (2014). *Regionale Projektleitstelle Elektromobilität III : Abschluss- und Erfolgskontrollbericht : Projektzeitraum: 01.10.2011-31.12.2013.* Online. FKZ BMVI: 03EM0200. Hamburg, Hannover. DOI: https://doi.org/10.2314/GBV:86700357X. URL: https://www.tib.eu/de/suchen/id/TIBKAT %3A86700357X/Regionale-Projektleitstelle-Elektromobilit %C3 %A4t-III/.

Pehnt, Martin, Ulrich Höpfner und Frank Merten (2007). *Elektromobilität und erneuerbare Energien - Arbeitspapier Nr. 5 im Rahmen des Projektes “Energiebalance – Optimale Systemlösungen für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz*”. Online. URL: https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/Arbeitspapier5_-Elektromobilitaet-und-erneuerbare-Energien.pdf.

Pesaran, Ahmad, Shriram Santhanagopalan und Gi-Heon Kim (2013). *Addressing the Impact of Temperature Extremes on Large Format Li-Ion Batteries for Vehicle Applications.* Online. 30th International Battery Seminar, Ft. Lauderdale, Florida - March 11-14, 2013. URL: https://www.nrel.gov/docs/fy13osti/58145.pdf.

Peters, Anja, Claus Doll, Patrick Plötz, Andreas Sauer, Wolfgang Schade, Axel Thielmann, Martin Wietschel und Christoph Zanker (2012). *Konzepte der Elektromobilität Ihre Bedeutung für Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt*. Innovationsreport 153. Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag. URL: https://www.tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/berichte/TAB-Arbeitsbericht-ab153.pdf.

Pischinger, Stefan und Ulrich Seiffert (2016). *Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik*. 8., aktualisierte und erweiterte Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg. ISBN: 9783658095284.

POLO+10 GmbH (2012). Niedersachsen wird Schaufenster für Elektromobilität. Artikel im Online-Magazin Regjo [sic]. Online. URL: http://regjo.de/niedersachsen-wird-schaufenster-fur-elektromobilitat-2217/ (Abruf 2016-08-08).

Porst, Rolf (2000). *Praxis der Umfrageforschung*. 2, überarb. Aufl. Teubner-Studienskripten. Stuttgart [u. a.]: Teubner. ISBN: 3-519-10126-2.

Prittwitz, Volker von (1994). *Politikanalyse*. Opladen: Leske + Budrich. ISBN: 3-8100-1044-8.

Priven, Alexander (2016). *Erfassung, Prüfstandserprobung und Bewertung von Lade- und Lastprofilen bei elektrischen Stadtbussen zur Optimierung der Batterielebensdauer*. Bachelor Thesis. Department Informations- und Elektrotechnik. URL: http://edoc.sub.uni-hamburg.de/haw/volltexte/2016/3516/.

Proff, Heike und Thomas Martin Fojcik, Hrsg. (2016). *Nationale und internationale Trends in der Mobilität.* Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. ISBN: 978-3-658-14562-0. DOI: 10.1007/978-3-658-14563-7.

Proff, Heike, Jörg Schönharting, Dieter Schramm und Jürgen Ziegler. (2012). *Zukünftige Entwicklungen in der Mobilität: Betriebswirtschaftliche und technische Aspekte.* Wiesbaden: Gabler Verlag. ISBN: 978-3-8349-7117-3. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-8349-7117-3.

Projektträger Jülich (2011). *Forschungsförderung Elektromobilität im Rahmen des KOPA II.* Online. URL: https://www.ptj.de/lw_resource/datapool/_items/item_3035/projektliste_kopa_ii_elektromobilitaet_gesamt.pdf.

Projektträger Jülich (2016). *Organigramm mit Stand 16. September 2016.* Online. URL: http://www.fz-juelich.de/SharedDocs/organisationsplaene/Projekttraeger_Juelich.pdf?__blob=publicationFile (Abruf 2016-09-16).

Puls, Thomas (2013). *CO_2-Regulierung für Pkw, Fragen und Antworten zu den europäischen Grenzwerten für Fahrzeughersteller*. Techn. Ber. Köln: Institut der deutschen Wirtschaft Köln. URL: http://www.iwkoeln.de/_storage/asset/107033/storage/master/file/2626704/download/Brosch %C3 % BCre+CO2+Grenzwerte+Druck.pdf.

Rabbit Publishing GmbH (2017). *FC St. Pauli und LichtBlick eröffnen Ladesäule*. Bericht im Branchenportal electrive.net vom 28.06.2017. Online. URL: https://www.electrive.net/2017/06/28/fc-st-pauli-und-lichtblick-eroeffnen-ladesaeule (Abruf 2018-06-25).

Raccanelli, Federica (2014). Microvett: dal fondo in Cima. Artikel im italienischen Nachrichtenportal VicenzaPiù, Ausgabe 271. Online. URL: http://www.vicenzapiu.com/leggi/microvett-dal-fondo-in-cima-2.Nachrichtenportal (Abruf 2018-06-25).

Radkau, Joachim (2011). *Die Ära der Ökologie: eine Weltgeschichte*. München: Verlag C.H. Beck. ISBN: 978-3-406-61372-2.

Radke, Sabine (2015). *Verkehr in Zahlen*. Hrsg. von Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. 44. Aufl. Hamburg: DVV Media Group GmbH. ISBN: 978-3-87154-493-4. URL: http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/verkehr-in-zahlen-pdf-2015-2016.pdf?__blob=publicationFile.

Radke, Sabine (2018). *Verkehr in Zahlen 2017/2018*. Hrsg. von Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. 46. Aufl. Hamburg: DVV Media Group GmbH. ISBN: 978-3-87154-617-4. URL: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/verkehr-in-zahlen-pdf-2017-2018.pdf?__blob=publicationFile.

Rahimzei, Ehsan, Kerstin Sann und Moritz Vogel (2015). *Kompendium: Li-Ionen-Batterien. Online. Studie im Rahmen von IKT Elektromobilität*. URL: https://www.dke.de/resource/blob/933404/kompendium-li-ionen-batterien-data.pdf.

Rat der Europäischen Union (1970). „Richtlinie 70/220/EWG des Rates vom 20. März 1970 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen die Verunreinigung der Luft durch Abgase von Kraftfahrzeugmotoren mit Fremdzündung“. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* L.76, S. 1–22. ISSN: ISSN 0376-9453. URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=OJ:L:1970:076:FULL&from=DE.

Rat der Europäischen Union (1978). „Richtlinie 78/611/EWG des Rates vom 29. Juni 1978 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über den Bleigehalt des Benzins“. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* L.197, S. 19–21.

Rat der Europäischen Union (1991). „Richtlinie 91/441/EWG des Rates vom 26. Juni 1991 zur Änderung der Richtlinie 70/220/EWG zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen die Verunreinigung der Luft durch Emissionen von Kraftfahrzeugen“. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* L.242, S. 1–106. URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/NOT/?uri=CELEX:31991L0441.

Rat der Europäischen Union und Europäisches Parlament (2009). „Verordnung (EG) Nr. 443/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Festsetzung von Emissionsnormen für neue Personenkraftwagen im Rahmen des Gesamtkonzepts der Gemeinschaft zur Verringerung der CO_2 -Emissionen von Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen“. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* L.140, S. 1–15. ISSN: 1725-2539. DOI: 10.3000/17252539.L_2009.140.ger.

Rat der Europäischen Union und Europäisches Parlament (2014). „Verordnung (EU) Nr. 333/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. März 2014 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 443/2009 hinsichtlich der Festlegung der Modalitäten für das Erreichen des Ziels für 2020 zur Verringerung der CO_2 -Emissionen neuer Personenkraftwagen“. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* L.103, S. 15–21. URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0333&from=DE.

Ratter, Beate (2015). *Studie: Risikobewusstsein der Hamburger Bürger für den Klimawandel 2015*. Studie. Geesthacht: Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Zentrum für Material- und Küstenforschung.

Raupach, Michael R, Gregg Marland, Philippe Ciais, Corinne Le Quéré, Josep G Canadell, Gernot Klepper und Christopher B Field (2007). „Global and regional drivers of accelerating CO_2 emissions“. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104.24, S. 10288–10293. DOI: 10.1073/pnas.0700609104.

Reh, Werner (1995): *Quellen und Dokumentenanalyse in der Politikfeldforschung: Wer steuert die Verkehrspolitik?* In: Ulrich von Alemann (Hrsg.), Politikwissenschaftliche Methoden: Grundriß für Studium und Forschung, Opladen: Westdeutscher Verlag, S. 201-247.

Reichertz, Jo (2014). „*Empirische Sozialforschung und soziologische Theorie*“. In: Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Hrsg. von Nina Baur und Jörg Blasius. Springer Fachmedien. Kap. 2, S. 65–80.

Reichmuth, Matthias (2014). *Marktanalyse Ökostrom*. Texte 04/2014. Dessau: Umweltbundesamt. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/texte_04_2014_marktanalyse_oekostrom_0.pdf.

Reinecke, Jost (1991). *Interviewer- und Befragtenverhalten: Theoretische Ansätze und methodische Konzepte.* Studien zur Sozialwissenschaft 106. Opladen: Westdeutscher Verlag. ISBN: 978-3-531-12290-8. DOI: 10.1007/978-3-322-94163-3.

Reis, Alexandra (2010). *Ein Portfolio von Antriebssystemen für Europa: Eine faktenbasierte Analyse. Die Rolle von batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen, Plug-in Hybridfahrzeugen und Brennstoffzellenfahrzeugen*. Bericht. McKinsey & Company. URL: http://www.fch.europa.eu/sites/default/files/Power_trains_for_Europe_0.pdf.

Renault Deutschland AG (2011). *Modellregion Freie und Hansestadt Hamburg, Teilvorhaben Hamburg PURE: Schlussbericht; Laufzeit des Vorhabens: 01.03.2010 - 31.09.2011*. Online. FKZ BMVI: 03KP524. Hamburg, Hannover. DOI: https://doi.org/10.2314/GBV:683562320. URL: https://www.tib.eu/de/suchen/id/TIBKAT %3A683562320/Modellregion-Freie- und-Hansestadt-Hamburg-Teilvorhaben/.

Renault Deutschland AG (2018). *Zoe Batteriemiete und Batteriekauf.* Online. URL: https://www.renault.de/modellpalette/renault-modelluebersicht/zoe/batteriemiete %20und %20batteriekauf.html (Abruf 2018-08-14).

Renault Retail Group Deutschland GmbH (2016). Eigendarstellung auf der Website. Online. URL: http://www.renault-retail-group.de/ (Abruf 2016-09-11).

Richter, Jan und Dietmar Lindenberger (2010). *Potenziale der Elektromobilität bis 2050 - Eine szenarienbasierte Analyse der Wirtschaftlichkeit, Umweltauswirkungen und Systemintegration.* Abschlussbericht. Köln: Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln. URL: http://www.ewi.uni-koeln.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/Studien/ Politik_und_Gesellschaft/2010/EWI_2010-07-02_Elektromobilitaet-Studie.pdf.

Richter, Nadia (2012). *Daten zum Verkehr*. Bericht. Dessau: Umweltbundesamt. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/4364.pdf.

Robertson, Maxine, Jacky Swan und Sue Newell (1996). „The Role of Networks In the Diffusion of Technological Innovation“. In: *Journal of Management Studies* 33.3, S. 333–359. ISSN: 0022-2380. DOI: 10.1111/j.1467-6486.1996.tb00805.x.

Robinius, Martin, Jochen Linßen, Thomas Grube, Markus Reuß, Peter Stenzel, Konstantinos Syranidis, Patrick Kuckertz und Detlef Stolten (2018). *Comparative Analysis of Infrastructures: Hydrogen Fueling and Electric Charging of Vehicles*. Bd. 408. Schriften des Forschungszentrums Jülich Reihe Energie & Umwelt / Energy & Environment. Jülich: Forschungszentrum Jülich GmbH Zentralbibliothek, Verlag, VIII, 107 pp. ISBN: 978-3-95806-295-5. URL: http://juser.fz-juelich.de/record/842477.

Rogall, Holger (2003). *Akteure der nachhaltigen Entwicklung: der ökologische Reformstau und seine Gründe*. München: Ökom. ISBN: 3-936581-06-1.

Rogers, Everett M. (2003). *Diffusion of innovations*. 5th Edition. New York; London; Toronto: Free Press. ISBN: 978-0-7432-2209-9.

Roland Berger GmbH und Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen mbH Aachen (2017). *Index Elektromobilität Q1 2017*. Online. URL: https://www.fka.de/images/publikationen/2017/e-mobility-index-2017-q1-d.pdf.

Romare, Mia und Lisbeth Dahllöf (2017). *The Life Cycle Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions from Lithium-Ion Batteries - A Study with Focus on Current Technology and Batteries for light-duty vehicles*. Report C 243. Swedish Environmental Research Institute (IVL). URL: http://www.ivl.se/download/18.5922281715bdaebede9559/1496046218976/C243+The+life+cycle+energy+consumption+and+CO2+emissions+from+lithium+ion+batteries+.pdf.

Rudolph, Christian (2012). „*Die Rolle der Kommunen bei Marktdurchdringungsszenarien für Elektromobilität*“. In: Zukünftige Entwicklungen in der Mobilität; Betriebswirtschaftliche und technische Aspekte. Hrsg. von Heike Proff, Jörg Schönharting,
Dieter Schramm und Jürgen Ziegler. Wiesbaden: Springer Gabler. Kap. 3, S. 81–89. ISBN: 978-3-8349-3232-7. DOI: 10.1007/978-3-8349-7117-3.

Saatmann, Stefan, Sebastian Gerhard und Sören Christian Trümper (2014). „Maßnahmen zur Integration erneuerbarer Energien in das deutsche Stromnetz“. In: *Proceedings of EnInnov2014 – 13*. Symposium Energieinnovation, 12. Februar 2014, Technische Universität Graz, Österreich. Hrsg. von Udo Bachhiesl. Graz. ISBN: 978-3-85125-311-5.

Sachau, Rolf, Thomas Jung, Christian Popp, Marion Bing, Eckhart Heinrichs, Margit Bonacker und Bettina Bachmeier (2008). *Strategischer Lärmaktionsplan Hamburg*. Online. URL: https://www.hamburg.de/contentblob/914000/efd38637d37b64cc85144c5741c92db3/data/strategischer-lap.pdf

Sachverständigenrat für Umweltfragen (2005). *Umwelt und Straßenverkehr, Hohe Mobilität - Umweltverträglicher Verkehr, Sondergutachten*. SRU. Baden-Baden: Nomos-Verlagsgesellschaft Baden-Baden. URL: http://www.umweltrat.de/cae/servlet/contentblob/530144/publicationFile/34336/2005_SG_Umwelt_und_Strassenverkehr.pdf.

Sachverständigenrat für Umweltfragen (2017). *Umsteuern erforderlich: Klimaschutz im Verkehrssektor - Sondergutachten*. Berlin: Geschäftsstelle des Sachverständigenrates für Umweltfragen. ISBN: 978-3-947370-11-5.

Santarius, Tilman (2012). *Der Rebound-Effekt - Über die unerwünschten Folgen der erwünschten Energieeffizien*. *Impulse zur WachstumsWende*. Wuppertal: Wuppertal Institut. URL: http://www.santarius.de/wp-content/uploads/2012/03/Der-Rebound-Effekt-2012.pdf.

Santarius, Tilman (2014). „Der Rebound-Effekt: ein blinder Fleck der sozial-ökologischen Gesellschaftstransformation“. In: *Gaia* 23.2, S. 109–117. ISSN: 0940-5550. DOI: 10.14512/gaia.23.2.8. URL: http://www.santarius.de/wp-content/uploads/2014/06/Der-blinde-Fleck-Rebound-Artikel-in-GAIA-2014.pdf.

Schack, Korinna und Angelika Gellrich (2015). *Umweltbewusstsein in Deutschland 2014 - Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage*. Bericht. Dessau: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. URL: http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/umweltbewusstsein_in_deutschland_2014.pdf.

Schallaböck, Karl Otto, Rike Carpantier, Manfred Fischedick, Michael Ritthoff und Georg Wilke (2012). *Modellregionen Elektromobilität - Umweltbegleitforschung Elektromobilität*. Abschlussbericht. Wuppertal Institut. URL: https://epub.wupperinst.org/files/4433/WR6.pdf.

Schallaböck, Karl Otto, Manfred Fischedick, Bernd Brouns, Hans-Jochen Luhmann, Frank Merten, Hermann E. Ott, Andreas Pastowski und Johannes Venjakob (2006). *Klimawirksame Emissionen des PKW-Verkehrs und Bewertung von Minderungsstrategien*. Wuppertal Spezial 34. Wuppertal: Wuppertal Institut.

Scheiner, Jens (2015). *Aus Karabag Elektroauto wird Reevolt*. Meldung des Branchendienstes Automobil-Industrie vom 19.02.2015. Online. URL: http://www.automobil-industrie.vogel.de/aus-karabag-elektroauto-wird-reevolt-a-475885/ (Abruf 2016-09-09).

Schendera, Christian F. G. (2010). *Clusteranalyse mit SPSS : mit Faktorenanalyse*. München: Oldenbourg. ISBN: 9783486710526. DOI: http://dx.doi.org/10.1524/9783486710526.

Schenk, Gerhard, Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme und Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (2017). *BEEDeL - Bewertung des Einsatzes von Elektrobussen mit dezentraler Ladeinfrastuktur in Metropolen am Beispiel der HOCHBAHN": Schlussbericht: Bewilligungszeitraum: 01.10.2014-31.12.2016.* Online. BMVI FKZ 03EM0205A, 03EM0205B, 03EM0205C, 01158560. DOI: https://doi.org/10.2314/GBV:1019398434. URL: https://www.tib.eu/de/suchen/id/TIBKAT %3A1019398434/BEEDeL-Bewertung-des-Einsatzes-von-Elektrobussen/.

Schenkel, Wolfgang (1974). „Die Einführung der künstlichen Felderbewässerung im Alten Ägypten". In: *Göttinger Miszellen* 11, S. 41–46. ISSN: 0344-385X.

Scherer, Lydia (2015). *Bevölkerungsentwicklung 2015 bis 2035 in Hamburg - Ergebnisse der 13. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung*. Statistische Berichte A I 8 - j 15 HH. Hamburg: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein. URL: https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Statistische_Berichte/bevoelkerung/A_I_8_j_HH/A_I_8_j15_HH.pdf.

Scheurenbrand, Jan, Christian Engel, Florin Peters und Niklas Kuehl (2015). „Holistically Defining E-Mobility: A Modern Approach to Systematic Literature Reviews". In: *Proceedings of the First Karlsruhe Service Summit Workshop*. Karlsruhe, Germany, S. 17–27.

Schlott, Stefan (2016). *Kaufanreize für Elektrofahrzeuge auf dem Prüfstand*. Online. URL: https://www.springerprofessional.de/elektromobilitaet/kaufanreize-fuer-elektrofahrzeuge-auf-dem-pruefstand/7384702 (Abruf 2018-06-01).

Schmidt, Oliver Alexander (2016). *Auslegung und Erprobung eines Lithiumbatterie-Prüfstands für typische Lade- und Lastprofile von Elektrobussen*. Bachelor Thesis. Department Informations- und Elektrotechnik, HAW Hamburg. URL: http://edoc.sub.uni-hamburg.de/haw/volltexte/2016/3579/.

Schmidt, Patrick, Werner Zittel, Werner Weindorf und Tetyana Raksha (2016a). *Renewables in Transport 2050: Empowering a sustainable mobility future with zero emission fuels from renewable electricity*. Abschlussbericht. Kraftstoffstudie II. Frankfurt am Main: FVV Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen e. V. URL: http://www.lbst.de/news/2016_docs/FVV_H1086_Renewables-in-Transport-2050-Kraftstoffstudie_II.pdf.

Schmidt, Patrick, Werner Weindorf, Arne Roth, Valentin Batteiger und Florian Riegel (2016b). *Power-to-Liquids: Potentials and Perspectives for the Future Supply of Renewable Aviation Fuel*. Bericht. Dessau: Umweltbundesamt. URL: http://www.lbst.de/ressources/docs2016/161005_uba_hintergrund_ptl_barrierrefrei.pdf.

Schmied, Martin und Wolfram Knörr (2013). *Berechnung von Treibhausgasemissionen in Spedition und Logistik gemäß DIN EN 16258 - Begriffe, Methoden, Beispiele*. Hrsg. von DSLV Deutscher Speditions- und Logistikverband e.V. Online. URL: https://www.dslv.org/dslv/web.nsf/gfx/8F102DF8C3E4A2F14 1257BB7007779CB/$file/DSLV-Leitfaden %20Berechnung %20von %20THG-Emissionen %20 Stand %2003-2013.pdf.

Schmied, Martin, Philipp Wüthrich, Rainer Zah, Hans-Jörg Althaus und Christa Friedl (2015). *Postfossile Energieversorgungsoptionen für einen treibhausgasneutralen Verkehr im Jahr 2050: Eine verkehrsträgerübergreifende Bewertung*. Texte 30/2015. Dessau: Umweltbundesamt. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_30_2015_postfossile_energieversorgungsoptionen.pdf.

Schnell, Rainer (1991). „Der Einfluß gefälschter Interviews auf Survey-Ergebnisse“. In: *Zeitschrift für Soziologie* 20.1, S. 25–35. ISSN: 0340-1804. URL: http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-121804.

Schnell, Rainer (1997). *Nonresponse in Bevölkerungsumfragen: Ausmaß, Entwicklung und Ursachen*. Opladen: Leske + Budrich. ISBN: 3-8100-1817-1.

Schönwandt, Walter L., Christoph Hemberger, Jens-Peter Grunau, Katrin Voermanek, Rüdiger von der Weth und Rinat Saifoulline (2011). „The Art of Problem-Solving—Design and Evaluation of a Training Program in Solving Complex Planning Problems“. In: *disP - The Planning Review* 47.185, S. 14–26. DOI: 10.1080/02513625.2011.10557130.

Scholz, Olaf (2013). *Rede des Ersten Bürgermeisters Olaf Scholz zur Elektromobilität.* Beitrag auf der Veranstaltung ‚Tagesspiegel eMobility Summit' am 27.06.2013. Online. URL: http://www.emobility-summit.de/system/images/474/original/Rede_Olaf_Scholz_-_emobility_Summit_2013.pdf (Abruf 2016-09-02).

Scholz, Olaf (2015). *Regierungserklärung.* Regierungserklärung des Ersten Bürgermeisters Olaf Scholz vor der Hamburgischen Bürgerschaft am 06.05.2015. Online. URL: http://www.hamburg.de/contentblob/4491548/data/2015-05-06-regierungserklaerung.pdf (Abruf 2016-09-01).

Schöttle, Markus und Stefan Bratzel (2016). „Rechenmodelle im Pro und Contra Elektromobilität“. In: *ATZelektronik* 11.1, S. 10–15. ISSN: 2192-8878. DOI: 10.1007/s35658-016-0006-x.

Schreier, Hannes, Udo Becker und Jochen Heller (2015). *Evaluation CarSharing (EVA-CS) Landeshauptstadt München - Endbericht*. Online. URL: http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa-216755.

Schrieber, Hauke (2010). *Gegen den Strom*. Online. URL: https://www.autobild.de/artikel/e-autos-und-ihre-foerderung-1138668.html

Schulte, Ulf, Hartmut Stiller und Sebastian Gerhard (2018). *Wirtschaft am Strom - Schlussbericht.* Unveröffentlicht. BMVI-FKZ 03EM0201C.

Schwarzer, Christoph (2018). Trends der Batterieentwicklung. Erschienen bei Heise Autos. Online. URL: https://www.heise.de/autos/artikel/Trends-der-Batterieentwicklung-4131424.html (Abruf 2018-09-30).

Senat der Freien und Hansestadt Hamburg (2013). „Gesetz über die Weiterentwicklung der Hamburgischen Wohnungsbaukreditanstalt zur Hamburgischen Investitions- und Förderbank - Vom 5. April 2013“. In: *Hamburgisches Gesetz- und Verordnungsblatt* Teil I.14, S. 148–154. URL: http://www.luewu.de/gvbl/2013/14.pdf.

Senat der Freien und Hansestadt Hamburg (2015). „Verordnung zur Änderung von Gebührenordnungen aus dem Bereich der Behörde für Inneres und Sport - Vom 15. Dezember 2015“. In: *Hamburgische Gesetz- und Verordnungsblatt* 1.53, S. 393–396. URL: http://www.luewu.de/gvbl/docs/2120.pdf.

Shell Deutschland Oil GmbH (2014). *Shell PKW-Szenarien bis 2040*. Online. URL: https://www.shell.de/promos/media/shell-passenger-car-scenarios-to-2040/_jcr_content.stream/1455700315660/b2e5b602c04e57cf59e2f047567f2510b8780ef8b9984ec1abd365706996f98e/shell-pkw-szenarien-bis-2040-vollversion.pdf.

Siepermann, Markus (2019). *Effizienz. Definition*. Online. URL: https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/effizienz-35160 (Zugriff 2019-07-15).

Sierzchula, William (2014). „Factors influencing fleet manager adoption of electric vehicles“. In: *Transportation Research Part D*: Transport and Environment 31, S. 126–134. ISSN: 1361-9209. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2014.05.022. URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920914000571.

Skiker, Sabrine, Kerstin K. Müller, Klaus Stolzenburg und Carola Thimm (2016). CHIC Clean Hydrogen in European Cities. Online. URL: http://chic-project.eu/wp-content/uploads/2016/11/CHIC_publication_final.pdf.

Smart, M.C. und B.V. Ratnakumar (2011). „Effects of electrolyte composition on lithium plating in lithium-ion cells“. In: *Journal of the Electrochemical Society* 158.4, A379–A389. ISSN: 00134651. DOI: 10.1149/1.3544439.

Smith, Christopher J., Piers M. Forster, Myles Allen, Jan Fuglestvedt, Richard J. Millar, Joeri Rogelj und Kirsten Zickfeld (2019). „Current fossil fuel infrastructure does not yet commit us to 1.5 ◦C warming“. In: *Nature Communications* 10.1, S. 101. ISSN: 2041-1723. DOI: 10.1038/s41467-018-07999-w. URL: https://doi.org/10.1038/s41467-018-07999-w.

Smith, T. W. P., J. P. Jalkanen, B. A. Anderson, J. J. Corbett, J. Faber, S. Hanayama, E. o'Keeffe, S. Parker, l. Johansson, l. Aldous, C. Raucci, M. Traut, S. Ettinger, D. Nelissen, D. S. Lee, S. Ng, A. Agrawal, J. J. Winebrake, M. Hoen, S. Chesworth und A. Pandey (2015). *Third IMO Greenhouse Gas Study 2014*. Final Report and Executive Summary. London: International Maritime Organization. URL: http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Documents/Third %20Greenhouse %20Gas %20Study/GHG3 %20Executive %20Summary %20and %20Report.pdf.

Spath, Dieter (2010). *Wie Deutschland zum Leitanbieter für Elektromobilität werden kann - Statuts Quo - Herausforderungen - Offene Fragen*. acatech BEZIEHT POSITION 6. Berlin: acatech Deutsche Akademie der Technikwissenschaften. URL: http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Publikationen/Stellungnahmen/emo_acatech_bezieht_Position_Nr6_.pdf.

Sorge, Nils-Viktor und Wilfried Eckl-Dorna (2015). *Dieser Ladenhüter trickst Kias Umweltbilanz schön.* Artikel im Nachrichtenportal Spiegel Online vom 26.11.2015. Online. URL: https://www.spiegel.de/auto/aktuell/hyundai-poliert-co2-flottenverbrauch-mit-kia-soul-ev-export-a-1064766.html (Abruf 2018-06-03).

Sorge, Nils-Viktor (2015). *Tesla fährt bis 2020 ohne Gewinn - Probleme in China*. Artikel im Manager Magazin vom 14.01.2015. Online. URL: http://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/tesla-bleibt-noch-bis-2020-ohne-gewinn-a-1012851.html (Abruf 2017-10-17).

Sorge, Nils-Viktor (2016). *Fast jedes zweite Elektroauto in Deutschland verschwindet spurlos.* Artikel im Nachrichtenportal Spiegel Online vom 12.04.2016. Online. URL: https://www.spiegel.de/auto/aktuell/elektroautos-jedes-zweite-auto-verschwindet-aus-der-statistik-a-1086729.html (Abruf 2018-06-03).

Sozialdemokratische Partei Deutschlands (1961). *Das Regierungsprogramm der SPD: außerordentlicher Kongress der SPD, Bonn, 28. April 1961*. Sozialdemokratische Partei Deutschlands Geschäftsstelle.

Sozzi, Brian (2017). *We Should All Thank Goldman Sachs for Saying Tesla's Stock Is Going to Crash* Online Artikel vom 06.07.2017. Online. URL: https://www.thestreet.com/story/14211061/1/we-should-all-thank-goldman-sachs-for-saying-tesla-s-stock-is-going-to-crash.html (Abruf 2017-10-10).

Specht, Michael (2016). *Die Briten brauchen dringend ein Auto mit Stecker*. Artikel vom 06.11.2016 in der Tageszeitung Die Welt. Online. URL: https://www.welt.de/motor/article159182235/Die-Briten-brauchen-dringend-ein-Auto-mit-Stecker.html (Abruf 2018-09-10).

Stahlmann, Volker und Jens Clausen (2000). *Umweltleistung von Unternehmen - Von der Öko-Effizienz zur Öko-Effektivität*. Wiesbaden: Gabler Verlag. ISBN: 978-3-409-11723-4. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-322-86941-8.

Statista GmbH (2015). *Straßen in Deutschland - Statista-Dossier*. Online. URL (kostenpflichtig): https://de.statista.com/statistik/studie/id/12547/dokument/strassen-in-deutschland-statista-dossier/

Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2015). *Gebiet und Bevölkerung – Fläche und Bevölkerung.* Stichtag 31.12.2015, Flächenwerte basierend auf Zensus 2011. Online. URL: http://www.statistik-portal.de/Statistik-Portal/de_jb01_jahrtab1.asp (Abruf am 2018-03-07).

Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2017). *Unternehmensregister.* Auswertungen mit Stand 30.9.2017. Online. URL: https://www.statistik-bw.de/Statistik-Portal/de_zs23_hh.asp (Abruf 2018-03-12).

Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2018). *Regionaldatenbank Deutschland. Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung, Stichtag 31.12.2016*. Online. URL: https://www.regionalstatistik.de/genesis/online (Abruf 2018-03-07).

Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2018b). *Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung der Länder VGRdL. Bruttoinlandsprodukt – in jeweiligen Preisen – 1991 bis 2018 (WZ 2008).* Online. URL: https://www.statistik-bw.de/VGRdL/tbls/tab.jsp?rev=RV2014&tbl=tab01&lang=de-DE (Abruf 2018-04-09).

Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2019). *Gebiet und Bevölkerung – Fläche und Bevölkerung*. Datendarstellung mit Stichtag 31.12.2015 (Flächenwerte basierend auf Zensus 2011). Online. URL: https://www.statistikportal.de/de/bevoelkerung/flaeche-und-bevoelkerung (Abruf 2019-02-23).

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2008). *Bruttoinlandsprodukt in Hamburg*. Reihe „Statistik informiert“. Online. Nr. 10. URL: https://www.statistik-nord.de/presse-veroeffentlichungen/presseinformationen/hamburg/alle/

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2009). *Bruttoinlandsprodukt in Hamburg*. Reihe „Statistik informiert“. Online. Nr. 18. URL: https://www.statistik-nord.de/presse-veroeffentlichungen/presseinformationen/hamburg/alle/

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2010). *Bruttoinlandsprodukt in Hamburg*. Reihe „Statistik informiert“. Online. Nr. 31. URL: https://www.statistik-nord.de/presse-veroeffentlichungen/presseinformationen/hamburg/alle/

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2011a). *Bruttoinlandsprodukt in Hamburg*. Reihe „Statistik informiert“. Online. Nr. 43. URL: https://www.statistik-nord.de/presse-veroeffentlichungen/presseinformationen/hamburg/alle/

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2011b). *Statistische Berichte / Q / 3 / 1H: Investitionen für Umweltschutz im produzierenden Gewerbe in Hamburg 2006/07*. Bericht. Hamburg: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein. URL: http://epub.sub.uni-hamburg.de/epub/volltexte/2011/7166/pdf/Q_III_1_j07_H.pdf.

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2011c). *Statistische Berichte / Q / 3 / 1H: Investitionen für Umweltschutz im produzierenden Gewerbe in Hamburg 2008*. Bericht. Hamburg: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein. URL: http://epub.sub.uni-hamburg.de/epub/volltexte/2011/8452/pdf/q_3_1_2008.pdf.

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2011d). *Statistische Berichte / Q / 3 / 1H: Investitionen für Umweltschutz im produzierenden Gewerbe in Hamburg 2009*. Bericht. Hamburg: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein. URL: http://epub.sub.uni-hamburg.de/epub/volltexte/2012/16752/pdf/Q_III_1_j09_H.pdf.

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2011e). Statistische Berichte / Q / 3 / 1H: *Investitionen für Umweltschutz im produzierenden Gewerbe in Hamburg 2010*. Bericht. Hamburg: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein. URL: http://epub.sub.uni-hamburg.de/epub/volltexte/2014/30352/pdf/Q_III_1_j10_HH.pdf.

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2011f). *Statistisches Jahrbuch Hamburg 2010/2011*. Jahrbuch. Hamburg: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein.

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2011g). *Fortschreibung auf Grundlage des Zensus 2011*. Datentabelle. Online. URL: https://www.statistik-nord.de/zahlen-fakten/regionalstatistik-datenbanken-und-karten/metropolregion-hamburg/ (Abruf 2017-05-29).

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2012a). *Bruttoinlandsprodukt in Hamburg*. Reihe „Statistik informiert". Online. Nr. 42. URL: https://www.statistik-nord.de/presse-veroeffentlichungen/presseinformationen/hamburg/alle/ .

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2012b). *Statistisches Jahrbuch Hamburg 2011/2012.* Jahrbuch. Hamburg: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein.

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2013a). *Bruttoinlandsprodukt in Hamburg*. Reihe „Statistik informiert". Online. Nr. 59. URL: https://www.statistik-nord.de/presse-veroeffentlichungen/presseinformationen/hamburg/alle/.

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2013b). *Statistisches Jahrbuch Hamburg 2012/2013*. Jahrbuch. Hamburg: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein.

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2014a). *Bruttoinlandsprodukt in Hamburg*. Reihe „Statistik informiert". Online. Nr. 60. URL: https://www.statistik-nord.de/presse-veroeffentlichungen/presseinformationen/hamburg/alle/.

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2014b). *Statistisches Jahrbuch Hamburg 2013/2014.* Jahrbuch. Hamburg: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein.

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2014c). *Daten zu Erwerbstätigen nach Wirtschaftszweigen (basierend auf Daten vom Arbeitskreis Erwerbstätigenrechnung des Bundes und der Länder*). Online. URL: https://www.statistik-nord.de/zahlen-fakten/regionalstatistik-datenbanken-und-karten/metropolregion-hamburg (Abruf 2018-03-29).

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2015a). *Bruttoinlandsprodukt in Hamburg*. Reihe „Statistik informiert". Online. Nr. 67. URL: https://www.statistik-nord.de/presse-veroeffentlichungen/presseinformationen/hamburg/alle/.

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2015b). *Statistische Berichte / Q / 3 / 1H: Investitionen für Umweltschutz im produzierenden Gewerbe in Hamburg 2011*. Bericht. Hamburg: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein. URL: http://epub.sub.uni-hamburg.de/epub/volltexte/2015/44595/pdf/Q_III_1_j11_HH.pdf.

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2015c). *Statistische Berichte / Q / 3 / 1H: Investitionen für Umweltschutz im produzierenden Gewerbe in Hamburg 2012*. Bericht. Hamburg: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein. URL: http://epub.sub.uni-hamburg.de/epub/volltexte/2015/44597/pdf/Q_III_1_j12_HH.pdf.

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2015d). *Statistische Berichte / Q / 3 / 1H: Investitionen für Umweltschutz im produzierenden Gewerbe in Hamburg 2013*. Bericht. Hamburg: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein. URL: http://epub.sub.uni-hamburg.de/epub/volltexte/2015/46798/pdf/Q_III_1_j13_HH.pdf.

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2015e). *Statistische Berichte / Q / 3 / 1H: Investitionen für Umweltschutz im produzierenden Gewerbe in Hamburg 2014*. Bericht. Hamburg: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein. URL: http://epub.sub.uni-hamburg.de/epub/volltexte/2017/62689/pdf/Q_III_1_j14_HH.pdf.

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2015f). *Statistisches Jahrbuch Hamburg 2014/2015.* Jahrbuch. Hamburg: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein.

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2016a). *Bruttoinlandsprodukt in Hamburg*. Reihe „Statistik informiert". Online. Nr. 60. URL: https://www.statistik-nord.de/presse-veroeffentlichungen/presseinformationen/hamburg/alle/.

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2016b). *Statistisches Jahrbuch Hamburg 2015/2016*. Jahrbuch. Hamburg: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein.

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2017). *Statistisches Jahrbuch Hamburg 2016/2017*. Jahrbuch. Hamburg: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein.

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2018). *Effektive CO_2-Emissionen aus dem Primärenergieverbrauch*. Online. URL: https://www.statistik-nord.de/daten/verkehr-umwelt-und-energie/energie/dokumentenansicht/361/produkte/ (Abruf 2018-03-12).

Statistisches Bundesamt (2008*). Klassifikation der Wirtschaftszweige 2008 (WZ 2008) mit Erläuterungen*. Online. URL: https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/GueterWirtschaftklassifikationen/klassifikationwz2008_erl.pdf;?__blob=publicationFile.

Statistisches Bundesamt (2015*). Weiterer Anstieg der Erwerbstätigkeit im Jahr 2014*. Pressemitteilung. Online. URL: https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2015/01/PD15_001_13321pdf.pdf?__blob=publicationFile (Abruf 2017-05-29).

Statistisches Bundesamt (2016). Bruttoinlandsprodukt 2015 für Deutschland - Begleitmaterial zur Pressekonferenz am 14. Januar 2016 in Berlin. Statistik. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt. URL: https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressekonferenzen/2016/BIP2015/Pressebroschuere_BIP2015.pdf?__blob=publicationFile.

Statistisches Bundesamt (2016b). *Tabelle zur Regionalgliederung aus dem Gemeindeverzeichnis-Informationssystem GV-Isys*. Online. URL: https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/LaenderRegionen/Regionales/Gemeindeverzeichnis/Gemeindeverzeichnis.html (Abruf am 2017-05-29).

Statistisches Bundesamt (2017). *Flächennutzung und Bodenflächen nach Nutzungsart*. Online-Verzeichnis. Online URL: https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/Flaechennutzung/Tabellen/Bodenflaeche.html (Abruf 2017-05-29).

Statistisches Bundesamt (2018). Ausstattung privater Haushalte mit Fahrzeugen in Deutschland. Online. URL: https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Einkommen-Konsum-Lebensbedingungen/Ausstattung-Gebrauchsgueter/Tabellen/liste-fahrzeuge-d.html (Abruf 2018-03-29).

Statistisches Bundesamt (2018b). Gemeindeverzeichnis-Informationssystem GV-ISys. Online (maschinenlesbares Format). URL: https://www.destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Regionales/Gemeindeverzeichnis/_inhalt.html

Statista (2018). *Bruttoinlandsprodukt von Hamburg von 1970 bis 2018 (in Millionen Euro).* Darstellung auf Basis von Daten der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder. Online. URL: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/5014/umfrage/entwicklung-des-bruttoinlandsprodukts-von-hamburg-seit-1970 (Abruf 2018-03-12).

Statista (2018b). *Most popular electric cars in Europe in 2016 and 2017.* Online. URL: https://www.statista.com/statistics/658938/europe-electric-leading-car-models (Abruf 2018-09-30).

Steinmeyer, Imke (2003). „Wirtschaftsverkehr in Ballungsräumen: Veränderte Mobilitätsmuster in der Dienstleistungsgesellschaft“. In: *Tagungsband zu den 19. Verkehrswissenschaftlichen Tagen, Dresden*. Dresden.

Stern, Nicholas (2007). *The economics of climate change: the Stern review*. Cambridge [u. a.]: Cambridge Univ. Press. ISBN: 978-0-521-70080-1.

Stoll-Kleemann, S., Tim O’Riordan und Carlo C. Jaeger (2001). „The psychology of denial concerning climate mitigation measures: evidence from Swiss focus groups“. In: *Global Environmental Change* 11.2, S. 107–117. ISSN: 0959-3780. DOI: https://doi.org/10.1016/S0959-3780(00)00061-3. URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378000000613.

Strack, Fritz (1994). *Zur Psychologie der standardisierten Befragung: kognitive und kommunikative Prozesse*. Berlin: Springer. ISBN: 3-540-57813-7.

Streck, Ralf (2009). *Wie sich die Autoindustrie durch Rechentricks wichtig macht.* Artikel vom 21.05.2009 in der Zeitschrift Telepolis. Online. URL: https://heise.de/-2008003 (Abruf 2019-01-05).

Stroh, Iris (2011). *Smart fortwo electric drive: Batterien von ACCUmotive, E-Motor von EM-motive*. Artikel am 16.08.2011. Online. URL: http://www.elektroniknet.de/automotive/sonstiges/artikel/81294/ (Abruf 2016-09-03).

Stromnetz Hamburg GmbH (2018). *Zugang zur Ladeinfrastruktur*. Online. URL: https://www.stromnetz.hamburg/ueber-uns/innovationen/e-mobility/zugang-zur-ladeinfrastruktur/ (Abruf 2018-07-25).

Strübing, Jörg (2014). „*Grounded Theory und Theoretical Sampling*". In: Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Hrsg. von Nina Baur und Jörg Blasius. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 457–472. ISBN: 978-3-531-18939-0. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0_32. URL: http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-531-18939-0_32.

Suiker, Stephan (2015). *Evaluation car2go Amsterdam - Effects of introducing car2go in the city*. Online. URL: http://www.care-north.eu/sites/default/files/Day %202_04_Amsterdam %20Research %20 Results %20of %20Free-Floating %20Car-Sharing_Stephan %20Suiker_0.pdf.

Sweeting, W. J., A. R. Hutchinson und S. D. Savage (2011). „Factors affecting electric vehicle energy consumption". In: *International Journal of Sustainable Engineering* 4.3, S. 192–201. DOI: 10.1080/19397038.2011.592956.

Taniguchi, Eiichi und Russell G. Thompson, Hrsg. (2018). *City Logistics 2: Modeling and Planning Initiatives*. Institute for City Logistics. London: ISTE; Wiley. ISBN: 9781786302069.

Tartler, Jens (2011). *Ramsauer tauscht Chef für Elektroautos aus*. Artikel in der Tageszeitung Financial Times Deutschland vom 23.09.2011, Online. URL (archivierte Fassung): https://web.archive.org/web/20111226181142/http://www.ftd.de/unternehmen/industrie/:elektromobilitaet-ramsauer-tauscht-chef-fuer-elektroautos-aus/60107774.html (Abruf 2016-09-04).

Technische Universität Hamburg-Harburg (2012). *„Teil-Vorhabensbeschreibung und Referenzen - Technische Universität Hamburg-Harburg, Institut für Verkehrsplanung und Logistik - in Ergänzung der Vorhabensbeschreibung „Wirtschaft am Strom Hamburg, August 2012"*. Unveröffentlicht.

Technische Universität Hamburg-Harburg (2016). Eigene Darstellung der betriebswirtschaftlichen Kennzahlen der TUHH auf deren Website. Online. URL: https://www.tuhh.de/tuhh/universitaet/informationen/kennzahlen.html (Abruf 2016-11-11).

Tenkhoff, Christina, Oliver Braune und Silke Wilhelm (2012). *Ergebnisbericht der Modellregionen Elektromobilität 2009–2011.* Abschlussbericht. Berlin: NOW GmbH.

Teuber, Mark-Oliver, Jan Wedemeier, Christina Benita Wilke und Edesa Yadegar (2015). *Wirtschaftsverkehre zwischen dem Hamburger Hafen und Polen – Perspektiven für die Entwicklung der Kammerunion Elbe/Oder (KEO).* HWWI Policy Report 20. Hamburg: Hamburgisches Weltwirtschaftsinstitut. URL: http://www.hwwi.org/uploads/tx_wilpubdb/HWWI_ Policy_20Report_2020_DE.pdf.

Thiel, Enno (2010). *Bevölkerung in Hamburg 2010 bis 2030 - Ergebnis der 12. Koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung (KBV).* Statistische Berichte A I 8 - 2010 H. Hamburg: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein. URL: http://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Statistische_Berichte/bevoelkerung/A_I_8_j_HuS/A_I_8_j10_H.pdf.

Thielmann, Axel, Andreas Sauer und Martin Wietschel (2015). *Gesamt-Roadmap Energiespeicher für die Elektromobilität 2030.* Online. URL: https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cct/lib/GRM-ESEM.pdf.

Thommen, Jean-Paul (2019). *Effektivität. Definition*. Online. URL: https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/effektivitaet-33138 (Zugriff 2019-07-15).

Tietge, Uwe, Peter Mock, John German, Anup Bandivadekar und Norbert Ligterink (2017). *From laboratory to road - a 2017 update of official and "real-world" fuel consumption and CO_2 values for passenger cars in Europe.* White Paper. Berlin: International Council on Clean Transportation Europe (ICCT). URL: https://www.theicct.org/sites/default/files/publications/Lab-to-road-2017_ICCT-white %20paper_06112017_vF.pdf.

Timpe, Christof, Joß Bracker, Florian Hacker, Markus Haller und Peter Kasten (2017). Handlu*ngsbedarf und -optionen zur Sicherstellung des Klimavorteils der Elektromobilität.* Online. Endbericht zum „Wissenschaftlichen Analyse-und Dialogvorhaben zur Sicherstellung des Klimavorteils der Elektromobilität“ (BMU FKZ 16EM2111). Freiburg. URL: https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Klimavorteil-E-Mob-Endbericht.pdf.

Titscher, Stefan, Michael Meyer, Ruth Wodak, Eva Vetter und Bryan Jenner (2000). *Methods of text and discourse analysis*. London: SAGE. ISBN: 0-7619-6482-7.

Tober, Werner (2016). *Praxisbericht Elektromobilität und Verbrennungsmotor*. Hrsg. von Hans-Peter Lenz. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. ISBN: 978-3-658-13602-4. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-658-13602-4.

Thomsen GmbH (2017). Website vom Autohaus Thomsen. Online. URL: http://www.auto-thomsen.de/ (Abruf 2017-03-03).

Total Deutschland GmbH (2013). *H2 Mobility Initiative*. Pressemitteilung vom 30.09.2013. Online. URL: http://www.total.de/news/pressemitteilungen/h2-mobility-initiative.html (Abruf am 2017-12-10).

Tourangeau, Roger, Lance J. Rips und Kenneth Rasinski (2009). *The psychology of survey response*. 10. Aufl. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN: 978-0-521-57629-1.

Transport & Environment (2017). *Electric vehicle life cycle analysis and raw material availability*. Online. Brüssel. URL: https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2017_10_EV_LCA_briefing_final.pdf.

Treat, Teresa A., Richard J. Viken, Coreen A. Farris und Jodi R. Smith (2016). „Enhancing the accuracy of men’s perceptions of women’s sexual interest in the laboratory.“ In: *Psychology of Violence* 6.4, S. 562–572. ISSN: 2152-081X. DOI: 10.1037/a0039845.

Trommer, Stefan und Barbara Lenz (2014). *Elektrisch mobil im Alltag und in der Flotte*. Online. URL: https://elib.dlr.de/89258/1/Manuskript_Trommer_TAE_2014.pdf.

Trommer, Stefan, Angelika Schulz, Michael Hardinghaus, Johannes Gruber, Alexander Kihm und Kathrin Drogosch (2013). *Verbundprojekt Flottenversuch Elektromobilität – Teilprojekt Nutzungspotenzial - Schlussbericht*. Online. BMBF-Projekte Förderkennzeichen 0325071B. URL: https://www.researchgate.net/profile/Stefan_Trommer/publication/258072125_Verbundprojekt_Flottenversuch_Elektromobilitat_-Teilprojekt_Nutzungspotenzial_Schlussbericht/links/00b7d526e3b541807c000000.pdf.

Trümper, Sören Christian (2016a). „*From demonstration to sustainable implementation: early learnings from Hamburg‘s e-mobility projects*“. Präsentation auf der Veranstaltung „Fehmarnbelt Days 2016“ an der Hafencity Universität Hamburg, vom 20. bis 22. September 2016.

Trümper, Sören Christian (2016b). „*Research on Electric Mobility in Hamburg – Current Objectives and Opportunities*“. Präsentation auf der Veranstaltung „Scholarly visit of Delft University for co-operation in the transport sector“, TU Hamburg-Harburg, 01.02.2016, Hamburg.

Trümper, Sören Christian (2015a). „*E-Mobilität für gewerbliche Zwecke - vom Potential zur realen Nutzung*“. Präsentation auf der Veranstaltung „Hamburger Handwerk und Elektromobilität“, Handwerkskammer Hamburg, 26.05.2015, Hamburg.

Trümper, Sören Christian (2015b). „*Fahrtenbasierte Signalauswertung von Energie- und Wegedaten als Teil einer integrierten Nutzungsanalyse von E-Autos im Wirtschaftsverkehr*“. Präsentation im Rahmen des Ergebnisworkshops des Projektes „Hamburg – Wirtschaft am Strom“, Finanzbehörde der Freien und Hansestadt Hamburg, Hamburg, 03.11.2015.

Trümper, Sören Christian (2014a). „*Coping with a Growing Mobility Demand in a Growing City: Hamburg as Pilot Region for Electric Mobility*“. In: Evolutionary Paths Towards the Mobility Patterns of the Future. Hrsg. von Michael Hülsmann und Dirk Fornahl. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 283–306. ISBN: 978-3-642-37558-3. DOI: 10.1007/978-3-642-37558-3{_}17. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-642-37558-3_17.

Trümper, Sören Christian (2014b). „*Mehrheitlich Stadtverkehr Ergebnisse einer Fuhrparkanalyse bei Unternehmen mit Mehrheitsbeteiligung der Stadt Hamburg*“. Präsentation auf dem Workshop im Rahmen des Projektes „Hamburg – Wirtschaft am Strom“ zu ersten Erkenntnissen zum Einsatz von E-Fahrzeugen, kommunalen und Unternehmensflotten, Nutzerbefragungen und dem Einsatz von Datenloggern, TU Hamburg-Harburg, 03.11.2014, Hamburg.

Trümper, Sören Christian (2014c). „*Multi-modal mobility options as part of public transport diversification in Hamburg*“. Präsentation auf der Veranstaltung „Energy Experts Exchange“ der Deutsch-Uruguayischen Industrie und Handelskammer, Hamburg, 26.09.2014.

Trümper, Sören Christian (2014d). „*Quo vadis, Nutzer? Fahrdaten- und Wegeerfassung in Elektrofahrzeugen in Wirtschaft am Strom*“. Präsentation auf dem Workshop im Rahmen des Projektes „Hamburg – Wirtschaft am Strom“ zu ersten Erkenntnissen zum Einsatz von E-Fahrzeugen, kommunalen und Unternehmensflotten, Nutzerbefragungen und dem Einsatz von Datenloggern, TU Hamburg-Harburg, 03.11.2014, Hamburg.

Trümper, Sören Christian (2014e). „*Was denkt der Nutzer? Ergebnisse einer Interviewreihe bei Hamburger Unternehmen*“. Präsentation auf dem Workshop im Rahmen des Projektes „Hamburg – Wirtschaft am Strom“ zu ersten Erkenntnissen zum Einsatz von E-Fahrzeugen, kommunalen und Unternehmensflotten, Nutzerbefragungen und dem Einsatz von Datenloggern, TU Hamburg-Harburg, 03.11.2014, Hamburg.

Trümper, Sören Christian (2013a). „Commercial Fleets as Early Markets for Electric Vehicles“. In: *Proceedings of the 16th International IEEE Annual Conference on Intelligent Transportation Systems* (ITSC 2013). Vortrag am 09.10.2013. IEEE. Den Haag. ISBN: 978-1-4799-2913-9.

Trümper, Sören Christian (2013b). „*Das Potential von E-Fahrzeugen im Hamburger Wirtschaftsverkehr*“. Präsentation auf der Veranstaltung „4. Jahrestagung des Pegasus-Netzwerkes, dem interdisziplinären Nachwuchs-Netzwerk für Mobilitäts- und Verkehrsforschung in Deutschland“, 10.11.2013, Frankfurt am Main.

Trümper, Sören Christian (2013c). „*Hamburg – Wirtschaft am Strom. Wissenschaftliche Begleitforschung und Modellierung auf Basis von Data Logging*“. Präsentation im Rahmen des Veranstaltung „Anwendertreffen der gewerblichen Nutzer im Projekt Wirtschaft am Strom“, Container-Terminal Tollerort, 24.04.2013, Hamburg.

Trümper, Sören Christian, Nils Keßner und Heike Flämig (2017a). „Use-patterns and corresponding energy consumption of battery-electric vehicles - a fleet-based survey“. In: *Proceedings of the European Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Congress 2017*, Genf, 15. März 2017. Hrsg. von Frederic Vergels. Brussels.

Trümper, Sören Christian, David Knöner und Heike Flämig (2017b). „Auswirkung des Fahrerverhaltens auf den Stromverbrauch von batterieelektrischen Pkw“. In: *Proceedings des Jahresverkehrskongresses der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft*, 18. Mai 2017, Braunschweig. Hrsg. von Thomas Siefer. Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft. Berlin. ISBN: 978-3-942488-33-4.

Trümper, Sören Christian, Sebastian Gerhard, Stefan Saatmann und Oliver Weinmann (2014d). „Qualitative Analysis of Strategies for the Integration of Renewable Energies in the Electricity Grid“. In: *Energy Procedia* 46.Supplement C. 8th International Renewable Energy Storage Conference and Exhibition (IRES 2013), S. 161–170. ISSN: 1876-6102. DOI: https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.01.169. URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610214001854.

Trümper, Sören Christian und Christian Matt (2017). „*Markthochlauf Elektromobilität in Flotten*“. Präsentation auf der „Gemeinsamen Abschlussveranstaltung der beiden Hamburger Flottenprojekte Hamburg-Wirtschaft am Strom und ePowered Fleets Hamburg“, 23.06.2017, Literaturhauscafé Hamburg, Hamburg.

Trümper, Sören Christian und Christian Matt (2013). „Battery-Electric Demonstrations in Early-Adopter-Fleets“. In: *Proceedings of the EVS27 International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium*, Barcelona, Spain, November 19, 2013. Barcelona (Spanien).

Trümper, Sören Christian, Heike Flämig und Christian Matt (2013). *„Analysen konventioneller Unternehmensfuhrparks für die Beurteilung der Einsatzpotenziale von Batteriefahrzeugen*". Präsentation auf der Veranstaltung „Future mobility – Markets and policy measures in the evolution of electric mobility". 05-06 Dez. 2013, Oldenburg (Oldb.).

Trümper, Sören Christian, Sebastian Gerhard und Ulf Schulte (2012). *Modellregion Elektromobilität Hamburg: E-Fahrzeuge, Ladepunkte, Konzepte; eine Zwischenbilanz*. Hamburg.

Tschöke, Helmut (2015). *Die Elektrifizierung des Antriebsstrangs*. Stuttgart: Springer Vieweg. ISBN: 978-3-658-04644-6. DOI: 10.1007/978-3-658-04644-6.

Tüv Süd Industrie Service GmbH (2018). *H2 Stations*. Übersicht. Online. URL: https://www.netinform.net/H2/H2Stations/H2Stations.aspx?Continent=EU&StationID=-1 (Abruf 2018-01-15).

Uekötter, Frank (2007). *Umweltgeschichte im 19. und 20. Jahrhundert*. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag. ISBN: 978-3-486-57631-3.

Ulich, D, K Haußer, Philipp Mayring, P Strehmel, M Kandler und B Degenhardt (1985). *Psychologie der Krisenbewältigung. Eine Längsschnittstudie mit arbeitslosen Lehrern*. Weinheim: Beltz-Verlag. ISBN: 3-407-54690-4.

Umweltbundesamt (2011a). *Auswertung der Online-Lärmumfrage des Umweltbundesamtes*. Online. URL: http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3974.pdf.

Umweltbundesamt (2011b). *Umweltbundesamt*: *Der Himmel über der Ruhr ist wieder blau!* Online. Pressemitteilung Nr. 25/11 vom 27.04.2011. URL: http://www.umweltbundesamt.de/presse/presseinformationen/umweltbundesamt-himmel-ueber-ruhr-ist-wieder-blau (Abruf 2018-06-25).

Umweltbundesamt (2013). Verhindern Herkunftsnachweise „Greenwashing"?. Beitrag vom 05.08.2013. Online. URL: https://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/verhindern-herkunftsnachweise-greenwashing (Abruf 2018-06-25).

Umweltbundesamt (2016a). *Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe nach Quellkategorien*. Online. Quelle: Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990, Emissionsentwicklung 1990 bis 2014 (Stand 03/2016). URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/dateien/3_tab_emi-ausgew-luftschadst_2016-05-03.pdf.

Umweltbundesamt (2016b). *Luftschadstoffindex der Emissionen*. Online. Quelle: Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990, Emissionsentwicklung 1990 bis 2014 (Stand 03/2016). URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/dateien/2_abb_luftschadstoffindex_2016-06-20.pdf.

Umweltbundesamt (2018). *Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2018 - Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2016*. Climate Change 12/2018. Dessau: Umweltbundesamt. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-05-24_climate-change_12-2018_nir_2018.pdf.

Umweltbundesamt (2018b). *Die Treibhausgase.* Online. URL: https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/treibhausgas-emissionen/die-treibhausgase (Abruf 2018-01-18).

Umweltbundesamt (2018c). *Klimagasemissionen stiegen im Jahr 2016 erneut an.* Pressemitteilung vom 23.01.2018. Online. URL: https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/klimagasemissionen-stiegen-im-jahr-2016-erneut-an (Abruf 2018-03-12).

Umweltbundesamt und Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (2017). *Erneuerbare Energie in Zahlen*. Online. URL: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/erneuerbare-energien-in-zahlen-2016.pdf?__blob=publicationFile&v=16.

United Nations (1992). *Agenda 21-Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung,* Rio de Janeiro, Juni 1992. Online. URL: http://www.un.org/Depts/german/conf/agenda21/agenda_21.pdf.

United Nations (2015a). *Agreement: Concerning the Adoption of Uniform Technical Prescriptions for Wheeled Vehicles, Equipment and Parts which can be Fitted and/or be Used on Wheeled Vehicles and the Conditions for Reciprocal Recognition of Approvals Granted on the Basis of these Prescriptions (Revision 2, including the amendments which entered into force on 16 October 1995) - Addendum 99: Regulation No. 100, Revision 2 AND Revision 3 - Amendment 3 (Supplement 4 to the 01series of amendments - Date of entry into force: 22 January 2015): Uniform provisions concerning the approval of passenger cars powered by an internal combustion engine only, or powered by a hybrid electric power train with regard to the measurement of the emission of carbon dioxide and fuel consumption and/or the measurement of electric energy consumption and electric range, and of categories M1and N1vehicles powered by an electric power train only with regard to the measurement of electric energy consumption and electric range.* Online. Entspricht E/ECE/324/Rev.2/Add.100/Rev.3 - E/ECE/TRANS/505/Rev.2/Add.100/Rev.3 (ECE-R101). URL: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/R101r3am3e.pdf.

United Nations (2015b). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*. Report ST/ESA/SER.A/366. New York: United Nations, Department of Economic und Social Affairs, Population Division. URL: https://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Report.pdf.

United Nations Department of Public Information (1997). *Earth Summit Background*. Online. URL: http://www.un.org/geninfo/bp/envirp2.html (Abruf 2016-08-11).

United Nations Economic and Social Council (2009). *Proposal to develop new Global Technical Regulations and/or amendments to established Global Technical Regulations - Proposal to develop a new global technical regulation on Worldwide harmonized Light Vehicle Test Procedures*. Online. ECE/TRANS/WP.29/2009/131 (28 August 2009); WLTP. URL: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2009/wp29/ECE-TRANS-WP29-2009-131e.pdf.

United Nations Publications. (1972). *Report of the United Nations Conference on the Human Environment*. A/CONF.48/14/Rev.1. 05-16 Juni 1972. United Nations. Stockholm: United Nations Publications. URL: http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=97.

United Nations Publications (1985). „Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer“. In: *United Nations Treaty Series* 1513.26164. verabschiedet 22.03.1985. URL: http://treaties.un.org/doc/Publication/UNTS/Volume %201513/volume-1513-I-26164-English.pdf.

United Nations Publications (1992a). *Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen*. Techn. Ber. FCCC/INFORMAL/84. New York: United Nations. URL: http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convger.pdf %20.

United Nations Publications (1992b). *Report of the United Nations Conference on Environment and Development (Rio de Janeiro, 3-14 June 1992).* A/CONF.151/26. mehrbändig, auf mehrere URLs verteilt. United Nations. New York: United Nations Publications. URL: http://www.un.org/documents/ga/conf151/aconf15126-1.htm.

United Nations Publications (2005). „Das Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen“. In: *United Nations Treaty Series* 2303.30822. URL: https://treaties.un.org/doc/Publication/UNTS/Volume %202303/volume-2303-A-30822.pdf.

United Nations Publications (2015). *Report of the Conference of the Parties on its twenty-first session, held in Paris from 30 November to 13 December 2015*. Online. UN Document Symbol: FCCC/CP/2015/10/Add.1. URL: https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/G16/015/38/PDF/G1601538.pdf?OpenElement.

Universität Hamburg (2014). *Team der Universität Hamburg erhält 403.000 Euro für Forschung zur Elektromobilität.* Pressemitteilung der UHH am 07. Mai 2014, online einsehbar unter https://www.uni-hamburg.de/presse/pressemitteilungen/2014/pm21.html (Abruf 2016-11-11).

Universität Hamburg (2016). Eigene Darstellung der UHH auf deren Website. Online. URL: https://www.uni-hamburg.de/presse/publikationen/uhh-u-kurzportraet.pdf (Abruf 2016-11-11).

Universität Leiden (2018). *CML-IA Characterisation Factors.* Centre of Environmental Science. Online. URL: https://www.universiteitleiden.nl/en/research/research-output/science/cml-ia-characterisation-factors (Abruf 2018-08-14).

Universität Münster (2015). *LIB 2015.* Informations-Website des MEET Münster, Electrochemical Energy Technology, Institut für Physikalische Chemie der Universität Münster. Online. URL: http://www.lib2015.de/lib_2015.php (Abruf 2016-11-19).

Vanhoudt, W., F. Barth, P. Schmidt und W Weindorf (2016). *Power-to-gas: Short term and long term opportunities to leverage synergies between the electricity and transport sectors through power-to-hydrogen*. Abschlussbericht. München; Brüssel: Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH und Hinicio SA. URL: http://www.lbst.de/download/2016/Hinicio-LBST_2016_PtH2-study_Fondation-Tuck.pdf.

Vattenfall AG (2015). *Elektromobilität bei Vattenfall, Leistungen und Ladeinfrastrukturlösungen.* Präsentation. Online. URL: http://www.lebendige-stadt.de/web/htmlimages/2015/referate/Elektromobilitaet_bei_Vattenfall.pdf (Abruf 2018-04-23).

Veit, Sven-Michael, Peter Unfried (2008). „*Ich glaub schon, dass ich Öko bin*“. Artikel in der Tageszeitung Taz vom 06.12.2008. Online. URL: https://taz.de/!776776 (Abruf 2016-09-03).

Verband der Deutschen Automobilindustrie (2016). „*Wissmann: Deutsche Automobilindustrie ist weltweiter Leitanbieter, Deutschland muss auch Leitmarkt werden*.“ Pressemitteilung vom 03.02.2016., online unter https://www.vda.de/de/presse/Pressemeldungen/20160203-deutsche-automobilindustrie-ist-weltweiter-leitanbieter.html (Abruf 2016-07-07).

Verband der internationalen Kraftfahrzeughersteller (2014). *VDIK: Vorschlag der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) diskriminiert Elektrofahrzeuge der Internationalen Hersteller auf Dauer.* Pressemitteilung vom 01.12.2014. Online. URL: http://www.vdik.de/presse/pressemeldungen/aktuelle-pressemeldungen/article/vdik-begruesst-geplante-sonderabschreibungen-fuer-elektrofahrzeuge-kopie-1.html (Abruf 2016-09-03).

Verband für Schiffbau und Meerestechnik (2016). *e4ships Brennstoffzellen im maritimen Einsatz 2009 – 2016*. Online. URL: http://e4ships.de/presse.html?file=tl_files/e4ships/downloads/e4ships_broschuere_dt_final.pdf.

Vereinte Nationen (2012). *Doha Climate Change Conference - November 2012*. Zentrale Plattform für alle Konferenzdokumente inkl. Beschlüsse und Protokolle. Online. URL: https://unfccc.int/process-and-meetings/conferences/past-conferences/doha-climate-change-conference-november-2012/doha-climate-change-conference-november-2012 (Abruf 2016-07-17).

Verkehrsclub Deutschland (2011). *Fehlstart statt intelligenter Starthilfe*. Pressemitteilung vom 16.05.2011. Online. URL: https://www.vcd.org/service/presse/pressemitteilungen/fehlstart-statt-intelligenter-starthilfe/ (Abruf 2016-09-03).

Verron, Hedwig (2010). *Leitfaden Klimaschutz im Stadtverkehr*. Techn. Ber. Umweltbundesamt. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/4023.pdf.

Vester, Frederic (1990). *Ausfahrt Zukunft : Strategien für den Verkehr von morgen; eine Systemuntersuchung*. 1. Aufl. München: Heyne. ISBN: 3-453-03983-1.

Vester, Frederic (1995). *Crashtest Mobilität : die Zukunft des Verkehrs ; Fakten, Strategien, Lösungen.* 1. Aufl. München: Heyne. ISBN: 3-453-08875-1.

Vetter, Philipp (2016). *Autohersteller sacken Elektro-Prämie für sich ein*. Beitrag auf dem Nachrichtenportal Die Welt vom 07.08.2016. Online. URL: https://www.welt.de/wirtschaft/article157534732/Autohersteller-sacken-Elektro-Praemie-fuer-sich-ein.html (Abruf 2018-07-23).

Voy, Christian (1996). *Erprobung von Elektrofahrzeugen der neuesten Generation auf der Insel Rügen und Energieversorgung für Elektrofahrzeuge durch Solarenergie und Stromtankstellen.* Abschlussbericht. Nebentitel: Abschlußbericht des Elektrofahrzeug Demonstrationsprojektes auf der Insel Rügen (1992-1996); gefördert vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF), Bonn und Wirtschaftsministerium Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin; Förderkennzeichen: TV 9225 und 0329376A. Braunschweig: Deutsche Automobilgesellschaft, Braunschweig. URL: http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e001/246130091l.pdf.

Walter, Jan Timo (2018). *The development towards a diffusion of station-based electric carsharing in urban neighborhoods in the City of Hamburg: Which combination of institutional, bounded rationality and niche management factors is of importance*. Master-Thesis. Seevetal: Radboud University Nijmegen, Nijmegen School of Management. URL: http://theses.ubn.ru.nl/bitstream/handle/123456789/5585/Walter %2c_J.T._1.pdf?sequence=1.

Wang, Hewu, Xiaobin Zhang und Minggao Ouyang (2015). „Energy consumption of electric vehicles based on real-world driving patterns: A case study of Beijing“. In: *Applied Energy* 157, S. 710–719. ISSN: 0306-2619. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.05.057.

Warth, Helmut (2016). *Nachhaltige Bussysteme der Zukunft - NaBuZ : Modul 2 - Demonstration NaBuZ-demo*. Abschlussbericht. FKZ BMVI: 03BV223C, 01081149. Mannheim: Evobus GmbH. DOI: 10.2314/GBV:876369719.

Wassermann, Sandra (2015). *Das qualitative Experteninterview*. Hrsg. von Marlen Niederberger und Sandra Wassermann. Wiesbaden: Springer Fachmedien. Kap. 4, S. 51–68. ISBN: 978-3-658-01687-6. DOI: 10.1007/978-3-658-01687-6.

Wassink, Melanie (2012). *Gas geben mit Elektroautos aus der Hansestadt*. Artikel im Hamburger Abendblatt am 18.09.2012. Online. URL: http://www.abendblatt.de/wirtschaft/article109289133/Gas-geben-mit-Elektroautos-aus-der-Hansestadt.html (Abruf 2016-11-11).

Weeber, Karl-Wilhelm (1993). *Smog Über Attika: Umweltverhalten Im Altertum*. ISBN: 3-499-19152-0. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt-Taschenbuch-Verlag.

Weichbold, Martin, Johann Bacher und Christof Wolf, Hrsg. (2009). *Umfrageforschung - Herausforderungen und Grenzen*. VS Verlag für Sozialwissenschaften. ISBN: 978-3-531-16319-2. DOI: 10.1007/978-3-531-91852-5.

Wellhöfer, Peter R. (1997). *Grundstudium Sozialwissenschaftliche Methoden und Arbeitsweisen*. 2. Aufl. Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag. ISBN: 3-432-93722-9.

Welt (1997). *Daimler-Benz auf Erfolgskurs*. Artikel in dem Nachrichtenportal Die Welt vom11.09.1997. Online. URL: http://www.welt.de/641128 (Abruf 2016-07-11).

Werland, Stefan (2014). *Rohstoffknappheit. Debattenanalyse 5.1 im Projekt Ressourcenpolitik: Analyse der ressourcenpolitischen Debatte und Entwicklung von Politikoptionen (PolRess).* Freie Universität Berlin, Forschungszentrum für Umweltpolitik. DOI: 10.17169/FUDOCS_document_000000020403

Wermuth, Manfred (2012). *Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland 2010 (KiD 2010) - Aufstockung der bundesweiten Verkehrsbefragung für die Freie und Hansestadt Hamburg*.

Wermuth, Manfred, Christian Neef, Rainer Wirth, Inga Hanitz, Holger Löhner, Heinz Hautzinger, Wilfried Stock, Manfred Pfeiffer, Mario Fuchs, Barbara Lenz, Verena Ehrler, Sebastian Schneider und Hans-Jürgen Heinzmann (2012). *Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland 2010 (KiD 2010)*. Hrsg. von Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Online. BMVBS Projekt-Nr. 70.0829/2008. Braunschweig: WVI Prof. Dr. Wermuth Verkehrsforschung und Infrastrukturplanung. URL: http://daten.clearingstelle-verkehr.de/240/9/KiD2010-Schlussbericht.pdf.

Werner, Daniel, A. Loges, Oliver Heeg, Nic Sautter, Achim Wiebelt und T. Wetzel (2015). „Thermal management of Li-ion batteries and its influence on electrical performance“. In: *15. Internationales Stuttgarter Symposium*. Hrsg. von Michael Bargende, Hans-Christian Reuss und Jochen Wiedemann. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 1535–1549. ISBN: 978-3-658-08844-6. DOI: 10.1007/978-3-658-08844-6_107.

Weymar, Elisabeth und Matthias Finkbeiner (2016). „Statistical analysis of empirical lifetime mileage data for automotive LCA“. In: *The International Journal of Life Cycle Assessment* 21.2, S. 215–223. ISSN: 1614-7502. DOI: 10.1007/s11367-015-1020-6. URL: https://doi.org/10.1007/s11367-015-1020-6.

Wietschel, Martin, Patrick Plötz, Sandra Ullrich und Till Gnann (2014a). *Wirkung von Förderinstrumenten auf den Markthochlauf von Elektrofahrzeugen in Deutschland*. Studie. Im Auftrag der Acatech und AG 7 der NPE erstellt. Karlsruhe, Germany: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI. URL: http://www.isi.fraunhofer.de/isi-wAssets/docs/e/de/publikationen/Fraunhofer-ISI-Kurzstudie-Politikmassnahmen-fuer-Elektrofahrzeuge.pdf.

Wietschel, Martin, Patrick Plötz, André Kühn und Till Gnann (2014b). *Markthochlaufszenarien für Elektrofahrzeuge - Langfassung*. Studie. Im Auftrag der Acatech und AG 7 der NPE erstellt. Karlsruhe, Germany: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI. URL: http://www.isi.fraunhofer.de/isi-wAssets/docs/e/de/publikationen/Fraunhofer-ISI-Markthochlaufszenarien-Elektrofahrzeuge-Langfassung.pdf.

Wietschel, Martin, Patrick Plötz, André Kühn und Till Gnann (2013). *Markthochlaufszenarien für Elektrofahrzeuge - Kurzfassung*. Studie. Im Auftrag der Acatech und AG 7 der NPE erstellt. Karlsruhe, Germany: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI. URL: http://www.isi.fraunhofer.de/isi-wAssets/docs/e/de/publikationen/Fraunhofer-ISI-Markthochlaufszenarien-Elektrofahrzeuge-Zusammenfassung.pdf.

Wikström, Martina, Lisa Hansson und Per Alvfors (2014). „Socio-technical experiences from electric vehicle utilisation in commercial fleets“. In: *Applied Energy* 123, S. 82–93. ISSN: 0306-2619. DOI: http://dx.DOI.org/10.1016/j.apenergy.2014.02.051. URL: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261914001950.

Winch, G.M. (2007). „*Managing project stakeholders*“. In: The Wiley guide to managing projects. Hrsg. von Jeffrey K. Pinto und Peter W. G. Morris. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons. Kap. 14, S. 321–339. DOI: 10.1002/9780470172391.

Wirth, Harry (2018). *Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland*. Techn. Ber. Freiburg: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE. URL: www.pv-fakten.de.

Wohlfahrt, Sven, Thorsten Erdmann, Margarete Haberhauer, Henrike Herrmann, Robert Körner, Lynn Schneider und Ulrich Wiemann (2012). *Verflechtungen zwischen Hamburg und Schleswig-Holstein im Spiegel der amtlichen Statistik*. Statistische Analysen 5. Hamburg: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein. URL: https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Statistische_Analysen/Statistische_Analysen_05_2012.pdf.

Wolff, Jutta (2014). *Stakeholder management along maritime container transport chains - Development of a framework and exemplified application in empty container logistics*. Hrsg. von Carsten Gertz und Heike Flämig. Bd. 11. Harburger Berichte zur Verkehrsplanung und Logistik. Dissertation. Münster: MV Wissenschafts Verlag. DOI: 10.15480/882.1215.

World Shipping Council (2017). *Top 50 world container ports.* Online-Übersicht. Online. URL: http://www.worldshipping.org/about-the-industry/global-trade/top-50-world-container-ports (Abruf 2017-05-29).

World Steel Association (2011). *Methodology report - Life cycle inventory study for steel products*. Online. Brüssel. URL: https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:6a222ba2-e35a-4126-83ab-5ae5a79e6e46/LCA+Methodology+Report.pdf.

World Wide Fund for Nature, Bundesverband Erneuerbare Energie, Klima-Bündnis und Naturschutzbund Deutschland (2012). *Elektromobilität unter Spannung*. Gemeinsame Pressemitteilung vom 19.06.2012. Online. URL: https://www.nabu.de/presse/pressemitteilungen/http/index.php?popup=true&show=5271&db=presseservice (Abruf 2016-09-03).

Wroblewski, Andrea und Angela Leitner (2009). *„Zwischen Wissenschaftlichkeitsstandards und Effizienzansprüchen - Expertinneninterviews in der Praxis der Maßnahmenevaluation*". In: Das Experteninterview. Hrsg. von Alexander Bogner, Beate Littig und Wolfgang Menz. 3. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 259–276. ISBN: 978-3-531-16259-1.

Younes, Z., L. Boudet, F. Suard, M. Gérard und R. Rioux (2013). „Analysis of the main factors influencing the energy consumption of electric vehicles". In: *2013 International Electric Machines Drives Conference*, S. 247–253. DOI: 10.1109/IEMDC.2013.6556260.

Zahran, Sammy (2008). „Risk, stress, and capacity - explaining metropolitan commitment to climate protection". In: *Urban Affairs Review* 43.4, S. 447–474. DOI: 10.1177/1078087407304688.

Zeit Online GmbH (2012). *Autokonzerne fordern Kaufprämien für E-Autos.* Agenturmeldung bei Zeit Online vom 01.10.2012. Online. URL: https://www.zeit.de/auto/2012-10/merkel-ziel-elektroautos (Abruf 2018-09-18).

Zeit Online GmbH (2015). *Grüne fordern 5.000 Euro Zuschuss für Elektroauto-Käufer.* Agenturmeldung bei Zeit Online vom 04.02.2015. Online. URL: https://www.zeit.de/wirtschaft/2015-02/gruene-elektroautos (Abruf 2018-09-18).

Zeit Online GmbH (2017). *Großbritannien will Diesel und Benziner verbieten.* Agenturmeldung bei Zeit Online vom 26.07.2017. Online. URL: https://www.zeit.de/wirtschaft/unternehmen/2017-07/grossbritannien-verbietet-diesel-und-benziner (Abruf 2018-09-18).

Ziegler, Dieter (2005). *Die Industrielle Revolution*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft. ISBN: 3-534-15810-5.

Zimmermann, Arthur und Claudia Maennling (2007). *Multi-stakeholder management: Tools for Stakeholder Analysis: 10 building blocks for designing participatory systems of cooperation*. Techn. Ber. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), S. 65726. URL: http://fsnnetwork.org/sites/default/files/en-svmp-instrumente-akteuersanalyse.pdf.

Züll, Cornelia und Natalja Menold (2014). *„Offene Fragen*". In: Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Hrsg. von Nina Baur und Jörg Blasius. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 713–719. ISBN: 978-3-531-18939-0. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0_52. URL: http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-531-18939-0_52.

Zweck, Axel, Dirk Holtmannspötter, Matthias Braun, Michael Hirt, Simone Kimpeler und Philine Warnke (2015). *Gesellschaftliche Veränderungen 2030*. Ergebnisband 1 zur Suchphase von BMBF-Foresight Zyklus II. Hrsg. von VDI Technologiezentrum GmbH. Online. URL: https://www.bmbf.de/files/VDI_Band_100_C1.pdf.

Anhang

Anhang 1: Kurzübersicht deutsche und internationale Umwelt- und Klimapolitik 312
Anhang 2: Kurze Erläuterung der Selbstverpflichtungen der Automobilindustrie zur Reduktion der CO_2-Emissionen von Neufahrzeugen 317
Anhang 3: Überblick über weitere Klimaschutzmaßnahmen im Verkehrssektor in Deutschland und der EU 318
Anhang 4: Darstellung des Regulierungsregimes bei CO_2-Emissionen in Neuwagen und der zugehörigen Gesetzgebung 321
Anhang 5: Darstellung der historischen Entwicklung der Einführung elektrischer Antriebe 323
Anhang 6: Schlagwortekatalog für die automatisierte Abfrage beim Parlamentsarchiv der Hamburger Bürgerschaft 327
Anhang 7: Methodische Maßnahmen zur Fehlerreduktion im Interview 328
Anhang 8: Gesprächsphasen der Interviews – theoretische Hintergründe 330
Anhang 9: Interview-Leitfaden 332
Anhang 10: Ablaufmodell der Qualitativen Inhaltsanalyse 344
Anhang 11: Kodiersystem, Kodierrichtlinien und Ankerbeispiele 351
Anhang 12: Überblick über die Legislaturperioden der Hamburger Bürgerschaft seit dem Jahr 2004 362
Anhang 13: Detaildarstellung der Inhalte der untersuchten Förderprogramme 363
Anhang 14: Detaildarstellung der Raumstrukturzuordnung und siedlungsstruktureller Kreistypen in Hamburg und der Metropolregion 374
Anhang 15: Detaildarstellung der Branchenstruktur in Hamburg und Deutschland 377
Anhang 16: Details zur Bevölkerung in der Metropolregion sowie Arbeitslosenquoten in Hamburg und Deutschland 380
Anhang 17: Detaildarstellung der Fahrtenhäufigkeiten in Hamburg und Deutschland 381
Anhang 18: Detaildarstellung der Gütertransportleistung in Hamburg und Deutschland 382
Anhang 19: Detaildarstellung der Luftreinhaltungsthematik in Hamburg 383
Anhang 20: Detaildarstellung der Lärmproblematik in Hamburg 386
Anhang 21: Detaildarstellung der Wasserstoffförderprojekte in Hamburg 387
Anhang 22: Formeln für die Berechnung von Fahrtwiderständen 389
Anhang 23: Detailergebnisse der Clusteranalysen für Einzelfahrten 390
Anhang 24: Charakterisierung der acht Nutzungsmuster von Einzelfahrten 392
Anhang 25: Detailergebnisse der Clusteranalysen für Tagesfahrleistungen 393
Anhang 26: Charakterisierung der 14 Nutzungsmuster von Tagesfahrleistungen 395
Anhang 27: Detaillierte Betrachtung der rechtlichen Rahmenbedingungen auf Bundesebene 397
Anhang 28: Detaillierte Betrachtung der Akteurseinbindung und Implementation auf Landesebene 403
Anhang 29: Detaillierte Darstellung der Akteure der Bundesebene 414
Anhang 30: Detaillierte Darstellung der Akteure der Landesebene 423

Anhang 1: Kurzübersicht deutsche und internationale Umwelt- und Klimapolitik

Mit Beginn der Industrialisierung ab der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts beginnt der Mensch derart nachhaltig in das Ökosystem einzugreifen, dass globale, dauerhafte Schädigungen der Umwelt zu erkennen sind (Ziegler 2005). Der sogenannte „anthropogene Treibhauseffekt", also die auf menschliche Aktivitäten zurückzuführende zunehmende Erwärmung der erdnahen Atmosphäre, hat dabei sicherlich die bisher weitreichendsten negativen Folgen für das Ökosystem (vgl. Stern 2007). Verursacht wird dieser Treibhauseffekt vor allem durch die bis heute anhaltende, massenhafte Nutzung fossiler Brennstoffe und den damit einhergehenden Kohlendioxidausstoß[143] (vgl. Stern 2007; IPCC 2014). Neben der Tatsache, dass lokales Fehlverhalten erstmals globale Auswirkungen hat und Regionen von den negativen Folgen der Erderwärmung betroffen sind, die mitunter nur spät oder gar nicht an den Vorzügen der Industrialisierung teilhaben konnten (Raupach et al. 2007), zeichnet sich die menschgemachte Klimaveränderung vor allem durch ihr Ausmaß aus, sowohl was die Schwere des Eingriffes in das Ökosystem als auch die räumliche Ausdehnung betrifft, zum Beispiel bei Extremwetterereignissen, Meeresspiegelanstieg und Versauerung der Ozeane, ebenso wie die prognostizierte Dauer der Schädigung, verursacht durch die langsamen klimatologischen Prozesse (Raupach et al. 2007).

Neben den genannten globalen sind es aber auch die lokalen Probleme, die als Folge der Industrialisierung deutlich zu Tage treten. Vor allem in den Industrieländern verschärfen sich im 20. Jahrhundert die mit dem Wirtschaftswachstum der Nachkriegszeit verbundenen Umweltprobleme. Gerade in Deutschland, welches in den besonders umweltintensiven Wirtschaftssektoren wie Chemie, Bau, Straßenverkehr und Energie große Wachstumserfolge verzeichnen kann, sind Luft- und Gewässergüte vielerorts mangelhaft (Jänicke 2008).

Die politische Reflexion dieser Entwicklung beginnt in Deutschland Anfang der 1960er-Jahre. „Der Himmel über dem Ruhrgebiet muss wieder blau werden" (SPD 1961 S.25) – Willy Brandts Forderung während seiner Rede auf dem außerordentlichen Kongress der SPD am 28. April 1961 führt erstmals zu der Einführung des Politikfeldes Umweltpolitik in der nachfolgenden SPD/FDP-geführten Regierung und in Folge dessen zu einem ersten deutschen Umweltprogramm mit konkreten Zielvorgaben (Umweltbundesamt 2011b; vgl. auch Ditt 2005).

Auch international beginnt zu dieser Zeit eine erste breitere wissenschaftliche Debatte zu den menschgemachten Umweltwirkungen. Publikation wie die des *Club of Rome* zur Lage der Menschheit (Meadows et al. 1972) führen im Jahr 1972 zu einer verstärkten Wahrnehmung des Themas in der Öffentlichkeit (Freytag 2006b). Mit der im gleichen Jahr stattfindenden Stockholmer *Konferenz der Vereinten Nationen über die menschliche Umwelt* (United Nations Publications 1972) und der nachfolgenden Gründung des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (UNEP) mit Sitz in Nairobi wird zudem auch auf politischer Ebene ein Handlungsbedarf hinsichtlich der Erhaltung der natürlichen Umwelt erkannt und der damit verbundene bewusstere Umgang mit den natürlichen Ressourcen international politisch eingefordert (United Nations Publications 1972 S.70 der finalen Fassung). Spätestens mit dem ersten Ölpreisschock der Jahre 1973/74 sind Umwelt- und Ressourcenschutz in den Industrieländern vom nischen- zum massenmedialen Thema geworden (Freytag 2006a), was auch

[143] Weitere wichtige Einflussgrößen sind die großflächige Abholzung von Waldgebieten zur Schaffung von Ackerflächen (und in Folge dessen geringere Kohlendioxidsenken) sowie eine stark intensivierte Viehhaltung (was zu einem erhöhten Methanausstoß führt).

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

entsprechende Auswirkungen auf die Intensität der internationalen Umweltpolitik hat. Diese lässt sich in den nachfolgenden Jahren in drei Phasen einteilen. In den 1970er- und zu Beginn der 1980er-Jahre liegt der Schwerpunkt zunächst auf der regionalen Zusammenarbeit, vor allem in Europa. Es entstehen eine Reihe regionaler Umweltabkommen, darunter die Abkommen zum Schutz der Nordsee aus dem Jahr 1972 und des Mittelmeeres aus dem Jahr 1974 (Jänicke 2008). Mitte bis Ende der 1980er-Jahre findet eine stärkere Globalisierung der Zusammenarbeit statt. In diese Phase fallen eine Reihe von internationalen Abkommen, unter anderem das Übereinkommen zum Schutz der Ozonschicht aus dem Jahr 1985 (United Nations Publications 1985).

Dennoch hat die Staatengemeinschaft, trotz aller politischen Bekenntnisse und geschlossenen Abkommen, seit dem Jahr 1972 (UN-Umweltkonferenz, s.o.) nur geringe Fortschritte bei der grundsätzlichen Entkopplung von wirtschaftlichem Wachstum und Ressourcenverbrauch erzielt, und Probleme wie der Abbau der Ozonschicht oder die Klimaerwärmung schreiten weiter in bedrohlichem Tempo voran (United Nations Department of Public Information 1997). Im Jahr 1987 veröffentlicht die im Jahr 1983 eingesetzte und unter dem Vorsitz der Norwegerin Gro Harlem Brundland arbeitende *World Commission on Environment and Development* einen Bericht, in dem sie ein Konzept einer nachhaltigen Entwicklung vorstellt. Hierauf aufbauend lädt die Generalversammlung der Vereinten Nationen die Staatengemeinschaft im Jahr 1992 zu der *Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung* (UNCED) nach Rio de Janeiro in Brasilien ein. Ziel der Konferenz ist es, ein gemeinsames Verständnis einer nachhaltigen Entwicklung aufzubauen und dafür auch die Beziehungen zwischen den armen und reichen Ländern der Erde neu zu definieren. Ergebnis des Gipfels sind drei (völkerrechtlich nicht bindende) Vereinbarungen (United Nations Publications 1992b):

- die Agenda 21 als umfassendes globales Aktionsprogramm für alle Bereiche der nachhaltigen Entwicklung
- die Rio-Erklärung über Umwelt und Entwicklung (Rio Declaration on Environment and Development) mit Grundsätzen für Politik, Wirtschaft und Wissenschaft zum nachhaltigen Handeln
- die Grundsätze der Waldwirtschaft (Statement of Forest Principles) mit Empfehlungen zum Erhalt und der nachhaltigen Bewirtschaftung von Wäldern

Zusätzlich werden auf der Konferenz zwei völkerrechtlich bindende Abkommen geschlossen:

- das Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)
- das Übereinkommen über die biologische Vielfalt (Convention on Biological Diversity, CBD)

Das UNFCCC (United Nations Publications 1992a; Inkrafttreten am 21.03.1994) sieht als Rahmenübereinkommen vor, dass Treibhausgaseinsparungen zunächst einmal quantifiziert werden sollen. Dieser Prozess wird in den sich anschließenden jährlichen UN-Klimakonferenzen (Convention of the Parties, COP) umgesetzt und führt im Jahr 1997 im japanischen Kyoto (COP3) zu einem Zusatzprotokoll (*Kyoto-Protokoll*, United Nations Publications 2005, Inkrafttreten am 16.02.2005), welches für die industrialisierten Unterzeichnerstaaten (Anlage-B-Staaten) in der Verpflichtungsperiode der Jahre 2008-2012 eine Reduktion der (in Anlage A spezifizierten) Treibhausgase gegenüber dem Basisjahr 1990 um durchschnittlich 5,2 % vorsieht. Die genaue Reduktionsvorgabe richtet sich dabei nach der Wirtschaftskraft der Staaten und beträgt beispielsweise für die damals 15 Mitgliedsländer der EU (EU-15) 8 %, die wiederum innerhalb der EU im Rahmen einer weiteren wirtschaftskraftbasierten Lastverteilung nochmals aufgeteilt werden. So entfällt auf Deutschland ein (gegenüber dem Referenzjahr 1990) 21%iges Reduktionsziel für Treibhausgase für die erste Verpflichtungsperiode in den Jahren 2008-2012 (Europäische Kommission 2016).

Im Jahr 2007, bereits ein Jahr vor Beginn der ersten Kyoto-Verpflichtungsperiode, formuliert die EU in ihrem Klima- und Energiepaket (Europäische Union 2009a, 25.06.2009 in Kraft getreten) eine über den Zeitraum dieser Verpflichtungsperiode hinausgehende Selbstverpflichtung zur Reduktion von Treibhausgasen. Unter dem Schlagwort „20-20-20 bis 2020“ setzt sich die EU das Ziel, bis zum Jahr 2020 den Ausstoß von Treibhausgasen in der Union um 20 % zu reduzieren (um 30 % im Falle eines internationalen Übereinkommens, jeweils gemessen am Basisjahr 1990), den Anteil erneuerbarer Energiequellen am Elektrizitätsmarkt auf 20 % zu steigern und die Energieeffizienz um 20 % zu erhöhen. Dies soll neben Vorgaben über die Förderung von erneuerbaren Energien und der Effizienzsteigerung im Energie- und Gebäudesektor, einer dritten Phase des Europäischen Emissionshandelssystems (EU-EHS) und der Kohlendioxidsequestrierung, im Verkehrssektor auch über die Qualität von Kraftstoffen (geringerer Ausstoß von Treibhausgasen bei der Herstellung) sowie einer Besteuerung von Neuwagen gehen, welche sich am CO_2-Ausstoß bemisst (gesonderte Rechtsakte in Europäische Union 2009b).

Das Reduktionsziel für den Bereich der Treibhausgase wird hierbei in zwei Bereiche aufgeteilt (siehe Abbildung 66), wobei zu beachten ist, dass als Basisjahr jeweils das Jahr 2005 genutzt wird[144]: den über das EU-EHS regulierten Bereich, der eine 21%ige Reduktion der Treibhausgase erreichen muss, sowie den nicht vom EU-EHS erfassten Bereich, dessen Reduktionsziel bei 10 % liegt (Europäische Kommission 2016). Dieser zweite Bereich umfasst beispielsweise Sektoren wie Wohnungsbau, Landwirtschaft, Abfallwirtschaft sowie Verkehr (mit Ausnahme des Luftverkehrs) und verursacht rund 55 % der Gesamtemissionen von Treibhausgasen der EU. Innerhalb dieses nicht vom EU-EHS erfassten Bereiches wird eine jeweils länderspezifische Zielsetzung, gemessen an der Wirtschaftskraft, formuliert (EU Effort Sharing Decision (ESD), als Teil von Europäische Union 2009a). Für Deutschland liegt das Reduktionsziel für diesen zweiten, nicht EU-EHS regulierten ESD-Bereich, somit bei 14 % gegenüber dem Niveau des Jahres 2005.

[144] Der Umstieg vom Referenzjahr 1990 auf das Jahr 2005 hat nach Einschätzung des Umweltbundesamtes den Grund, dass auf EU-Ebene bereits seit Beginn der ersten 2000er Dekade, in Erwartung, dass das Kyoto-Protokoll in Kraft tritt, interne Vorbereitungen für ein neuartiges Instrument, dem EU-weiten Emissionshandel, getroffen worden waren. Dazu zählte auch eine Testphase für dieses System, welche im Jahr 2005 startete. Ab diesem Zeitpunkt wurde ein „Start“-Wert benötigt, auf den sich – zunächst allein für den Bereich der Emissionen unter dem EU-Emissionshandel – dauerhaft die politischen Zielsetzungen bezogen. Mittlerweile werden auch die Reduktionsverpflichtungen der Nicht-Emissionshandelssektoren (s.o.) zumindest EU-intern auf das Jahr 2005 bezogen (Umweltbundesamt, persönliche Mitteilung des Bürgerservice, Januar 2018).

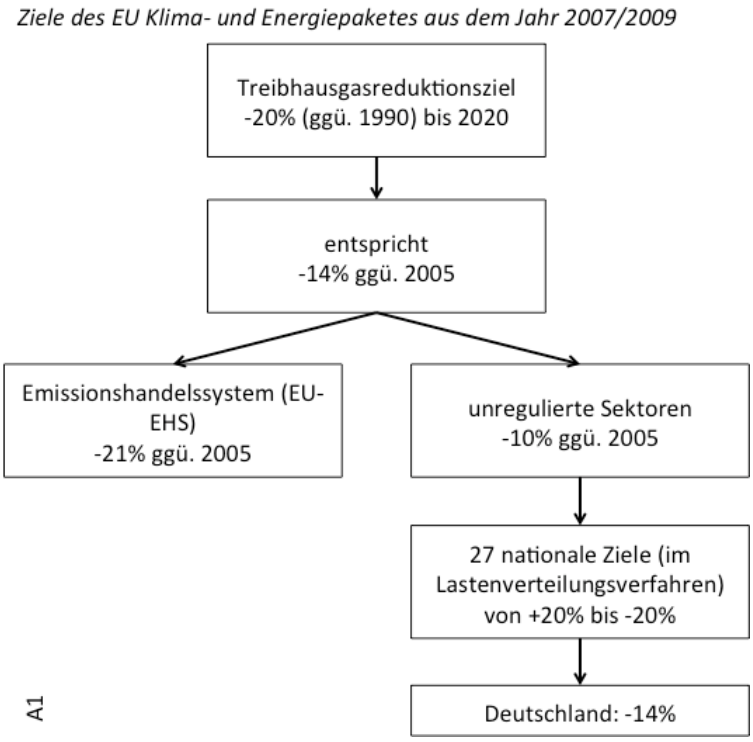


Abbildung 66: Anteilsmäßige Umsetzung der EU-Klimaziele nach mittels Emissionszertifikaten reguliertem und nicht-reguliertem Bereich in Deutschland.

Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Europäische Kommission (2016, S.12).

Zur Umsetzung dieser EU-Vorgaben besteht für die Bundesregierung Handlungszwang, welchen sie als Impuls nutzt, um unter dem Namen *Klimaagenda 2020* ein ambitioniertes Regierungsprogramm zu verkünden. In der Regierungserklärung vom 26.07.2007 benennt der damalige Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Sigmar Gabriel, erstmals die (unabhängig von den EU-Zielen) nationale Zielsetzung einer 40%igen Reduktion der Treibhausgase (Deutscher Bundestag 2007, S. 9479 B; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2007b). Kurz darauf, am 24.08.2007, beschließt die Bundesregierung unter dem Titel *Eckpunkte für ein Integrierte Energie- und Klimaprogramm* (IEKP) (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2007) ein konkretes Umsetzungsprogramm, auch bekannt unter dem Namen Meseberger Beschlüsse (da die Klausurtagung in dem Ort Meseberg in Brandenburg stattfand), welches konkrete Handlungsfelder für die sektoralen Reduktionsanstrengungen benennt. Erstmals wird dabei auch Elektromobilität als ein Maßnahmenbereich der Treibhausgasreduktion im Verkehrssektor benannt (siehe Maßnahme 26).

Drei Jahre später, am 28. September 2010, beschließt das deutsche Kabinett das *Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung* (auch *Energiekonzept 2050* genannt) (Deutscher Bundestag 2010b), in welchem die Bundesregierung neben dem 40 %-Ziel für das Jahr 2020 auch ein 80-95 %-Minderungsziel bis zum Jahr 2050 sowie Zwischenziele für die Jahre

2030 und 2040 benennt.[145] Auch im *Energiekonzept 2050* wird Elektromobilität im Verkehrssektor als wichtiger Baustein zur Reduktion von Treibhausgasemissionen aufgeführt.

Kurz vor Ablauf der 1. Kyoto-Verpflichtungsperiode (2008-2012) einigen sich im Jahr 2013 auf internationaler Ebene die Vertragsstaaten auf dem 18. Weltklimagipfel (COP18) in Doha auf eine Verlängerung des Kyoto-Protokolls bis zum Jahr 2020 und vereinbaren entsprechende Reduktionsziele für die 2. Verpflichtungsperiode (2013-2020) (Vereinte Nationen 2012). Die industrialisierten Unterzeichnerstaaten (Anlage-B-Staaten) verpflichteten sich dazu, ihre Emissionen bis zum Jahr 2020 um insgesamt 18 % gegenüber dem Basisjahr 1990 zu reduzieren, die Europäische Union hat sich darüber hinausgehend freiwillig zu einer Verringerung um 20 % verpflichtet (internationale Verpflichtungsebene). Für die Mitgliedsstaaten gelten somit die im Jahr 2007 im EU-Klima- und Energiepaket festgelegten Reduktionsziele (europäische Verpflichtungsebene) unverändert weiter (siehe oben für die deutschen Zielzahlen).

Nachdem zwei von der Bundesregierung in Auftrag gegebene Gutachten Ende des Jahres 2014 jedoch zum Schluss kommen, dass das nationale gesetzte Minderungsziel für Treibhausgase von 40 % mit dem bisherigen Maßnahmenkatalog voraussichtlich nicht erreicht wird (Matthes 2014a), beschließt das Bundeskabinett am 3. Dezember 2014 das Aktionsprogramm *Klimaschutz 2020* (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit 2014), in welchem (bei gleichbleibendem Minderungsziel) zusätzliche Maßnahmen in den bisherigen und neu hinzugekommenen Bereichen benannt werden. Erneut wird Elektromobilität als ein entscheidender Baustein für eine Emissionsreduktion im Verkehrssektor angeführt.

Zu gleicher Zeit wird auch auf europäischer Ebene mit dem *Rahmen für die Klima- und Energiepolitik* (Europäischer Rat 2014) eine Reduktion der Treibhausgase um 40 % bis zum Jahr 2030 beschlossen (zum Vergleich: Deutschland bis zum Jahr 2020).

Am 14.11.2016 wird im Lichte des Inkrafttretens des Pariser Abkommens[146] der *Klimaschutzplan 2050* vom Bundestag verabschiedet (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit 2016), in welchem die Reduktion der Treibhausgasemissionen in Deutschland bis zum Jahr 2030 um mindestens 55 % gegenüber dem Niveau des Jahres 1990 festgeschrieben wird und eine weitgehende Klimaneutralität im Jahr 2050 mit einem Zielkorridor einer 80-95%igen Reduktion im Vergleich zum Referenzjahr 1990 angestrebt wird.

---

145 Am 06.06.2011 beschließt der Bundestag vor dem Hintergrund des Reaktorunglücks im japanischen Fukushima ein mehrteiliges Gesetzespaket, welches neben dem Ausstieg aus der Kernenergie auch eine Reihe von Anschlussmaßnahmen oder Erweiterungen zu den im *Energiekonzept 2050* genannten vorsieht und deshalb in der Literatur als „Weiterentwicklung des Energiekonzepts“ verschlagwortet wird. Da sich jedoch am Minderungsziel für Treibhausgase nichts geändert hat, wird im Text auf diese Folge-/Änderungsbeschlüsse nicht weiter eingegangen.

146 Das Pariser Abkommen (United Nations Publications 2015) ist als Ergebnis der UNFCCC-Sitzung in Paris (Klimarahmenkonventionstreffen, auch COP21 genannt) im Dezember 2015 beschlossen worden und stellt die erstmalige völkerrechtlich verbindliche Vereinbarung dar mit dem Ziel, die Erderwärmung auf deutlich unter 2 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen. Es trat am 04.11.2016 nach Ratifizierung einer Mindestanzahl von Nationen in Kraft.

Anhang 2: Kurze Erläuterung der Selbstverpflichtungen der Automobilindustrie zur Reduktion der CO_2-Emissionen von Neufahrzeugen

In Anbetracht des unverändert hohen Beitrags der Kraftfahrzeuge am Kohlendioxidausstoß der EU und des sich daraus ergebenen politischen Drucks, gesetzliche Maßnahmen zu ergreifen, macht im Jahr 1998 der Branchenverband der Europäischen Automobilhersteller ACEA gegenüber der EU-Kommission im Rahmen einer freiwilligen Selbstverpflichtung die Zusage, den Ausstoß von CO_2 bei in Europa verkauften Pkw-Neuwagen von seinerzeit etwa 190 g/km innerhalb der folgenden zehn Jahre auf durchschnittlich 140 g/km zu reduzieren. Diesem Ziel schließen sich kurz darauf die Verbände der koreanischen (KAMA) und der japanischen (JAMA) Automobilindustrie an (Rat der Europäischen Union und Europäisches Parlament 2009, Absatz 7 im Erwägungsteil).

In den folgenden Jahren sinken zwar aufgrund der Entwicklungsbemühungen der Hersteller die durchschnittlichen kilometerbezogenen CO_2-Emissionen bei Neuwagen, dennoch liegen sie im Jahr 2006 mit über 170 g/km noch deutlich über dem für das Jahr 2008 angestrebten Wert von 140 g/km, so dass die EU-Kommission bereits im Jahr 2007 die Selbstverpflichtung der Industrie als nicht ausreichend einschätzt und „zusätzliche Maßnahmen“ ankündigt, um ein europaweites 120-Gramm-Ziel bis zum Jahr 2012 erreichen zu können (Europäische Kommission 2007).

Anhang 3: Überblick über weitere Klimaschutzmaßnahmen im Verkehrssektor in Deutschland und der EU

Im Verkehrssektor zielen ordnungspolitische Interventionen anfangs weniger auf die Begrenzung von Treibhausgasen oder des CO_2-Ausstoßes, sondern vor allem auf die Reduktion der für die Gesundheit des Menschen unmittelbar gefährlichen Luftschadstoffe. Hier sind vor allem Schwefeldioxid, Stickoxide und Rußpartikelemissionen zu nennen, die ab dem Jahr 1970 mittels der Einführung von Schadstoffobergrenzen bei der Erstzulassung von Kraftfahrzeugen (sogenannte Euro-Normen[147]) begrenzt werden sollen. Das Verbot von bleihaltigen Ottokraftstoffen, welches schon 1971 als *Benzinbleigesetz* in Deutschland verabschiedet wird (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 1971) und dann 1978 EU-weite Geltung findet (Rat der Europäischen Union 1978), ermöglicht die in Deutschland 1988 beschlossene verpflichtende Verwendung von Katalysatoren bei benzinbetriebenen Kraftfahrzeugen[148] (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 1988). Ab 1991 gilt diese Maßnahme auch EU-weit (Rat der Europäischen Union 1991).

Mittels dieser Luftgütemaßnahmen können zwischen den Jahren 1990 und 2014[149] die Schadstoffemissionen im Verkehrssektor in Deutschland für Stickoxide um 66 % und für Schwefeldioxide um 96 % reduziert werden (Umweltbundesamt 2016a; Umweltbundesamt 2016b). Auf europäischer Ebene wurden entsprechende Reduktionen von 59 % (NO_x) und 99 % (SO_2) erreicht.[150]

Während somit die Belastung der Umwelt (und der Menschen) durch Luftschadstoffe seit Beginn der oben beschriebenen Maßnahmen sowohl in Deutschland als auch in der EU deutlich reduziert werden kann, steigen die Kohlendioxidemissionen aus dem Verkehrssektor[151] im Vergleichszeitraum EU-weit jedoch um 14 % an, das entspricht einem prozentualen Anteil des Verkehrssektors an den CO_2-Emissionen innerhalb der EU von vormals 17 % (1990) auf 25 % (2014).[152] Innerhalb des Verkehrssek-

147 Erstmals wurden Euro-Normen 1970 von der EU beschlossen (Rat der Europäischen Union 1970). In den darauffolgenden Jahren kamen durch die zunehmend besseren Abgasbehandlungstechnologien weitere Normen hinzu und wurden alten Normen nachgebessert. Eine Auflistung findet sich beim Kraftfahrtbundesamt (Kraftfahrt-Bundesamt 2016b).

148 Katalysatoren werden durch bleihaltigen Kraftstoff irreversibel beschädigt.

149 Aufgrund der teils stark verzögerten Berichtspflichten in den relevanten Monitoring-Bereichen wurde als Bezugsjahr das Jahr 2014 gewählt, da hierfür zum Zeitpunkt der Anfertigung dieses Kapitels für alle behandelten Schadstoffe Daten für Deutschland wie auch der EU vorlagen (Stand Februar 2018).

150 Aktuelle Emissionswerte jeweils bei Europäische Umweltagentur (2017b). Der Verkehrssektor (1A3 nach IPCC-Nomenklatur) umfasst in diesem Zusammenhang neben dem motorisierten Straßenverkehr die Binnenschifffahrt, Inlandsflüge, inländische Anteile europäischer Flüge, aber keine internationale Luft- und Seeschifffahrt. Ferner werden beim Schienenverkehr noch die nicht-elektrifizierten Teile berücksichtigt, während der elektrifizierte Teil dem Energiesektor zugeschlagen wird. Die verwendeten Daten gelten für EU-28 (mit entsprechender Konsistenzumrechnung auf EU-15 im Jahr 1990).

151 Ohne Berücksichtigung des internationalen Seeverkehrs und des internationalen Luftverkehrs. Die Emissionen aus diesen beiden Sektoren waren schon im Kyoto-Protokoll nicht Gegenstand nationaler oder internationaler Reduktionsziele. Die Begründung hierfür war, dass diese Emissionen nicht einem konkreten Land zugerechnet werden können. Zwar wollte die EU den internationalen Luftverkehr komplett in den EU-Emissionshandel integrieren, scheiterte damit aber am Veto aller übrigen Länder. Daher ist aktuell nur der Luftverkehr innerhalb der EU (plus Island, Liechtenstein und Norwegen) Gegenstand des EU-EHS. Die Seeschifffahrt wird in Gänze nicht erfasst, aber auch hier gibt es Bestrebungen seitens der EU, den Sektor stärker in die Verantwortung zu nehmen. Sowohl in der Seeschifffahrt als auch im Luftverkehr werden globale (branchenspezifische) Abkommen angestrebt (IMO und ICAO als federführende Verbände). Siehe zu den Policies der EU in diesen beiden Bereichen auch Europäische Kommission (2018b , 2018c).

152 Jeweils aktuelle Emissionswerte bei Europäische Umweltagentur (2017). Annahmen wie oben. Gesamtemissionen ohne Landveränderungen (LULUCF) und indirekte Emissionen.

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

tors wiederum beträgt 2014 der Anteil des Straßenverkehrs an den CO_2-Emissionen in diesem Sektor in Europa wie auch in Deutschland 95 %[153] (Europäische Union 2016; Radke 2015).

Der Verkehrssektor ist damit der einzige Sektor im europäischen CO_2-Gesamtinventar, dessen absoluter Beitrag im Jahr 2014 noch höher liegt als im Jahr 1990. In allen übrigen Sektoren sind die CO_2-Emissionen in diesem Zeitraum, vor allem mit Einsetzen der Finanzkrise ab Ende des Jahres 2006, deutlich zurückgegangen (International Energy Agency 2016; Le Quéré et al. 2009, Europäische Umweltagentur 2017) (Abbildung 67).

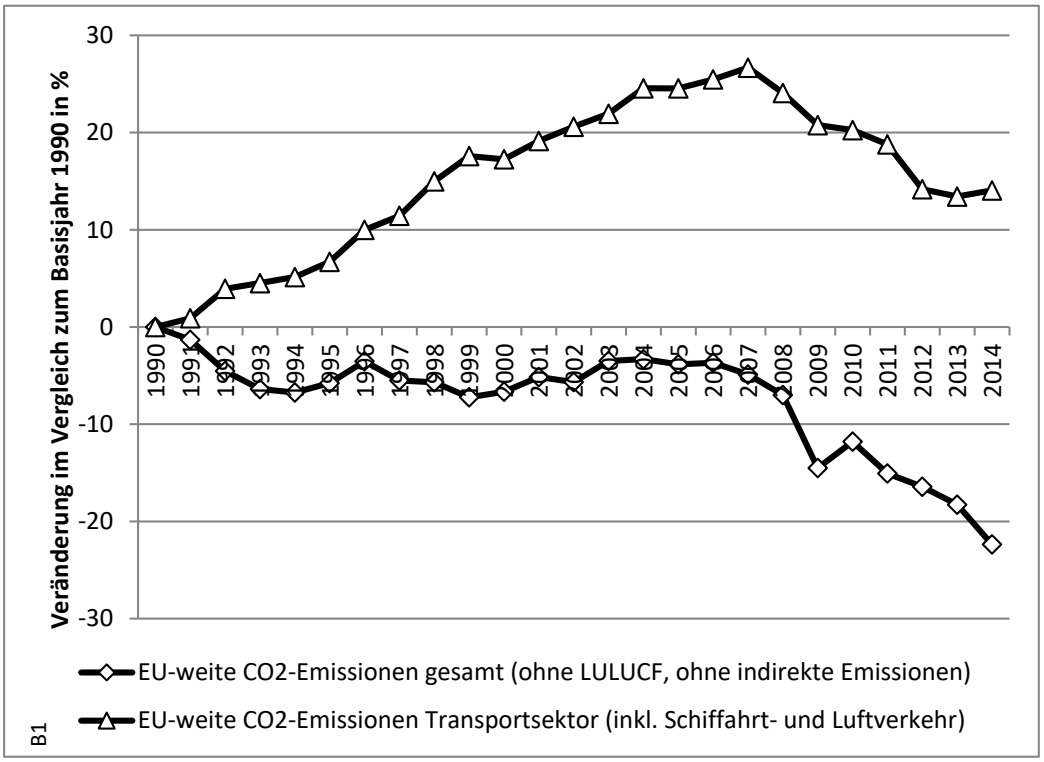


Abbildung 67: Gegenüberstellung der Entwicklungen der EU-weiten Kohlendioxidemissionen (ohne LULUCF) und des Transportsektors im Zeitraum der Jahre 1990-2014.

Quelle: eigene Darstellung basierend auf Europäische Umweltagentur (2017).

Seit dem Jahr 2009 versucht die EU daher, vor allem durch die Begrenzung des durchschnittlichen Ausstoßes an Kohlendioxid von neuzugelassenen Kraftfahrzeugen den Anteil dieser Emissionen kontinuierlich zu senken (Rat der Europäischen Union und Europäisches Parlament 2009). Diese quellenbezogene Maßnahme stellt derzeit das wichtigste politische Instrument zur Erreichung der Klimaziele im Straßenverkehr in der Europäischen Union dar. Die dabei eingeführten Grenzwerte werden schrittweise gesenkt, um auf der Anbieterseite einen hinreichenden Entwicklungsimpuls zu setzen, wie auch den Herstellern berechenbare Entwicklungspfade zu ermöglichen, haben aber keinen direkten Einfluss auf die Immissionsmenge von Kohlendioxid.

Die Klimastrategie der EU, welche auch für Deutschland verpflichtend ist, sieht zudem vor, dass die EU-weit geltenden CO_2-Grenzwerte im Verkehrssektor von den Mitgliedsstaaten durch „andere nut-

[153] Unter Einbezug des internationalen Seeverkehrs und des internationalen Luftverkehrs lag dieser Anteil bei 72 % (Smith et al. 2015).

zungsbezogenere Instrumente wie gestaffelte Kfz- und Energiesteuern ergänzt werden“ (Rat der Europäischen Union und Europäisches Parlament 2009, Nr. 10 im Erwägungsteil). So findet in Deutschland seit dem Jahr 2009 der CO_2-Ausstoß eines Kraftfahrzeugs auch Berücksichtigung bei der Festsetzung der Kraftfahrzeugsteuer (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009b, § 8). Auch andere, vor allem fiskalische Regulierungsmaßnahmen im Straßenverkehr umfassen oftmals ökologische Komponenten, die neben ihrer ordnungspolitischen Wirkung dazu beitragen sollen, die externen Effekte des (Straßen)verkehrs stärker zu internalisieren (Heymann 2014). So erhoffte sich die Bundesregierung mit der Einführung der Lkw-Maut 2002 (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2002) neben der stärkeren Nutzerfinanzierung der Straßeninfrastruktur auch eine Verkehrsverlagerung von der Straße auf die Schiene zur Reduktion der Schadstoffbelastung durch den Schwerlastverkehr (Paellmann 2000). Dies ist relevant vor dem Hintergrund, dass der Lkw-Sektor zwar Schadstoffgrenzwerten (Euro-Normen) unterliegt, nicht jedoch den oben erwähnten CO_2-Richtlinien gemäß Rat der Europäischen Union und Europäisches Parlament 2009. Mit dem Dritten Gesetz zur Änderung des Bundesfernstraßenmautgesetzes (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2015a) sind seit Oktober 2015 durch die Hinzunahme von Fahrzeugen mit einem zulässigen Gesamtgewicht von 7,5 Tonnen auch kleinere Fahrzeugklassen mautpflichtig geworden. Zusätzlich erfolgt eine schrittweise Ausweitung des mautpflichtigen Straßennetzes: ab dem 01.07.2015 auf über 1 000 Kilometer autobahnähnliche Bundesstraßen, bis Mitte 2018 auf alle deutschen Bundesstraßen.Weitere Maßnahmen werden strategisch in der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung (MKS) abgebildet (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2013). Diese wurde im Juni 2013 durch das Bundeskabinett erstmals beschlossen und wird seitdem unter Federführung des Verkehrsministeriums kontinuierlich im Dialog mit Wirtschaft und Wissenschaft fortgeschrieben (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2018b). Sie skizziert, welche Antriebs- und Kraftstoffoptionen der Verkehrssektor (Straße, Luft, Schiff, Schiene) in Deutschland hat, um bis zum Jahr 2050 die Ziele der Bundesregierung im Hinblick auf Energiesicherheit und den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien zu erfüllen. Ferner beschreibt die MKS, welche Antriebstechnologien und Versorgungsinfrastrukturen unter den gemachten Annahmen notwendig sind.

Anhang 4: Darstellung des Regulierungsregimes bei CO_2-Emissionen in Neuwagen und der zugehörigen Gesetzgebung

Im Jahr 2009 tritt vor dem Hintergrund der fehlgeschlagenen Selbstverpflichtung der Automobilindustrie bei den Emissionsreduktionsbemühungen die EU-Verordnung 443/2009 in Kraft, die feste Obergrenzen für den CO_2-Ausstoß von Neufahrzeugen innerhalb der Union festlegt (Rat der Europäischen Union und Europäisches Parlament 2009), jedoch auch eine Reihe von „Flexibilitäten" bei der Anwendbarkeit der Obergrenzen bietet (Breitinger 2012): so gelten als Grenzwert im Sinne der Verordnung vorerst nur 130 g CO_2 pro Kilometer. Die fehlenden 10 g zum anvisierten EU-Ziel von 120 g/km bis zum Jahr 2012 sollen durch weitere Verordnungen im Bereich energiesparender Maßnahmen in Fahrzeugen, z. B. Klimaanlagen, erreicht werden. Zudem muss nicht jedes einzelne Neufahrzeug[154] den Grenzwert von 130 g/km einhalten, sondern es werden vielmehr die spezifischen Emissionen jedes Fahrzeugs eines Herstellers unter Berücksichtigung der Fahrzeugmasse dem Flottenverbrauch des Herstellers zugerechnet. Fahrzeugmassen oberhalb des EU-Fahrzeugdurchschnitts wirken dabei mindernd auf den Grenzwert. Wenn ein Fahrzeug Kraftstoffe mit Ethanolbeimischung (E85) nutzen kann, wird der spezifische Emissionswert eines Fahrzeugs um 5 % verringert. Besonders emissionsarme Fahrzeuge (<50 g/km) können im Zeitraum der Jahre 2012-2015 in abnehmender Menge mehrfach angerechnet werden und wirken sich so ebenfalls mindernd auf den Flottenverbrauch aus (*Super Credits*). Der Flottenverbrauch wird dabei aus den Einzelwerten aller Neufahrzeuge eines Jahres errechnet und im Zeitraum der Jahre 2012 bis 2015 stufenweise eingeführt, so dass die 130 g/km erst ab dem Jahr 2015 für die komplette Neufahrzeugmenge gelten. Konzerne können bei der Berechnung über ihre Marken gemeinsam veranschlagt werden und haben so die Möglichkeit, durch die Zusammensetzung ihres Portfolios die erforderlichen Grenzwerte zu erreichen, z. B. indem sie mit sparsamen Kleinwagen die konzerneigenen Premiumsparten kompensieren. Auf den so errechneten Flottenverbrauch können zudem auf Antrag sogenannte „Ökoinnovationen" (Maßnahmen, die Kraftstoff einsparen, aber innerhalb der Typenzulassung nicht messbar sind, wie z. B. Solardächer) mit maximal 7 g angerechnet werden. Die beschriebenen Regelungen gelten überdies nur für Hersteller, die mehr als 300 000 Fahrzeuge pro Jahr zulassen, unterhalb dessen können Ausnahmeregeln geltend gemacht werden. Die spezifischen Emissionswerte jedes Fahrzeugtyps, die den Regelungen zu Grunde gelegt werden, sind über den NEFZ während der Typenzulassung zu ermitteln[155]. Verstöße gegen die oben beschriebene Verordnung, also Überschreitungen der festgelegten Grenzwerte, werden fiskalisch pönalisiert.

Im Jahr 2011 werden analog zum Pkw-Sektor Emissionsgrenzwerte auch für die besonders für den Wirtschaftsverkehr relevanten leichten Nutzfahrzeuge (EG-Fahrzeugklasse N1) eingeführt (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2011). Hier beträgt die ebenfalls gewichtskorrigierte Obergrenze 175 g/km, mit einer Übergangszeit vom Jahr 2014 (70 % der Flotte) bis zum Jahr 2017 (100 % der Flotte). Die übrigen Rahmenbedingungen wie Strafzahlungen, Öko-Innovationen und die Möglichkeit der Anrechnung von Super Credits gelten analog wie im Pkw-Sektor. Im Jahr 2014 erfolgt eine Neuregelung der Verordnung (Rat der Europäischen Union und Europäisches Parlament 2014). Wesentliche Änderung ist die Absenkung des Emissionsgrenzwertes für Pkw-Neuwagen auf 95 g/km CO_2. Die Einführung des Grenzwertes findet wieder gestaffelt statt, bis 2020 sollen 95 %, bis 2021 dann 100 % des Grenzwertes im Flottendurchschnitt erreicht werden. Besonders emissionsarme Fahrzeuge (weiterhin definiert als Ausstoß von weniger als 50 g/km CO_2) werden in den Jahren 2020-

154 Unter die Richtlinie fallen alle Pkw (EU-Fahrzeugklasse M1) bis 2 610 kg Gesamtmasse.

155 Die Verordnung bezieht sich auf Verordnung (EG) Nr. 715/2007, diese jedoch ist nur eine Fortschreibung der Richtlinie 70/220/EWG (zuletzt geändert mit Richtlinie 91/441/EWG).

2022 speziell gefördert, der Faktor für Super Credits beträgt 2,0 im Jahr 2020 und sinkt über 1,67 (2021) auf 1,33 (2022) mit einer Deckelung auf 7,5 g über diese dreijährige Periode. Die Berücksichtigung der Fahrzeugmasse in der Berechnung des spezifischen Emissionswertes wird gegenüber der bisher geltenden Regelung vermindert. Auch die Emissionsgrenzwerte für leichte Nutzfahrzeuge werden im gleichen Jahr verschärft (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2014b). Der ab dem Jahr 2020 für diese Fahrzeugklasse geltende Höchstwert beträgt 147 g/km und sieht keine Staffelung und keine Anrechnung von Super Credits vor. Auch sinkt der zur Berechnung des spezifischen Emissionswertes herangezogene Faktor für das Fahrzeuggewicht. Analog zum Pkw-Sektor können aber weiterhin Öko-Innovation geltend gemacht werden.

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

Anhang 5: Darstellung der historischen Entwicklung der Einführung elektrischer Antriebe

Um eine nachhaltige Reduktion der Flottenverbräuche zu realisieren sowie langfristig den Verkehr zu dekarbonisieren, formuliert die bundesdeutsche Politik die Elektrifizierung des Antriebsstrangs als wichtigste technische Innovation und Herausforderung im Automobilsektor. Die im IEKP der Bundesregierung im Jahr 2007 vorgestellten Maßnahmen sind dabei technologieoffen formuliert und beziehen, ebenso wie die EU-Kommission, auch andere Antriebskonzepte wie bspw. Wasserstoff mit ein. Dennoch fokussiert sich – spätestens mit den ab dem Jahr 2009 im Rahmen des Konjunkturpakets II einsetzenden Aktivitäten – die öffentliche wie politische Debatte beim Thema Elektromobilität[156] auf batterieelektrische Antriebe, genauer auf batterieelektrische Pkw, denn Zweiräder, Schienenfahrzeuge oder weitere Kraftfahrzeugklassen finden in den mit öffentlichen Mitteln geförderten Forschungs- und Demonstrationsprojekten nur marginal Berücksichtigung (Ahrend und Schwedes 2011).

Dieser „hegemoniale Diskurs“ (Ahrend und Schwedes 2011, S. 11), also die Reduktion einer breiten Technologie auf eine einzelne technische Auslegungsart, referenziert dabei zwar gerne die weite Verbreitung von batteriebetriebenen Fahrzeugen um die Jahrhundertwende, bleibt aber oftmals eine kritische Reflexion des letzten, gar nicht so weit zurückliegenden und Anfang der 1990er Jahre zu beobachtenden Elektromobilitäts-Hypes und der daraus zu ziehenden Lehren schuldig (Canzler und Knie 2012, S.18).

So führte die in den 1980er-Jahren anhaltende starke Luftverschmutzung in vielen Städten der USA im US-Bundesstaat Kalifornien, der aufgrund der hohen Bevölkerungsdichte und der geografischen Gegebenheiten besonders von Luftgüteproblemen betroffen war[157], zu einer Verschärfung der diesbezüglichen kalifornischen Gesetzgebung[158]. Der im Jahr 1988 erlassene *California Clean Air Act* wird im September 1990 um das sogenannte *Zero Emission Vehicle*-Programm (ZEV) ergänzt. Dieses sieht vor, dass ab dem Jahr 1998 2 % der im Bundesstaat neu zugelassenen Pkw und leichten Nutzfahrzeuge („passenger cars and light-duty trucks“) lokal emissionsfrei sein müssen. Diese Quote erhöht sich automatisch bis zum Jahr 2001 auf 5 % und bis zum Jahr 2003 auf 10 %. Das Programm gilt damit als das zu diesem Zeitpunkt anspruchsvollste seiner Art weltweit und lässt sich beim damaligen Stand der Technik nur mit batterieelektrischen Fahrzeugen erfüllen (Collantes 2006; Collantes und Sperling 2008).

Administriert und überwacht wird das Programm von der kalifornischen Luftreinhaltungskommission, dem sogenannten *California Air Resources Board* (CARB), einer Regierungskommission mit Beraterfunktion, die seit 1967 diverse Gesetzesvorschläge zur Luftreinhaltung erarbeitet hat[159].

---

156 Während Elektroautos im Elektromobilitätsgesetz (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2015c) sowie der EU-Richtlinie 2014/94/EU (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2014a) technisch klar definiert sind, wird der Begriff „Elektromobilität“ im politischen wie auch öffentlichen Diskurs oftmals nicht hinreichend abgegrenzt. Während Mobilität „die Möglichkeit bzw. Bereitschaft zur Bewegung“ umschreibt, wird Verkehr allgemein „als realisierte Ortsveränderung von Personen, Gütern und Nachrichten“ definiert (Nuhn und Hesse 2006). Es wird demnach also oftmals von Mobilität gesprochen, während aus verkehrswissenschaftlicher Sicht jedoch „Verkehr“ gemeint ist.

157 Für eine ausführlichere Darstellung der spezifischen Luftgüteprobleme in Kalifornien siehe auch California Air Resources Board (2018).

158 Die im darauffolgenden November 1990 von der damaligen Bush-Regierung verabschiedeten Erweiterungen des landesweiten Luftgüteprogramms (*Clean Air Act Amendments*) nehmen viele Elemente aus Kalifornien auf, gehen aber in der Umsetzung nicht so weit (vgl. Environmental Protection Agency 2018).

159 Für eine ausführlichere Darstellung der Arbeit von CARB siehe auch California Air Resources Board (2018).

Die strengen Vorgaben, die über die festen Quoten den Automobilherstellern zudem ein Absatzpotenzial am Markt zusichern, führen in der Automobilindustrie zu intensiven Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet der Batteriefahrzeuge sowie einige Jahre später auch zu ersten Vorserien- und Kleinserienfahrzeugen (Bedsworth und Taylor 2007, Burke et al. 2000). Nicht nur bei US-amerikanischen Herstellern, z. B. Ford oder General Motors, die ab dem Jahr 1996 bereits mit dem EV 1 ein erstes vollelektrisches Batteriefahrzeug an Leasing-Kunden übergeben, sondern auch bei japanischen und europäischen Herstellern, die auf dem US-Markt operieren. So stellt Daimler Benz im Jahr 1997 in den USA eine vollelektrifizierte Variante seiner A-Klasse bereits in Kundenzeitschriften vor (Daimler Benz Aktiengesellschaft 1997).

In Deutschland dominiert zu Beginn der 1990er-Jahre die schlechte Wirtschaftslage, verursacht durch die finanziellen Lasten in Folge der Deutschen Einheit sowie der einhergehenden strukturellen und konjunkturellen Veränderungen (Martens 2010). Hiervon ist besonders die Automobilindustrie betroffen (Haipeter 2001). Zum gleichen Zeitpunkt befindet sich in der Bundesrepublik die ökologische Bewegung in ihrer Hochphase (Uekötter 2007, S. 28-38; Radkau 2011, S. 498ff), die schon seit dem Waldsterben in den 1980er-Jahren den motorisierten Verkehr als einen zentralen Verursacher für Luftverschmutzung und Klimawandel kritisiert (Vester:1990-Ausfahrt-Zukunft-, S.15ff.). Im Zusammentreffen dieser beiden gesellschaftlichen Ereignisse sieht sich die deutsche Automobilindustrie möglichen Wandlungsprozessen gegenüber, die sie selbst veranlasst abzuschätzen, „welche Rolle der Automobilindustrie“ in Zukunft zukommt und „welche Möglichkeiten zu einer Evolution sich dieser volkswirtschaftlich so weit verzweigten Branche in unserer durch Umweltbelastungen zunehmend veränderten Welt in Zukunft noch bietet“ (Vester 1995, S. 9).

Gefördert vom damaligen Bundesministerium für Forschung und Technologie startet im Jahr 1992 auf der Insel Rügen ein Feldtest mit unterschiedlichen Batteriefahrzeugen deutscher Hersteller (Opel, VW, BMW, Mercedes Benz, Neoplan) (Voy 1996). Mit 60 Fahrzeugen ist der Feldtest der weltweit umfangreichste seiner Art. Auch präsentieren deutsche Hersteller auf Messen erste elektrische Konzeptfahrzeuge (VW Chico, BMW E1). Vier Jahre später jedoch resümiert das mit der ökologischen Begleitforschung des Feldversuchs beauftragte Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu) in Heidelberg, dass die Emissionen der eingesetzten Fahrzeuge aufgrund ihrer sehr hohen Stromverbräuche (und des damals stark kohlelastigen Strommixes) die von konventionellen Fahrzeugen übersteigen, da die damals eingesetzten Natrium-Schwefel-Batterien, welche das beste Verhältnis von Gewicht zu Volumen versprachen, für den Betrieb geheizt werden müssen und sich damit wegen der großen Wärmeverluste bei Geringnutzung (im Privatbetrieb) als ungeeignet erweisen (Eden et al. 1996). Hinzu kommen diverse technische Unzulänglichkeiten bei den prototypischen Fahrzeugen, wie z. B. mangelnde Reichweite und zu schwere Batterien. Aus Sicht der Automobilindustrie ist die Batterietechnologie noch nicht hinreichend entwickelt, so wie es für die aufgrund der Reichweite nur als Stadtfahrzeuge einsetzbaren Fahrzeuge auch kein tragfähiges Marktinteresse gäbe[160]. Ausschlaggebender und nicht öffentlich kommunizierter Grund war jedoch vermutlich, dass in der Versuchslaufzeit zwei Batterien des Typs Natrium-Schwefel außer Kontrolle gerieten und Autos bzw. ein Prüfstand in Flammen aufgingen. Die Automobilindustrie wollte dieses Risiko nicht auf sich nehmen und wollte Garantien vom damaligen Hersteller der Batterien, der Firma ABB, für die korrekte Funktionsfähigkeit. Diese hat ABB letztlich nicht geben können. Kurz darauf stellte ABB die Entwicklung dieses Batterietyps ein.[161]

---

[160] Neben den Batterien ist die damals noch nicht ausreichend entwickelte Leistungselektronik und Peripherie der Elektroautos eine weitere Schwachstelle, so der damalige Projektleiter Christian Voy im Interview (Pander 2008).

[161] Persönliche Mitteilung vom 2016-07-11 von Dr. Ulrich Höpfner, Heidelberg, Geschäftsführer des IFEU 1978 – 2009 und Leiter der wissenschaftlichen Begleitforschung im besagten Feldversuch.

Auch in den USA argumentieren die Automobilhersteller mit den im vorgegebenen Zeitraum nicht zu überwindenden technologischen Hürden, durch welche die geforderten Marktanteile nicht zu realisieren seien, was im Jahr 2003 zu einer Rücknahme der vormals erlassenen Vorgaben für Nullemissionsfahrzeuge durch die kalifornische Luftreinhaltungskommission führt (Collantes und Sperling 2008). Im gleichen Jahr noch holt General Motors seine verleasten EV1-Elektrofahrzeuge von den Kunden ab und verschrottet diese.

In Deutschland werden bei den großen Automobilherstellern zudem bereits konkurrenzierende Technologien erprobt. Insbesondere bei Daimler findet eine intensive Entwicklung der (Wasserstoff-)Brennstoffzelle statt, die eine prinzipiell größere Reichweite erwarten lässt. Deren Marktreife wird für das Jahr 2004 angekündigt.[162] Auch BMW setzt ebenfalls auf Wasserstoff als Zukunftstreibstoff, wenn auch nicht in Brennstoffzellen, sondern in Verbrennungsmotoren. Opel, Ford und VW beteiligen sich zwar prototypisch an der Entwicklung von Brennstoffzellenfahrzeugen, verfolgen aber hauptsächlich den Ausbau ihres Kerngeschäfts mit Verbrennungsmotoren.

Für die kommenden vier Jahre ist das Thema Batterieelektromobilität in Deutschland damit medial in seiner Präsenz nahezu verschwunden (Ahrend und Schwedes 2011, S. 12-13). Eine größere programmatische Ableitung aus dem Scheitern der Markteinführung von Elektromobilität, wie beispielsweise Programme zur weiteren Grundlagenforschung, einer differenzierten Analyse von möglichen (frühen) Einsatzfeldern, der Berücksichtigung des Nutzerverhaltens oder diesbezüglicher Lernprozesse und der nötigen soziopolitischen Rahmenbedingungen außerhalb der rein technisch geführten Debatte der Automobilindustrie und der Energiewirtschaft bleibt aus.

Dies ändert sich erst im Jahr 2007. Wie schon in den 1990er Jahren treffen zu dieser Zeit auch wieder eine weltweite Rezession, ausgelöst durch die US-amerikanische Subprime-Krise (siehe Bundesarbeitsgemeinschaft Politische Bildung Online 2018), und eine durch die Ergebnisse des 4. Sachstandsberichts der IPCC (IPCC 2008) neuerlich angefachte Ökodebatte zusammen und erzeugen eine gesellschaftspolitische Stimmung, in der das Thema Elektromobilität erneut von der Politik aufgegriffen wird (Ahrend und Schwedes 2011, S.14).

Geleitet von dem im Jahr 2000 mit dem EEG beschlossenen Ausbau der Erneuerbaren Energien (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2000) und der Frage der Versorgungssicherheit mit Rohöl angesichts einer möglichen Überschreitung des Fördermaximums sowie der starken Konzentration bei den Förderländern (siehe Punkt 5, Erwägungsteil IEKP) wird Elektromobilität mit dem im Jahr 2007 verabschiedeten IEKP von der Bundesregierung wieder als prioritäres Ziel der zukünftigen Verkehrsentwicklung definiert. Im Unterschied zu den 1990er-Jahren, wo das Thema Nachhaltiger Verkehr vor allem durch die Aktivitäten zur Luftreinhaltung dominiert wurde, stehen diesmal die Verknüpfung von regenerativer Energie und dem geostrategischen Ziel der Erdölunabhängigkeit politisch im Vordergrund (Ahrend und Schwedes 2011).

Die erste konkrete Umsetzung der im Jahr 2007 skizzierten Ziele findet zwei Jahre später statt. Im Rahmen des sogenannten *Konjunkturpakets II* (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009c) beschließt die Bundesregierung im März 2009, 500 Mio. Euro Fördermittel für Forschung und Entwicklung, Demonstrationen und Pilotprojekte sowie Marktvorbereitungs- und Marktanreizprogramme im Bereich Mobilität bereitzustellen. Die genaue Ausgestaltung des Programms für den Bereich Elektromobilität findet sich im *Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität*, der im August des gleichen Jahres verabschiedet wird (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009d). Die-

[162] Ankündigung des Daimler Pkw-Vorstands Jürgen Hubbert auf der Internationalen Automobilausstellung Frankfurt am 10.09.1997 (Welt 1997).

ser fordert unter anderem die Bildung einer Plattform für den branchenübergreifenden Dialog der für das Thema relevanten Industriezweige, die sich ab diesem Zeitpunkt unter dem Namen *Nationale Plattform Elektromobilität* (NPE) unter Beteiligung einiger zivilgesellschaftlicher Interessengruppen und Wissenschaftsinstituten formiert und fortan als politikberatendes Gremium die Bundesregierung bei der Analyse des Ist-Zustandes sowie der Formulierung von technologischen Zwischenzielen und den dafür notwendigen Entwicklungsschritten unterstützt. Im Jahr 2010 skizziert die NPE in einem Synthesebericht ihrer verschiedenen Arbeitsgruppen die technologische Ausgangssituation in Deutschland (Nationale Plattform Elektromobilität 2010b) und leitet darin erste nächste Schritte ab, die zum großen Teil auch Eingang in das *Regierungsprogramm Elektromobilität* aus dem Jahr 2011 finden (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b).

Synergien weist das Thema Elektromobilität dabei mit dem Ende des Jahres 2010 beschlossenen Energiekonzept der Bundesregierung auf (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2010), welches unter dem Begriff „Energiewende“ die stärkere Integration des wachsenden Anteils Erneuerbarer Energien in den Strommarkt fordert sowie durch die geplante Digitalisierung der Netzinfrastruktur auch die effiziente Verknüpfung von Stromverbrauchern, beispielsweise Elektroautos, und Elektrizitätserzeugungskapazitäten ermöglichen kann.

Auch in den Folgejahren ergeben sich Synergien zwischen den bundespolitischen Aktivitäten bei der Förderung von Elektromobilität und den auf europäischer Ebene gesetzten Zielen und Rahmenbedingungen. So macht auf europäischer Ebene die EU-Richtlinie über den *Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe* (AFID) (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2014a) seit dem Jahr 2014 konkrete Vorgaben hinsichtlich der Schaffung von Ladeinfrastruktur für Elektroautos, sowohl was die Dichte der Abdeckung in städtischen wie vorstädtischen Ballungsräumen betrifft, als auch deren kommunikative Einbindung in das Elektrizitätsnetz. Die Integration dieser Vorgaben in die Bundespolitik (genauer: die rechtlich erforderliche Umsetzung der EU-Richtlinie in nationales Recht) erfolgt über einen sogenannten *Nationalen Strategierahmen* (NSR), während die strategische Weiterentwicklung im Rahmen der fortlaufenden Weiterentwicklung der MKS sichergestellt wird.

Anhang 6: Schlagwortekatalog für die automatisierte Abfrage beim Parlamentsarchiv der Hamburger Bürgerschaft

Tabelle 36: Schlagwortekatalog zur Parlamentsdatenbankabfrage mit Begriffsderivaten.

Suchbegriff	**Legislaturperiode**			
Abfrage am 03.04.2018, 11:40 Uhr	**18**	**19**	**20**	**21**
	2004-2008	2008-2011	2011-2015	2015-2020
prozentual ggü LP18	100	78	182	117
Verkehrslärm	**173**	**135**	**315**	**203**
Lärmbelastung	99	84	179	111
Verkehrslärm	55	36	103	77
Straßenlärm	19	15	33	15
prozentual ggü LP18	100	81	180	150
Luftreinhaltung	**694**	**563**	**1252**	**1040**
Luftgüte	1	0	14	10
Luftverschmutzung	18	9	22	38
Luftreinhaltung	25	5	84	81
Luftschadstoffe	30	41	92	74
Stickoxide	22	18	55	46
Stickstoffdioxid	21	18	33	33
Stickstoffoxid	4	5	8	7
NO2	13	15	42	40
NOx	15	5	43	39
Feinstaub*	75	44	73	60
Emissionen*	219	197	425	333
Verkehrsemissionen	5	5	9	8
Immission*	246	201	352	271
prozentual ggü LP18	100	132	202	120
Klimaschutz	**596**	**786**	**1201**	**718**
Klimaschutz	270	414	577	295
Klimawandel	73	100	124	110
Klimabelastung	7	6	4	3
Klimagase	5	2	6	1
Treibhausgas*	48	30	79	59
Kohlendioxid	41	29	54	28
CO2	152	205	357	222
prozentual ggü LP18	100	105	206	167
Verkehrsentwicklung	**135**	**142**	**278**	**225**
Verkehrsentwicklung*	50	54	123	97
Verkehrsbelastung	85	88	155	128
prozentual ggü LP18	100	64	194	190
Elektromobilität	**162**	**103**	**315**	**308**
Elektrofahrzeug*	2	16	65	68
Elektroauto*	0	6	35	34
Elektrobus*	0	0	10	42
Batteriefahrzeug*	0	2	3	2
Batterieauto*	0	0	1	0
emissionsfrei*	6	10	53	70
Wasserstoff*	123	61	137	78
Wasserstoffbus*	29	8	5	10
Wasserstofffahrzeug*	1	0	4	3
Wasserstoffauto*	1	0	2	1
prozentual ggü LP18	100	78	220	121
erneuerbare Energie	**356**	**277**	**783**	**430**
Energiepolitik	81	35	115	53
Energiequellen	45	36	79	46
Versorgungssicherheit	45	20	82	38
erneuerbare	185	186	507	293
Erdölunabhängigkeit	0	0	0	0
prozentual ggü LP18	100	3538	1688	425
Wirtschaftskrise	**8**	**283**	**135**	**34**
Wirtschaftskrise	7	250	123	33
Konjunkturkrise	A110 1	33	12	1

Quelle: eigene Darstellung.

Anhang 7: Methodische Maßnahmen zur Fehlerreduktion im Interview

Die Beantwortung einer Frage im (Experten)Interview setzt sich in der Regel aus vier Teilen zusammen (Häder 2006, S. 197; siehe auch Holm 1974; Diekmann 2008, S. 443):

- dem wahren Wert der Antwort
- einem Zufallsfehler, wie der falschen Übertragung der Antwort durch den Interviewer
- einem systematischen Fehler, wenn beispielsweise die Frage nicht alle notwendigen Dimensionen des Sachverhaltes erfasst
- dem Einfluss des Effektes der sozialen Erwünschtheit

Der wahre Wert einer Antwort lässt sich nur im Nachhinein durch die Prüfung der Kohärenz des gesamten Antwortverhaltens feststellen, im zusätzlichen Abgleich mit den Antworten anderer Befragter oder extern gewonnenem Wissen. Dazu könnten z. B. Sitzungsprotokolle, mit denen eine Aussage des Befragten belegt wird, herangezogen werden. Diese Überprüfung wird nur vorgenommen, wenn Aussagen nicht stimmig erscheinen.

Dem gegenüber kann der Zufallsfehler relativ einfach minimiert werden. So soll ein Audiomitschnitt der Gespräche ermöglichen, Fachausdrücke, Namen oder ganze Gesprächspassagen noch einmal auf ihre Richtigkeit vor der Auswertung zu kontrollieren (Girtler 2001, S. 168). Dies setzt das Einverständnis des Befragten voraus. Nachteil ist, dass durch diese „Belegbarkeit“ des Gesagten systematische Fehler erzeugt werden können, die schwieriger zu detektieren und einzugrenzen sind. So kann es beispielsweise die Befürchtung der Zielperson sein, ihre Angaben werden an Vorgesetzte oder Kollegen weitergeleitet (Schnell 1997, S. 166ff.; Diekmann 2008 S. 439).

Diese Ängste können eine relevante Einflussgröße im Sinne eines systematischen Fehlers in der Befragung darstellen.[163] Da die vorliegenden Interviews gerade auch darauf abzielen, mögliche informelle Entscheidungsabläufe in Organisationen zu dokumentieren, ist dieser Punkt nicht unerheblich. So könnten beispielsweise Kompetenzübertretungen von Entscheidungsträgern oder das politisch motivierte Unterlassen von Handlungen bei einer geplanten Maßnahme, sei es intrinsisch motiviert oder auf Weisung hin, auf diese Weise beschrieben und dokumentiert werden. Die räumliche Nähe und enge Verflechtung der Behörden in einem Stadtstaat wie Hamburg kann dabei möglicherweise zu einer Eingrenzung des Personenkreises, der die Aussage getätigt hat, oder gar zu einer Rückverfolgung des Befragten führen. So musste aus diesem Grund ein Interview mittels handschriftlicher Mitschrift festgehalten werden, da der Interview-Partner aufgrund negativer Vorerfahrungen einer Aufzeichnung widersprach, was zeigt, dass dieser Einflussfaktor nicht nur theoretischer Natur ist. Es wird daher besonderen Wert auf eine möglicherweise notwendige Abstraktion des Sachverhaltes in der späteren Auswertung und eine entsprechende Anonymisierung der Interview-Partner gelegt.

Der Effekt der *Sozialen Erwünschtheit* (Edwards 1957, S.6) ist ebenfalls ein komplexer Einflussfaktor, sowohl in seiner Wirkung als auch dem Bestreben, ihn zu kontrollieren und zu minimieren. Hintergrund ist, dass die Teilnehmer einer Befragung – sei es ein Interview oder Fragebogen – selten eine homogene Gruppe bilden. Sie haben oft unterschiedliche sozioökonomische Merkmale (Alter, Geschlecht, Bildung, Einkommen, beruflicher Werdegang etc.), sollen sich aber alle zum gleichen Erhebungsgegenstand äußern. Somit ist zu erwarten, dass „auch die Persönlichkeitseigenschaften eines

[163] Holm (1974)prägte hierfür den Begriff *Fremddimension*, um diese als Variable in einer Strukturgleichung zum Antwortverhalten zu verwenden. Reinecke (1991, S. 39 ff.) weitet diese Betrachtung auf und spricht nur noch von unterschiedlichen *Fehlerquellen*, ohne weiter zwischen der Art des Fehlers sprachlich zu unterscheiden.

Befragten Einfluss auf dessen Antworten ausüben“ (Häder 2006, S. 207). So wird das Antwortverhalten des Befragten im Fragebogen oder im Interview unter anderem davon beeinflusst, dass Menschen sich tendenziell gerne besser darstellen und in ihren Augen wünschenswerte Eigenschaften von sich häufiger erwähnen als unterwünschte (Reinecke 1991, S. 79 ff.; Köckeis-Stangl 1980, S. 321 ff.). Der Grad dieser positiven oder negativen Assoziation hängt dabei davon ab, welche persönlichen Eigenschaften im Verständnis des Befragten als wünschenswert oder sozial tolerabel gelten (Diekmann 2008, S. 447ff.).

Um einer solchen Verzerrung entgegen zu wirken, sind folgende Maßnahmen/Techniken in der Befragung geplant:

- die Verwendung von neutralen Begriffen bei der Fragenformulierung
- das Nutzen suggestiv formulierter Fragestellungen, um Abweichungen von einer sozialen Norm zu verharmlosen
- die fallweise Erhöhung der Anonymität der Befragungssituation, z. B. durch Verzicht auf genaue Zahlenangaben und den Einsatz von Antwortgruppen

Dort, wo eine dieser Techniken zum Einsatz kommt, ist dies im den Interview-Leitfaden begleitenden Erläuterungstext vermerkt.

Systematische Verzerrungen beim Antwortverhalten der Befragten könnten von sogenannten *Response-Sets* herrühren. Dies sind Persönlichkeitsmerkmale der Befragten, die zu einer Verfälschung der Antworten unabhängig vom Inhalt der Frage führen (z. B. eine „Ja-sage-Tendenz“ oder *Akquieszenz*; vgl. Diekmann 2008, S. 451 ff.; Häder 2006, S.212.). Während in Fragebögen eine gegenteilige Polung der Fragen-Items, also der Formulierung mit jeweils positiver wie negativer Zieldimension, eine Zustimmungstendenz neutralisieren kann, muss in der Interview-Situation darauf geachtet werden, dass Fragen möglichst als offene Fragen gestellt werden, die dem Befragten keine skalenbasierte Antwortmöglichkeit eröffnen, sondern stattdessen bei der Beantwortung völlige Freiheit lässt (Wellhöfer 1997, S. 130 f.).

Anhang 8: Gesprächsphasen der Interviews – theoretische Hintergründe

Die durchgeführten Interviews können in unterschiedliche Gesprächsphasen unterteilt werden, die sich aus der einschlägigen Methodenliteratur ergeben.

Grundstimmung und Priming

Das Interview soll in einer angenehmen, entspannten Atmosphäre stattfinden. Dazu muss der Termin ausreichend lang bemessen sein und der Befragte nach Möglichkeit keinen wichtigen Anschlusstermin haben, der ihn gedanklich ablenkt. Auch ist die Anwesenheit Dritter zu vermeiden, damit keine Rechtfertigungssituation (siehe oben Soziale Erwünschtheit und Fremddimensionen) entsteht (Hartmann 1995). Auch wenn diese Voraussetzungen nicht immer sichergestellt werden können, so ist es möglich, auf den Vorteil solcher Randbedingungen bei der Terminvereinbarung hinzuweisen.

Um die Fragen des Interviews bei allen Befragten in einen einheitlichen Bezugsrahmen zu stellen, wird ein einheitlicher, kurzer Text vorgelesen, der die zeitlichen und sachlichen Rahmenbedingungen des Interviews festlegen und die Betrachtungsebene vermitteln soll (sogenanntes *Priming*, siehe Higgins et al. 1977).

Anwärmfragen

Das Interview beginnt mit einer oder mehreren einfachen Fragen, die für die Zielperson interessant, aber auch einfach zu beantworten sind, um eine angenehme Atmosphäre zu schaffen. Die Fragen sind durchweg mit „Ja“ zu beantworten, da Nein-Antworten höhere kognitive Anstrengungen erfordern (Häder 2006, S.227). Gleichzeitig werden in diesem Interview-Teil Fragen zur Person gestellt, die sich mit der bisherigen Laufbahn oder dem aktuellen Aufgabenfeld des Befragten beschäftigen. Dies soll zum einen die Gesprächsatmosphäre zu Beginn auflockern und andererseits dem Interviewer erleichtern, Antworten besser im Kontext des Befragten zu erfassen und damit den Gesprächsablauf und vor allem die Nachfragen während des Interviews gezielter zu platzieren. Die Anwärmfragen unterscheiden sich somit von den am Ende gestellten sozioökonomischen Fragen, die für den Gesprächsverlauf nicht relevant sind.

Thematische Kernfragen

Im folgenden Teil werden die wichtigsten Fragen des Interviews gestellt, da durch die Anwärmphase schon ein Vertrauensverhältnis hergestellt ist, aber noch keine Ermüdung des Befragten vorliegt. Damit das Interview eine „maximale Reichweite“ hat, wird dem Befragten die Gelegenheit gegeben, „möglichst viel mitzuteilen“, um „subjektive Reaktionen“ zu ermöglichen (Heinze 2001, S. 155ff.). Durch Rückfragen wird versucht, von einer „Und-dann-Struktur“ abzuweichen und „besondere Situationen und Betroffenheiten entsprechend herauszumodellieren“ (Heinze 2001, S. 155ff.). Dabei kann fallweise der Befragte auch provoziert werden, um über seine „subjektiven Akzentuierungen“ hinaus eine objektivere Fassung des Erlebten hinzuzufügen (Heinze 2001, S. 155 ff.). Dies soll während des Interviews durch Nachfragen (sogenannten *Probing*) geschehen, um die Urteilsbildung des Befragten (*Judgement*-Phase nach dem Kognitionspsychologischen Modell, siehe u. a. Strack 1994, S.53) zu unterstützen und die Stabilität der Antworten zu verbessern. Diese Einschübe sind im Interview-Leitfaden gekennzeichnet.

Bei ambivalenten Fragenkomplexen wird durch Antwortvorgaben dem Befragten ein Referenzsystem gegeben (Häder 2006, S.217). Bei mehreren Fragen zum gleichen Thema wird durch kurze Zwischentexte (analog dem *Priming*, siehe oben) der Einfluss der Reihenfolge auf das Antwortverhalten minimiert (*Halo Effekt*, Nisbett und Wilson 1977; Eisenhauer 2008, S.28).

Sozioökonomische Fragen

Am Ende des Interviews werden Fragen zum Alter und dem Bildungsabschluss gestellt, da diese Fragen für den Befragten nicht interessant sind und zugleich auch keine sonderliche Anstrengung erfordern, also selbst bei einsetzender Ermattung noch korrekt beantwortet werden können.

Anhang 9: Interview-Leitfaden

Der Ablauf der Interviews gliedert sich, wie im Haupttext der Arbeit beschrieben, in mehrere Fragenblöcke (siehe Abbildung 68).

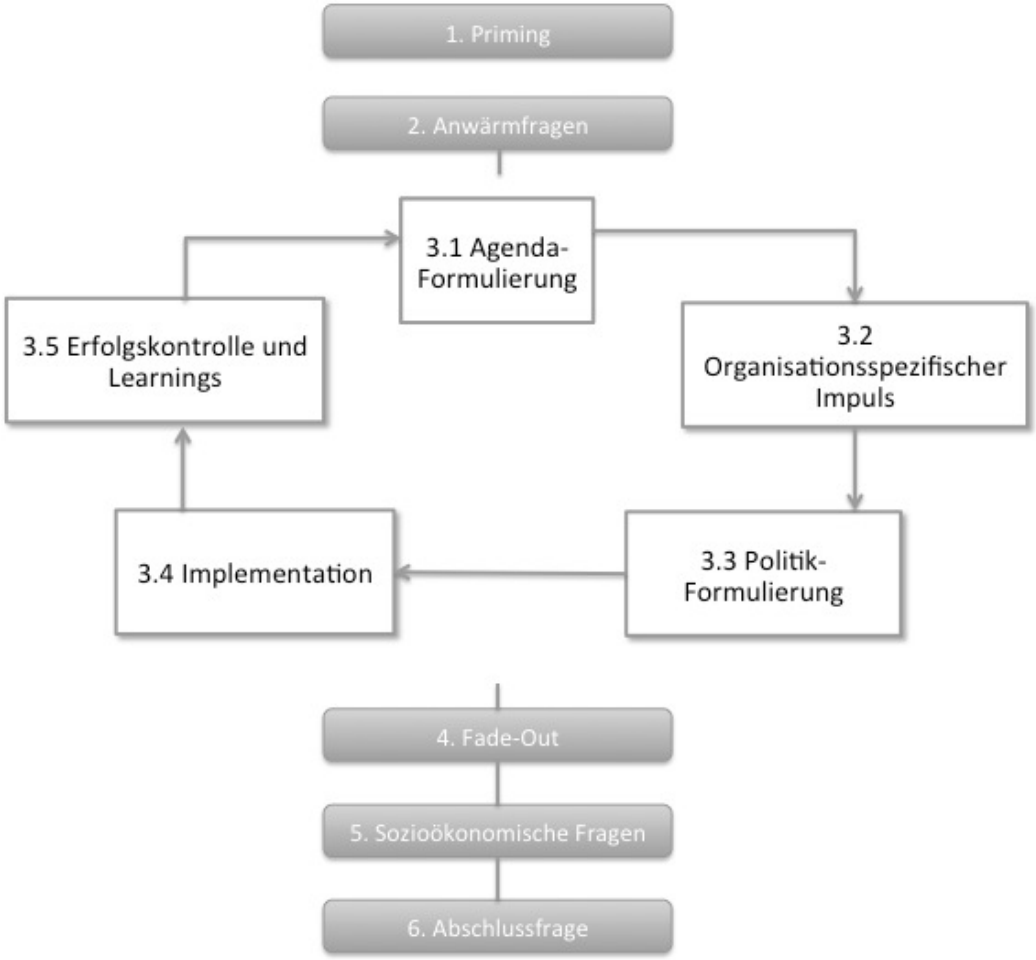


Abbildung 68: Interview-Ablauf nach Phasen gegliedert.

Quelle: eigene Darstellung.

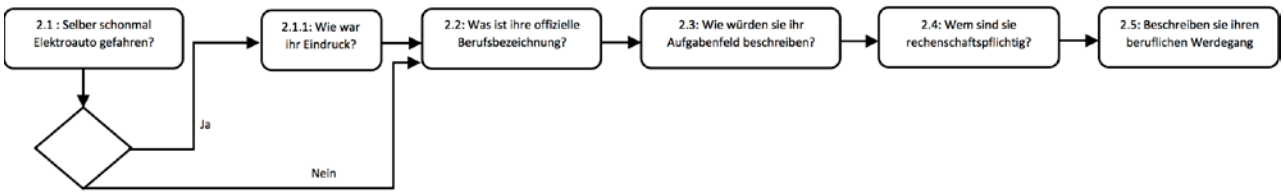
Vor den eigentlichen Interview-Fragen wird dem Befragten zum *Priming* ein standardisierter Text vorgelesen. Der Text für die Bundesebene und die Hamburg-Ebene ist gleich.

> Bereits im Jahr 2007 erklärte die Bundesregierung im Integrierten Energie- und Klimaprogramm die Förderung der Elektromobilität zu einem Politikziel. Das Regierungsprogramm Elektromobilität aus dem Jahre 2011 formulierte schließlich die bis heute maßgebliche Strategie und die zugehörigen Instrumente.
>
> Bis zum Jahr 2020 sollen eine Million Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen fahren. Bis zum Jahr 2030 sollen es schon sechs Millionen sein. Um diese Ziele zu erreichen, fördert die Bundesregierung seit dem Jahr 2009 eine Vielzahl von Modellprojekten und Forschungsvorhaben. Sie helfen, das System Elektromobilität besser zu verstehen, förderliche Rahmenbedingungen zu identifizieren und Produkte zu verbessern.

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

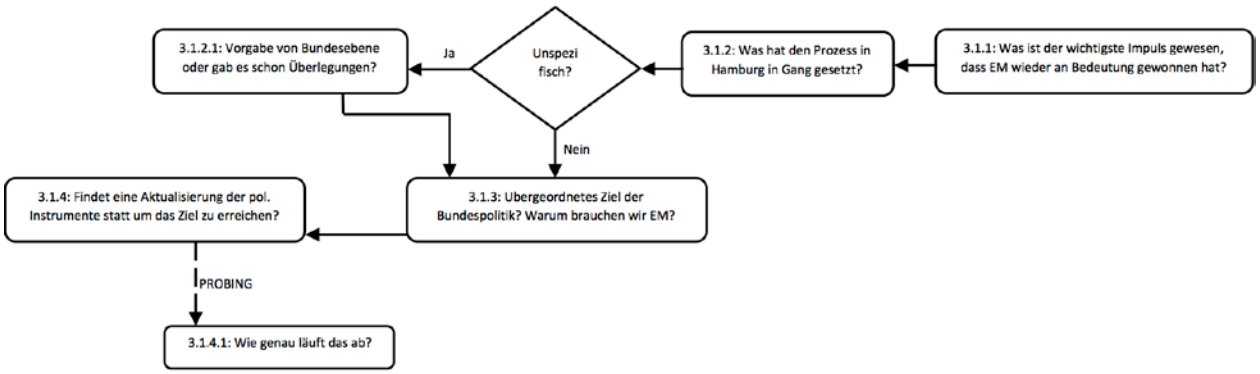
Nach den dann folgenden Anwärmfragen wird im Anschluss ein Fragenkatalog genutzt, der inhaltlich einheitlich, aber in der Abfolge flexibel ist, um das Interview dem jeweiligen Befragten und dessen Wissen, Interessen und Mitteilungsbereitschaft anpassen zu können. Zur besseren Einordnung erfolgt zusätzlich jeweils eine grafische Darstellung im Kontext des Gesamtablaufs.

Block 2 / Anwärmfragen und Fragen zur Person	
Fragennummer	Ausformulierte Frage
2.1	Sind Sie selbst schon einmal mit einem Elektrofahrzeug gefahren? Also entweder ein reinelektrisches oder ein Hybridfahrzeug?
2.1.1	Wie war ihr Eindruck?
2.2	Was ist ihre offizielle Berufsbezeichnung?
2.3	Wie würden sie in wenigen Worten ihr aktuelles Aufgabenfeld beschreiben?
2.4	Wem gegenüber sind Sie hinsichtlich ihrer Tätigkeiten und Entscheidungen rechenschaftspflichtig?
2.5	Beschreiben sie in wenigen Worten Ihren beruflichen Werdegang. Was waren die letzten Stationen, bevor Sie ihre aktuelle Position erreichten?



A118

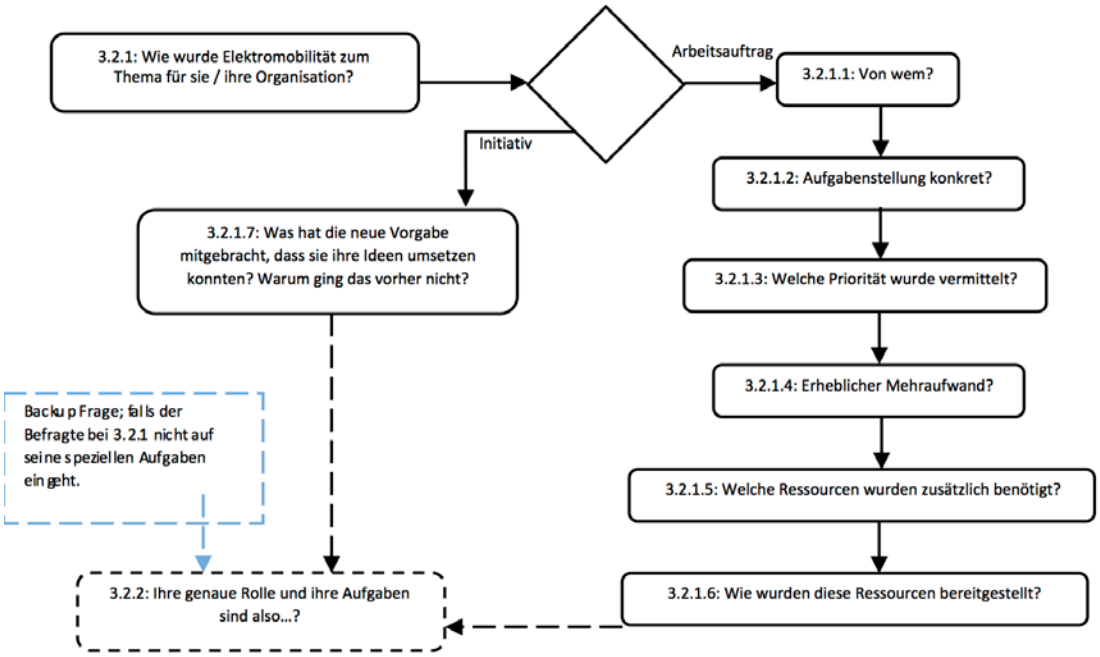
Block 3 / Hauptteil	
Fragennummer	Ausformulierte Frage
Block 3.1: Zielsetzung (Agenda-Formulierung)	
3.1.1	Was sind ihrer Meinung nach die wichtigsten Impulse gewesen, dass Elektromobilität in Deutschland ab dem Jahr 2009 wieder mehr an Bedeutung gewonnen hat?
3.1.2	Was hat Ihrer Meinung nach den Prozess in Hamburg in Gang gesetzt?
3.1.2.1	War das eine Vorgabe von der Bundesebene? Oder gab es solche Überlegungen vielleicht schon länger und konnten unter den neuen Rahmenbedingungen nun umgesetzt werden?
3.1.3	Wie würden Sie das übergeordnete Ziel der Bundespolitik benennen, welches mittels der Förderung von Elektromobilität erreicht werden soll? Wozu brauchen wir Elektromobilität?
3.1.4	Findet eine regelmäßige Aktualisierung der politischen Instrumente statt, um das Ziel zu erreichen?
3.1.4.1	Wie genau läuft das ab?



A119

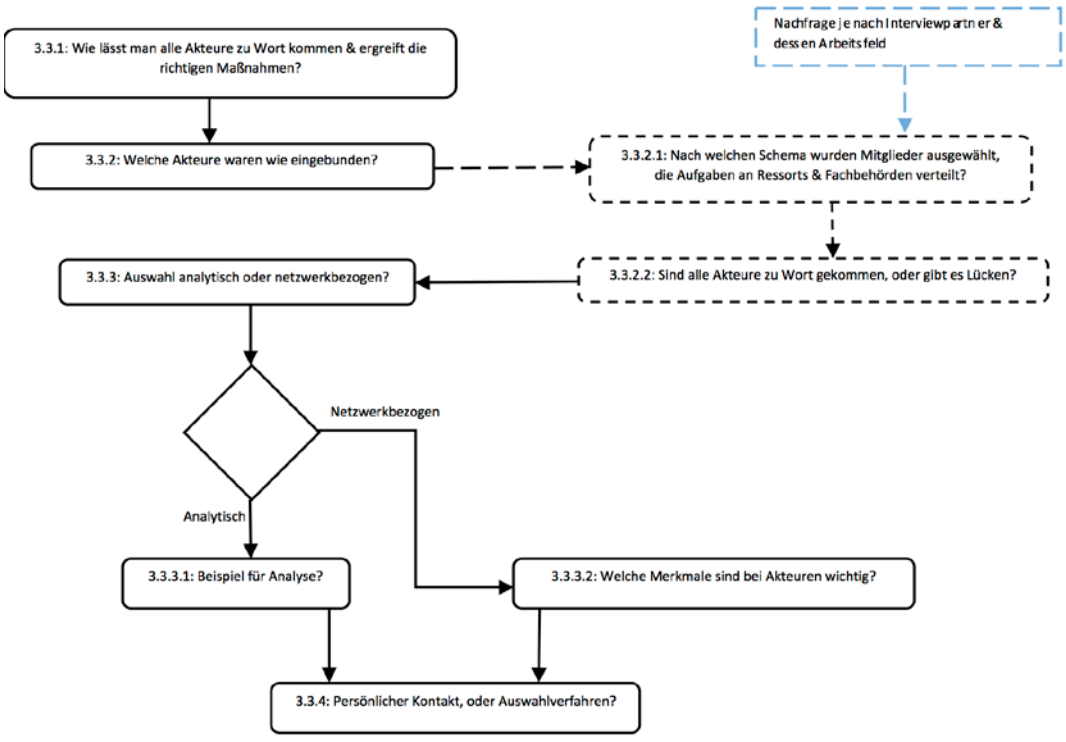
Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

Block 3.2: Organisationsspezifischer Impuls	
3.2.1	Wie wurde Elektromobilität zum Thema für Sie bzw. Ihre Organisation?
3.2.1.1	Von wem?
3.2.1.2	Wie lautete die Aufgabenstellung konkret?
3.2.1.3	Welche Priorität hat man Ihnen dazu vermittelt?
3.2.1.4	War das erheblicher Mehraufwand?
3.2.1.5	Welche Ressourcen, also finanziell oder personell, wurden dazu zusätzlich benötigt?
3.2.1.6	Wie wurden die zusätzlich benötigten Ressourcen bereitgestellt?
3.2.1.7	Was hat die neue Vorgabe mitgebracht, dass Sie jetzt Ihre Ideen umsetzen konnten? Warum haben Sie Ihre Pläne nicht vorher realisieren können?
3.2.2	Ihre genaue Rolle und ihre Aufgaben sind also...?



A120

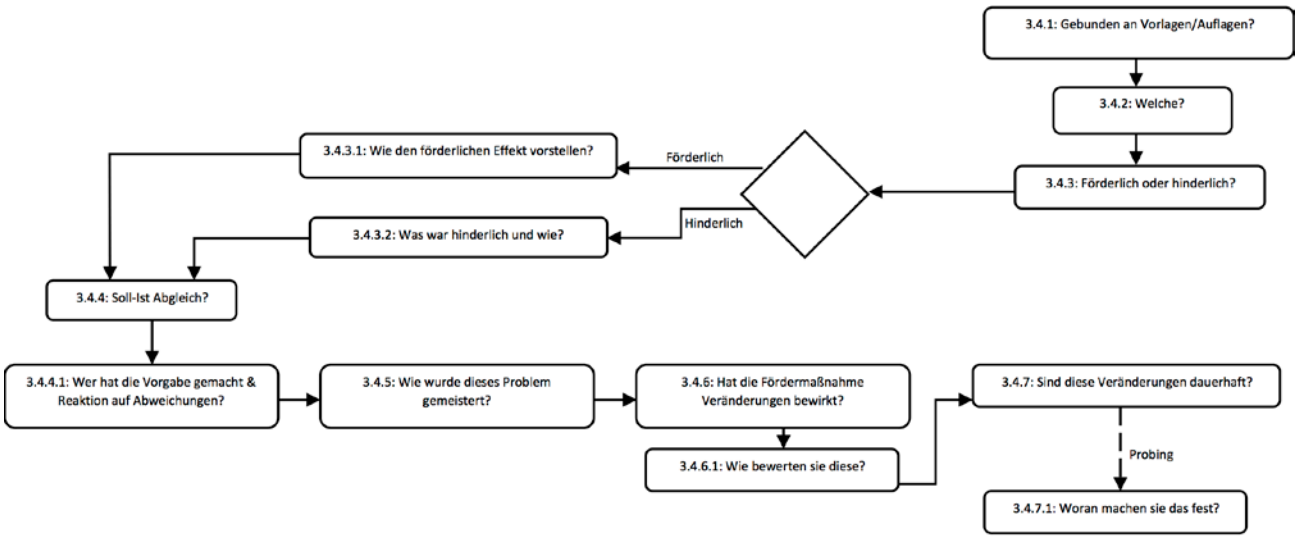
Block 3.3: Maßnahmenverabschiedung (Politikformulierung)	
3.3.1	Wie stellt man sicher, dass alle relevanten Akteure in diesem Thema zu Wort kommen und die fachlich richtigen Maßnahmen beschlossen werden?
3.3.2	Welche Akteure waren denn eingebunden und auf welche Weise?
3.3.2.1	Nach welchem Schema wurden - die Mitglieder der NPE ausgewählt? - die Aufgaben auf die Ressorts verteilt? - die Aufgaben auf die Fachbehörden verteilt?
3.3.2.2	Glauben Sie also, dass alle relevanten Akteure zu diesem Thema zu Wort gekommen sind oder sehen Sie im Rückblick da Lücken?
3.3.3	Fand die Auswahl der Akteure eher analytisch statt oder eher netzwerkbezogen?
3.3.3.1	Können Sie beispielhaft eine solche Analyse im Vorwege beschreiben?
3.3.3.2	Können sie beispielhaft ein, zwei Merkmale nennen, welche Sie bei einem Akteur als wichtig empfunden haben, um ihn z. B. als Projektpartner anzusprechen?
3.3.4	Wurden Sie über einen persönlichen Kontakt in Aktivitäten eingebunden oder haben Sie an einer Art Auswahlverfahren oder Ausschreibung teilgenommen?



A121

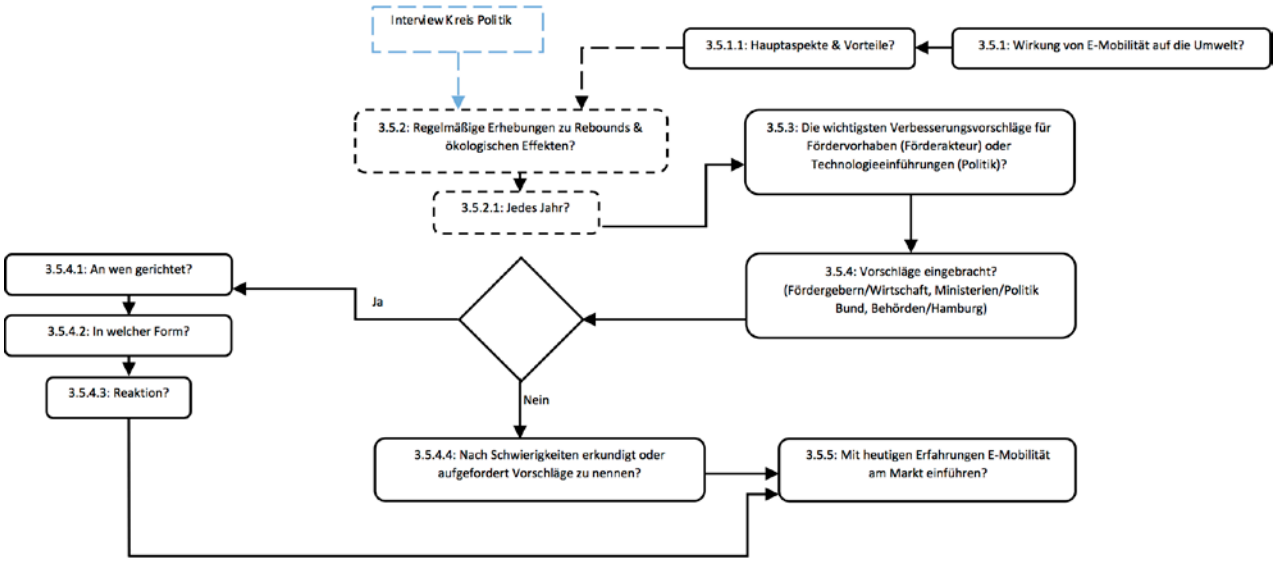
Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

Block 3.4: Maßnahmenumsetzung (Implementation)	
3.4.1	Waren Sie an Auflagen oder Vorgaben gebunden?
3.4.2	Welche waren dies?
3.4.3	Waren diese förderlich oder hinderlich?
3.4.3.1	Wie kann ich mir diesen fördernden Effekt vorstellen?
3.4.3.2	Was genau war hinderlich und wie hat es behindert?
3.4.4	Gab es eigentlich einen Soll-Ist-Abgleich?
3.4.4.1	Wer hat die Vorgabe gemacht und wie wurde auf Abweichung vom Plan reagiert?
3.4.5	Wie haben Sie dieses Problem gemeistert?
3.4.6	Hat die Fördermaßnahme irgendwelche Veränderungen in Ihrer Organisation bewirkt und wenn ja, welche?
3.4.6.1	Wie bewerten Sie diese?
3.4.7	Glauben Sie, dass diese Veränderungen in Ihrer Organisation dauerhaft sind, also Abläufe sich neu ausgerichtet haben?
3.4.7.1	Woran machen Sie das fest?



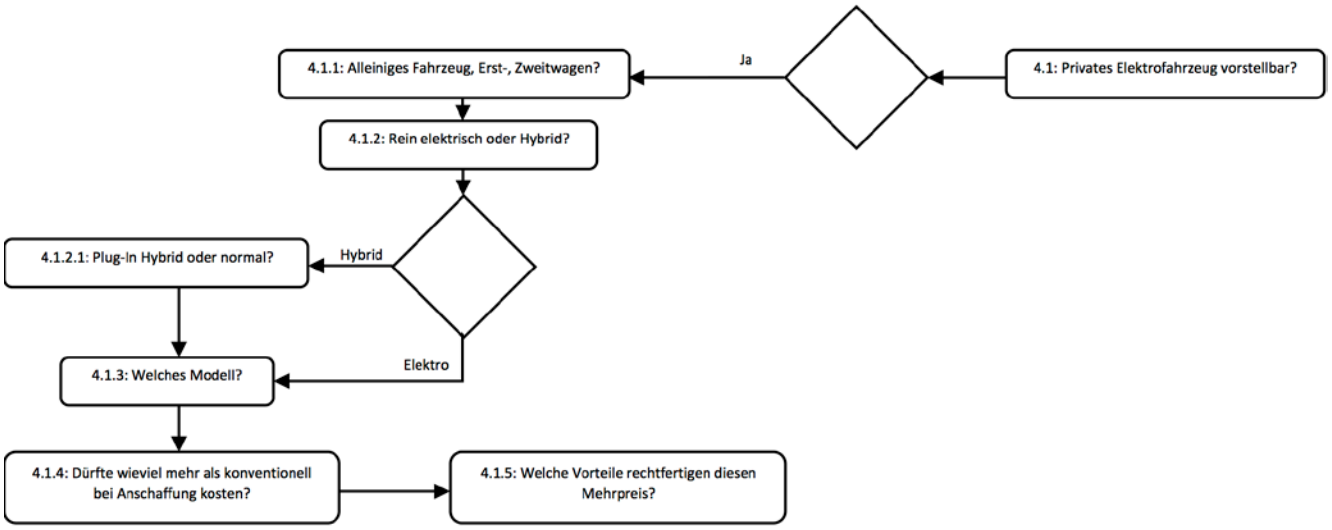
A122

Block 3.5: Erfolgskontrolle und Learnings	
3.5.1	Wie würden Sie die Wirkung von Elektromobilität für die Umwelt einschätzen?
3.5.1.1	Was sind da Ihrer Meinung nach die Hauptaspekte oder Vorteile?
3.5.2	Gibt es regelmäßige Erhebungen zu den ökologischen Effekten oder mögliche Rebound-Effekte?
3.5.2.1	Das machen Sie dann jedes Jahr?
3.5.3	Welche sind aus Ihrer Sicht die wichtigsten Verbesserungsvorschläge? -für zukünftige Fördervorhaben (als Förderempfänger oder Fördergeber) -für zukünftige Technologieeinführungen (als Politik)?
3.5.4	Haben Sie Gelegenheit gehabt, Ihre Verbesserungsvorschläge einzubringen gegenüber -den Fördergebern (Wirtschaft) -den Ministerien (Politik Bund) -den Behörden (Hamburg)?
3.5.4.1	An wen haben Sie diese gerichtet?
3.5.4.2	In welcher Form haben Sie das getan?
3.5.4.3	Wie war die Reaktion?
3.5.4.4	Hat man sich nach möglichen Schwierigkeiten in der Umsetzung erkundigt oder Sie aufgefordert, Verbesserungsvorschläge zu nennen?
3.5.5	Wie würden Sie – mit Ihren heutigen Erfahrungen – Elektromobilität am Markt einführen?



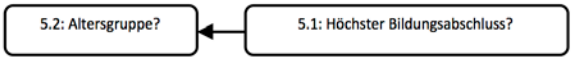
A123

Block 4 / Fade-Out	
Fragennummer	Ausformulierte Frage
4.1	Könnten sie sich vorstellen, sich privat selbst ein Elektrofahrzeug anzuschaffen?
4.1.1	Als alleiniges Fahrzeug, als Erst- oder Zweitwagen?
4.1.2	Rein elektrisch oder ein Hybrid?
4.1.2.1	Ein Plug-in-Hybrid also zum Aufladen per Kabel oder ein normaler Hybrid
4.1.3	Was für ein Modell schwebt ihnen da vor?
4.1.4	Wie viel mehr dürfte das Fahrzeug gegenüber der konventionellen Variante bei der Anschaffung kosten? Bis zu 25 %, bis 50 % oder mehr als 50 %?
4.1.5	Welche Vorteile des Fahrzeuges rechtfertigen für sie persönlich einen solchen Mehrpreis?



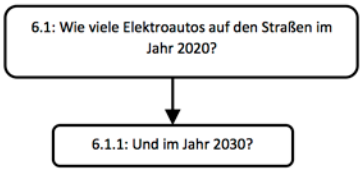
A124

Block 5 / Sozioökonomische Fragen	
Fragennummer	Ausformulierte Frage
5.1	Was ist ihr höchster Bildungsabschluss?
5.2	Welcher Altersgruppe darf ich sie zuordnen? 35-45, 45-55, 55-65?



A125

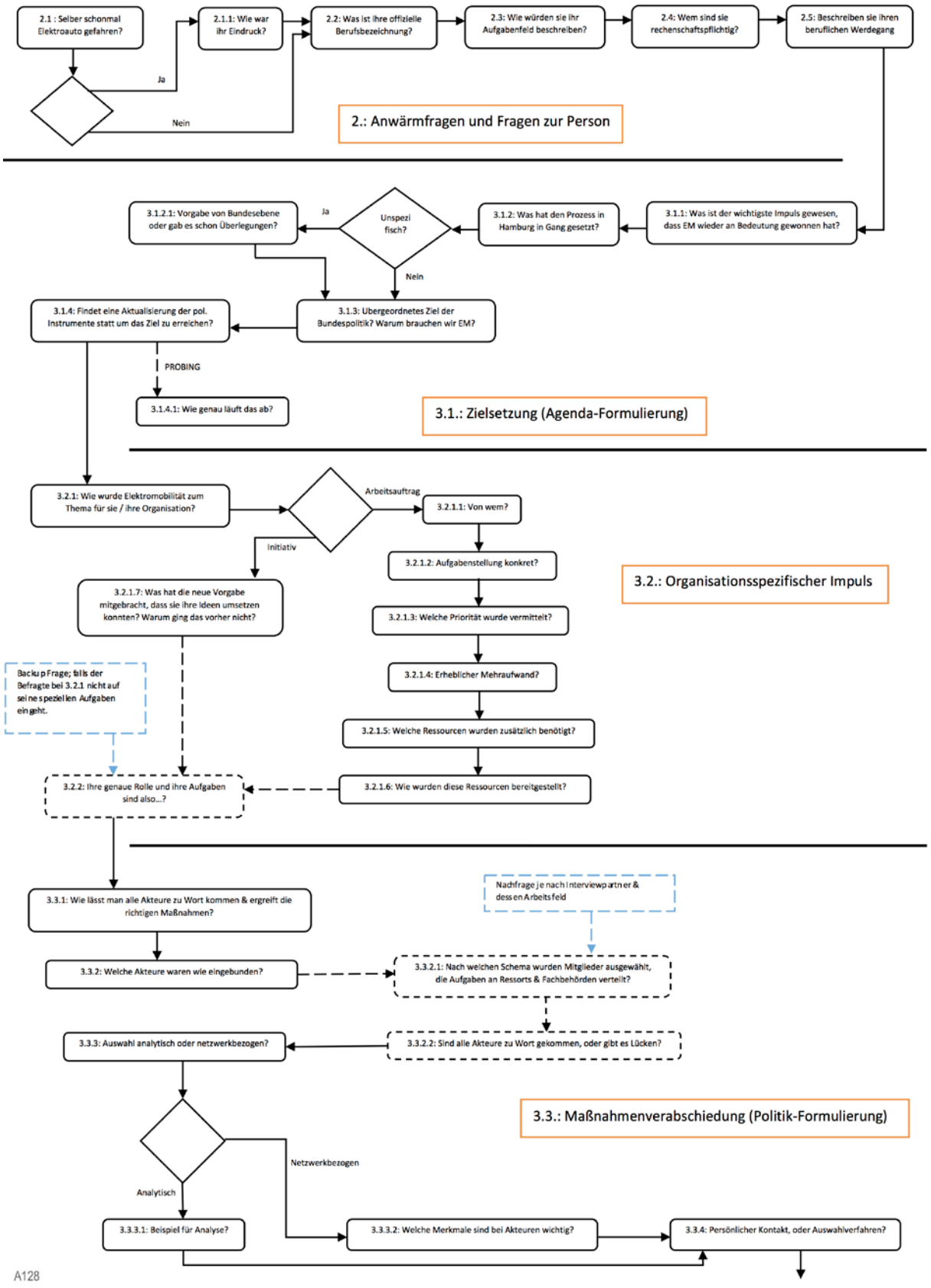
Block 6 / Abschlussfrage	
Fragennummer	Ausformulierte Frage
6.1	Erlauben sie mir eine letzte Frage: Wie viele Elektroautos werden wir ihrer Meinung nach im Jahr 2020 in Deutschland auf der Straße sehen?
6.1.1	Und wie sieht es im Jahr 2030 aus?

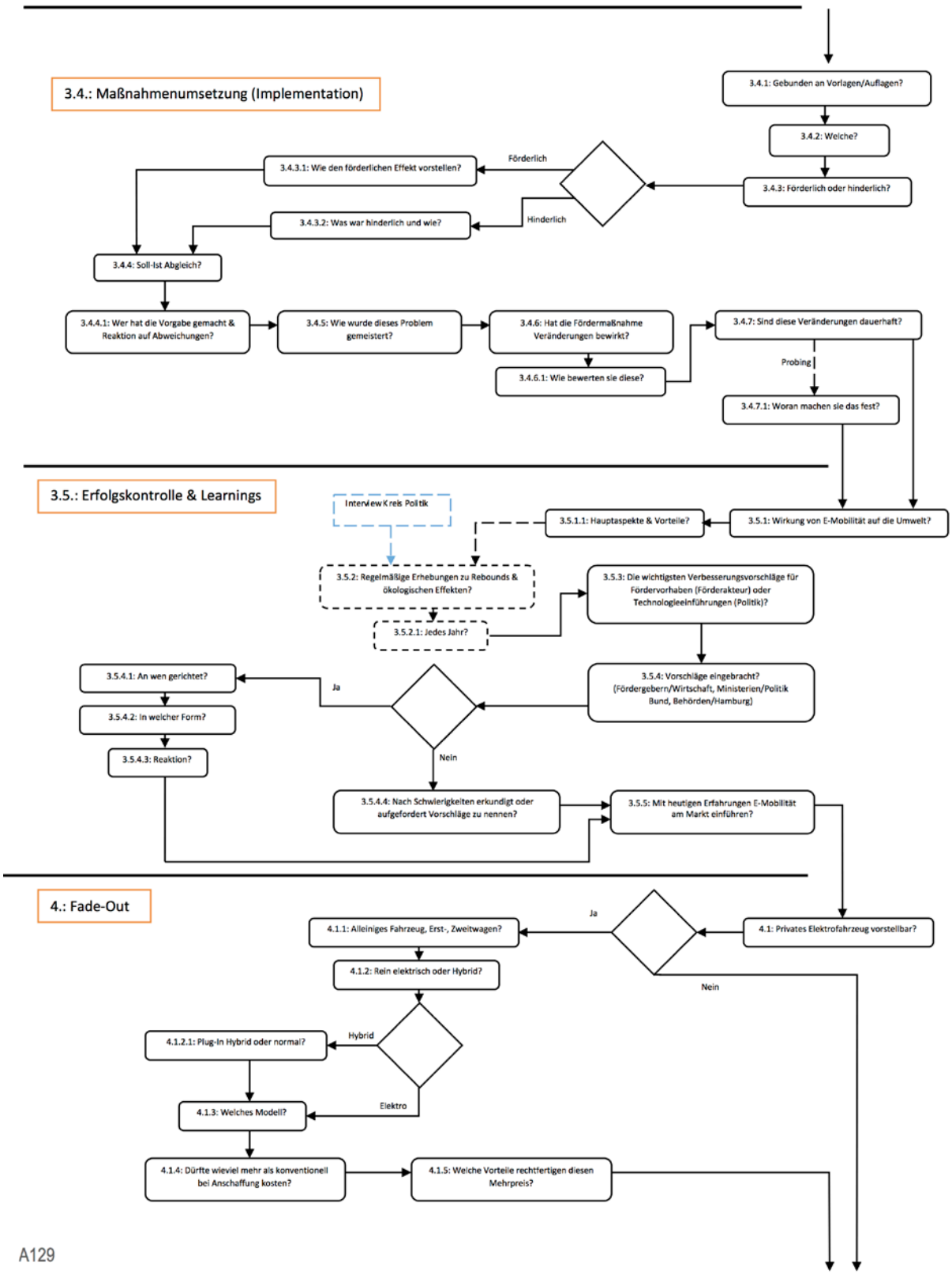


A126

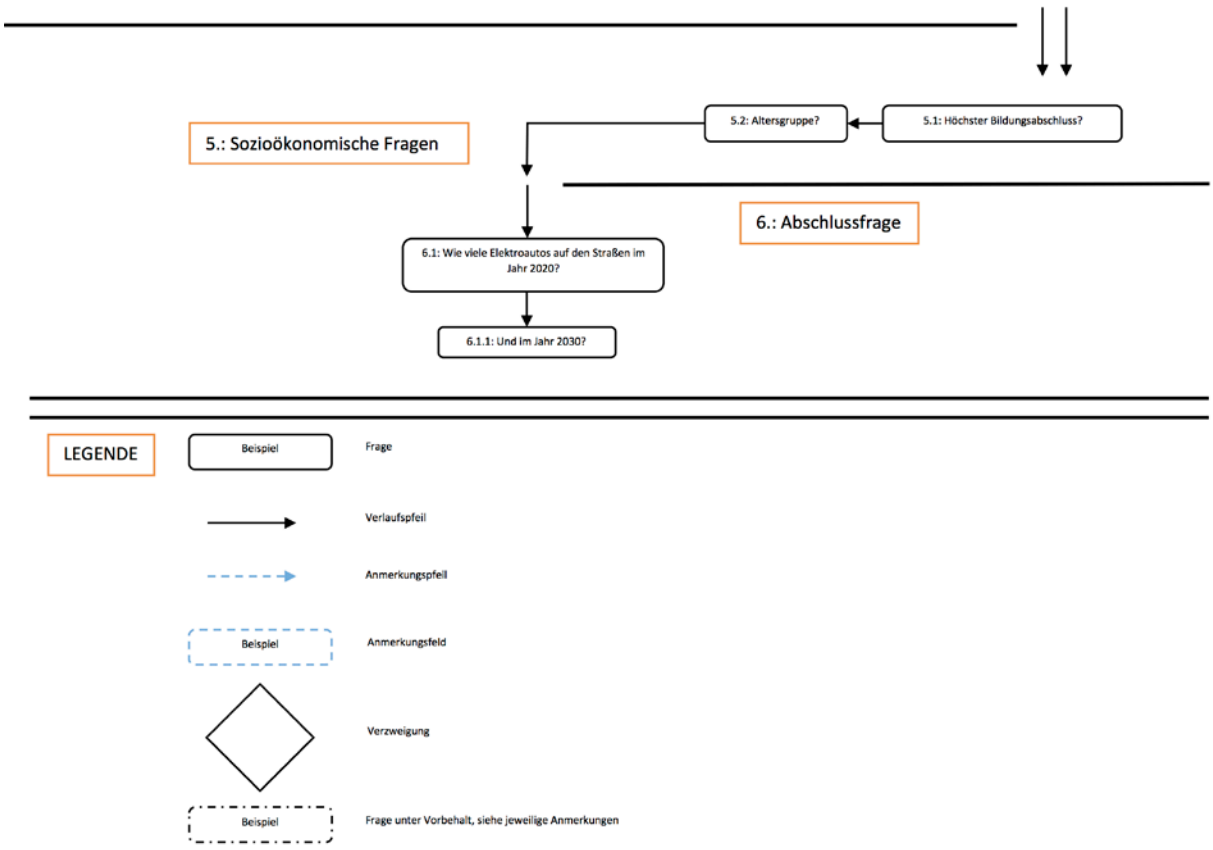
Nachfolgend noch einmal die Gesamtübersicht des Interviewablaufs.

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082


2.1 : Selber schonmal Elektroauto gefahren?
Ja
Nein
2.1.1: Wie war ihr Eindruck?
2.2: Was ist ihre offizielle Berufsbezeichnung?
2.3: Wie würden sie ihr Aufgabenfeld beschreiben?
2.4: Wem sind sie rechenschaftspflichtig?
2.5: Beschreiben sie ihren beruflichen Werdegang
2.: Anwärmfragen und Fragen zur Person
3.1.1: Was ist der wichtigste Impuls gewesen, dass EM wieder an Bedeutung gewonnen hat?
3.1.2: Was hat den Prozess in Hamburg in Gang gesetzt?
Unspezifisch?
Ja
Nein
3.1.2.1: Vorgabe von Bundesebene oder gab es schon Überlegungen?
3.1.3: Übergeordnetes Ziel der Bundespolitik? Warum brauchen wir EM?
3.1.4: Findet eine Aktualisierung der pol. Instrumente statt um das Ziel zu erreichen?
PROBING
3.1.4.1: Wie genau läuft das ab?
3.1.: Zielsetzung (Agenda-Formulierung)
3.2.1: Wie wurde Elektromobilität zum Thema für sie / ihre Organisation?
Arbeitsauftrag
Initiativ
3.2.1.1: Von wem?
3.2.1.2: Aufgabenstellung konkret?
3.2.1.3: Welche Priorität wurde vermittelt?
3.2.1.4: Erheblicher Mehraufwand?
3.2.1.5: Welche Ressourcen wurden zusätzlich benötigt?
3.2.1.6: Wie wurden diese Ressourcen bereitgestellt?
3.2.1.7: Was hat die neue Vorgabe mitgebracht, dass sie ihre Ideen umsetzen konnten? Warum ging das vorher nicht?
Backup Frage; falls der Befragte bei 3.2.1 nicht auf seine speziellen Aufgaben eingeht.
3.2.2: Ihre genaue Rolle und ihre Aufgaben sind also...?
3.2.: Organisationsspezifischer Impuls
3.3.1: Wie lässt man alle Akteure zu Wort kommen & ergreift die richtigen Maßnahmen?
Nachfrage je nach Interviewpartner & dessen Arbeitsfeld
3.3.2: Welche Akteure waren wie eingebunden?
3.3.2.1: Nach welchen Schema wurden Mitglieder ausgewählt, die Aufgaben an Ressorts & Fachbehörden verteilt?
3.3.2.2: Sind alle Akteure zu Wort gekommen, oder gibt es Lücken?
3.3.3: Auswahl analytisch oder netzwerkbezogen?
Analytisch
Netzwerkbezogen
3.3.3.1: Beispiel für Analyse?
3.3.3.2: Welche Merkmale sind bei Akteuren wichtig?
3.3.4: Persönlicher Kontakt, oder Auswahlverfahren?
3.3.: Maßnahmenverabschiedung (Politik-Formulierung)
A128



Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082


5.: Sozioökonomische Fragen
5.2: Altersgruppe?
5.1: Höchster Bildungsabschluss?
6.: Abschlussfrage
6.1: Wie viele Elektroautos auf den Straßen im Jahr 2020?
6.1.1: Und im Jahr 2030?
LEGENDE
Beispiel
Frage
Verlaufspfeil
Anmerkungspfeil
Beispiel
Anmerkungsfeld
Verzweigung
Beispiel
Frage unter Vorbehalt, siehe jeweilige Anmerkungen

A130

Anhang 10: Ablaufmodell der Qualitativen Inhaltsanalyse

Die durchgeführte Qualitative Inhaltsanalyse folgt einem Ablaufmodell, welches nachfolgend erläutert wird

Festlegung des Materials

Bei der Festlegung des auszuwertenden Materials wird der *Corpus* definiert, der nachfolgend analysiert werden soll (Mayring 2010b, S. 52f.). Dabei wird der Umfang der Daten für die Auswertung bestimmt (komplett oder nur ein Teil des erhobenen Materials) und auf dessen Inhalt näher eingegangen. Diese Beschreibung wurde bereits im Rahmen der Stichprobenvorstellung durchgeführt. In die Auswertung fließen dabei alle geführten Interviews ein. Passagen, welche keinen Beitrag zur Determinantenanalyse leisten, werden im Zuge der Kodierung ausgelassen und nicht weiter betrachtet (z. B. Gespräche während des Interviews ohne Bezug, also wenn das Telefon des Interview-Partners klingelt). Bei der anschließenden Einordnung der Ergebnisse in die Determinantenanalyse erfolgt das Hinzuziehen von ergänzender Literatur bzw. den Ergebnissen der vorhergegangenen Analyseschritte.

Analyse der Entstehungssituation

Wie zuvor im Text schon aufgegriffen, war die Teilnahme der Interview-Partner an den Gesprächen freiwillig. Die Personen wurden direkt angesprochen, es fand keine Delegierung durch Vorgesetzte statt. Dabei konnte auf bestehende persönliche Kontakte zurückgegriffen werden (nahezu alle Gesprächspartner waren durch vorherige gemeinsame Arbeiten in der aktuellen Stellung oder vorherigen beruflichen Positionen dem Autor bekannt). Die Erstansprache erfolgte jeweils telefonisch, die Terminbestätigung im Nachgang in Textform. Die Interview-Partner erhielten vorab nur wenige Informationen über den Inhalt des Gespräches, um zu vermeiden, dass schon im Vorhinein „gedankliche Stellungnahmen“ im Kopf erarbeitet werden. Als Terminbeschreibung wurde auf „ein zweistündiges Gespräch über Elektromobilität und persönliche Eindrücke dazu über die vergangenen Jahre“ verwiesen.

Formale Charakterisierung des Materials

Die Interviews wurden bis auf eins alle aufgenommen. Das Material liegt jeweils in zweifacher Form sowohl als MP3- als auch als M4A-Audiodatei vor (es wurde ein zweites Aufnahmegerät als Redundanz eingesetzt). Für die Auswertung wird die MP3-Datei verwendet und nur im Falle geringer Qualität bzw. schlechter Verständlichkeit der Aufnahme auf das M4A-Format zurückgegriffen. Das eine handschriftlich festgehaltene Interview wird mangels Tonaufnahme auf Textebene analysiert.

Bei der Auswertung von Tonaufnahmen mit spezialisierter Software (in der direkt kodiert werden kann) ist der Verzicht auf die Transkription möglich, da jederzeit auf das Ausgangsmaterial zurückgegriffen werden kann und die Kodierung und Analyse an den Rohdaten erfolgt. Neben der Einsparung von Ressourcen aufgrund des verringerten zeitlichen Aufwandes kann durch den Verzicht der Transkription als zusätzlichen Zwischenschritt zudem die Fehlerquote der Analyse reduziert werden (vgl. Hauptmann 2005). Aus diesen Gründen wurde keine Transkription der analysierten Experten-Interviews, sondern eine Kodierung und anschließende Analyse am Audiomaterial vorgenommen.

Für die Auswertung der Interviews wird dabei auf die Software der Firma VERBI Software GmbH in Berlin zurückgegriffen. MaxQDA ist ein sogenanntes QDA-Programm (Qualitative Datenanalyse), welches das einfache Auswerten, Kodieren und Präsentieren von Daten unterstützt, ohne inhaltliche

Interpretationen vorzunehmen. Ein entscheidender Vorteil liegt in der Möglichkeit, zwischen unterschiedlichen Darstellungsvarianten der Daten zu wechseln. Für die Interpretation der Interviews sind sowohl der Kontext einer Aussage als auch die Sortierung von Sinnzusammenhängen nach Kategorien von Bedeutung, auf welche mithilfe des Programms schnell und unkompliziert zugegriffen werden kann. Die Software erleichtert somit das Daten- und Kategorienmanagement, die eigentliche Auswertung bleibt von dem Einsatz unberührt.

Richtung der Analyse

Vor der inhaltsanalytischen Arbeit muss zunächst festgelegt werden, welche Richtung die Analyse nehmen soll, also was man aus dem vorhandenen Material „eigentlich herausinterpretieren möchte“ (Mayring 2010b, S. 56). Bei den vorliegenden Interviews soll es nicht um die vollständige Untersuchung kompletter Inhalte gehen, sondern um das „gezielte Herausfiltern bedeutsamer Informationen“ (Laatz 1993, S. 213f.). Dabei wird die Elektromobilität als ein einzelner, spezieller Fall einer Technologieeinführung betrachtet. Dieser Prozess wird in seinem Verlauf auf förderliche oder hemmende Einzelmaßnahmen und Einflussfaktoren hin untersucht.

Auch wenn zu einem späteren Zeitpunkt aus den gewonnenen Erkenntnissen natürlich Ableitungen für zukünftige Technologieeinführungen gewonnen werden sollen, so richtet sich die Analyse der Interviews zunächst darauf, Kausalabhängigkeiten im vorliegenden Fall der Einführung von Elektromobilität aufzudecken, um zu ermitteln, welche Faktoren dazu beigetragen haben, dass der Planungsprozess in der vorliegenden Form ablief (vgl. Bogner et al. 2014, S. 73). Die Befragten sollen also darüber Auskunft geben, wie sie den Planungsprozess wahrgenommen haben, was sie selbst an Handlungen vorgenommen haben oder gerne hätten, wie sie die Handlungen anderer erlebt haben und was sie daran gut fanden oder wo sie bei jenen Versäumnisse sahen.

Theoriegeleitete Differenzierung der Fragestellung

Das auszuwertende Material enthält Aussagen von einzelnen am Planungsprozess beteiligten Personen. Dabei waren alle Befragten unterschiedlich als Akteure aktiv. Waren die einen bei der Planung von Maßnahmen zur Einführung von Elektromobilität beteiligt, konnten andere wiederum als „Nutzer“ dieser Maßnahme den Planungsprozess aus einem anderen Blickwinkel erleben. Die Stichprobenbeschreibung gibt weitergehende Informationen zu den Befragten und ihrer Stellung im Planungsprozess. Die Auswahl der Befragten erfolgte dabei vor dem Hintergrund der Determinantenanalyse, welche auch die Fragestellung der Auswertung vorgibt. Diese ergibt sich aus der Annahme, dass „die Erfolgsbedingungen und Hemmnisse in den organisatorisch-technischen Elementen und Prozessen sowie dem praktischen Handeln und Verhalten der Beteiligten“ begründet liegen (Flämig 2004, vgl. auch Kap. 2.3.5). Um möglichst objektiv den Planungsprozess nachzeichnen zu können, sollen daher die subjektiven Eindrücke der Beteiligten in den Interviews erfasst und ausgewertet werden, um anschließend miteinander in Beziehung gesetzt werden zu können. Daraus ergeben sich drei Forschungsfragen für den zu analysierenden Corpus, welche nach Titscher et al. (2000, S. 229) auch möglichst konkret ausformuliert werden, um die anschließende Kategorienbildung der Kodierung zu erleichtern:

- **Fragestellung 1:**
  Wie wurde das Thema Elektromobilität zum Gegenstand der politischen Agenda – zu welchem Zeitpunkt und aus welchem Grund? (Agendaformierung)
- **Fragestellung 2:**
  Wie kam es zur Formulierung der Einzelmaßnahmen – durch wen und mit welchem Ziel? (Politikformulierung)
- **Fragestellung 3:**
  Wie wurden die Maßnahmen umgesetzt – welche Faktoren erwiesen sich als Hemmnisse und welche als Treiber? (Implementation)

Alle drei Fragestellungen können nach jeweils zwei Dimensionen betrachtet und interpretiert werden:

- Auf der Organisationsebene werden Abläufe, Zuständigkeiten und organisationsspezifische Zielsetzungen berücksichtigt.
- Auf der Handlungsebene stehen persönliche Zielsetzungen im Vordergrund, welche zu einer eigeninitiativen Handlung, einer abweichenden oder gar unterlassenden Handlung in der Umsetzung der Maßnahme führen.

Bestimmung der Analysetechnik

Als Analysetechnik können die *Zusammenfassung*, die *Explikation* oder die *Strukturierung* gewählt werden (Mayring 2010b, S.65ff.; vgl. auch Laatz 1993, S. 214ff.). Dabei erzielt die *Zusammenfassung* eine Reduktion des Materials, *Explikation* bedeutet das Hinzufügen von erläuternden Informationen zu relevanten Abschnitten und *Strukturierung* umfasst die Zuordnung von Kategorien zu ausgewählten Passagen. Da das gesamte Audiomaterial zur Analyse verwendet wird, wird keine *Zusammenfassung* vorgenommen. Das vorliegende Gedächtnisprotokoll eines Interviews muss bereits in dieser Form als *Zusammenfassung* des Interviews angesehen werden und wird nicht weiter gekürzt. *Explikationen* können in MaxQDA mithilfe von Memos an die Tonspur angehängt werden. Dies wird vor allem bei unverständlichen Passagen genutzt, ansonsten wird der Anteil weiterführender Literatur zunächst möglichst gering gehalten und findet erst bei der Einordnung der Interview-Ergebnisse in die Planungsanalyse Anwendung. Die Inhalte der Interviews werden deshalb durch die *Strukturierung* analysiert (vgl. Laatz 1993, S. 221ff., Mayring 2010b, S.92ff., Ulich et al. 1985, S. 88ff.). Mayring (2010b, S.98) unterscheidet dabei noch zwischen unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen bei der strukturierten Auswertung, von denen im Rahmen der vorliegenden Analyse die *Inhaltliche Strukturierung* genutzt werden soll. Es handelt sich dabei um eine besondere Ausprägung der Analysetechnik, die sich für die vorliegenden Interviews eignet, weil im Rahmen der Determinantenanalyse die Ermittlung der Abläufe, Zuständigkeiten und daraus resultierenden Vorteile oder Hemmnisse für den Planungsprozess im Vordergrund steht.

Das sich aus der *Inhaltlichen Strukturierung* ergebene, detaillierte Analysevorgehen ist in Abbildung 69 aufgeführt und dort, zum besseren Gesamtverständnis, in das übergeordnete Ablaufmodell der Qualitativen Inhaltsanalyse eingebettet.

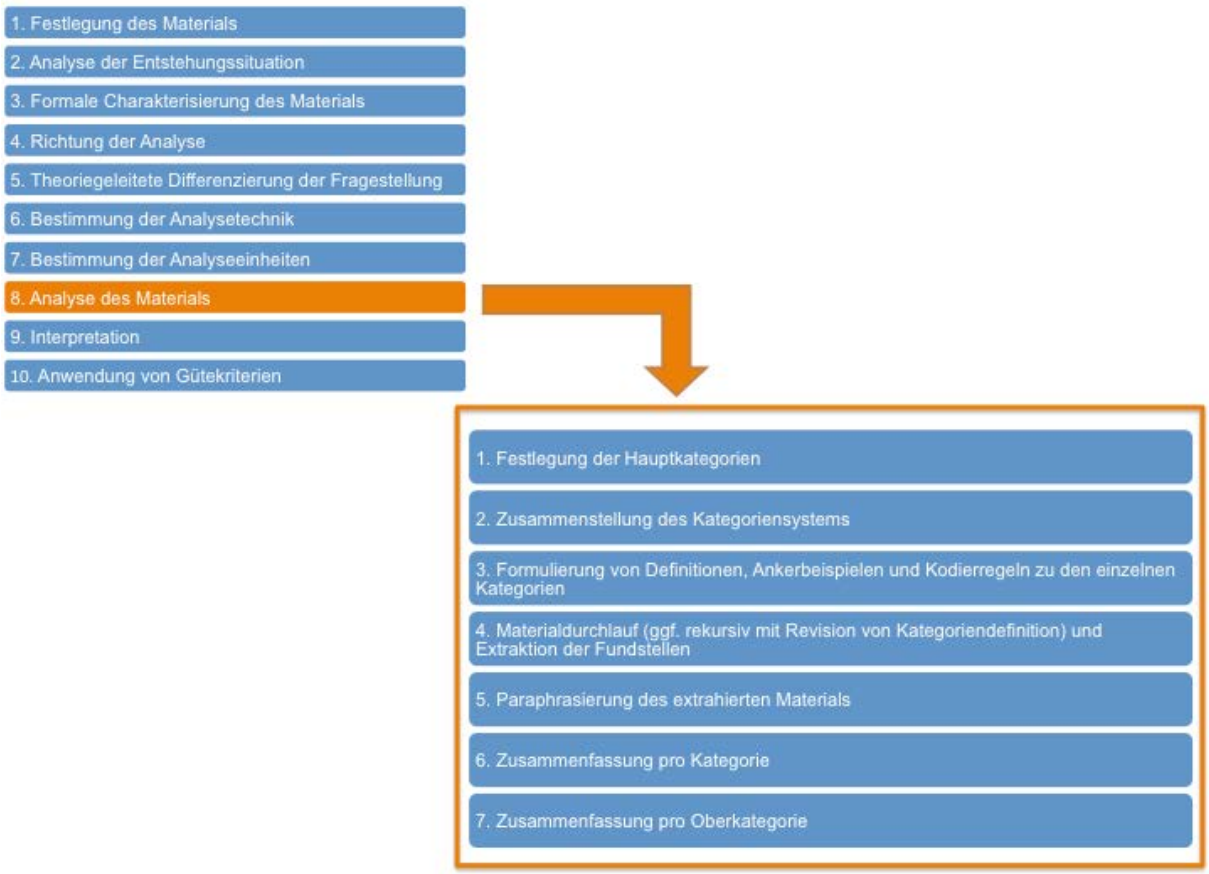


Abbildung 69: Einbettung des Ablaufmodells der Inhaltlichen Strukturierung in das übergeordnete Ablaufmodell der Qualitativen Inhaltsanalyse.
Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Mayring (2010b, S.99).

Bestimmung der Analyseeinheiten

Die Analyseeinheiten umfassen die Kodiereinheit (kleinster Materialbestandteil, der in eine Kategorie aufgenommen wird), die Kontexteinheit (größter Materialbestandteil, der in eine Kategorie aufgenommen wird) und die Auswertungseinheit (Materialteile, die nacheinander ausgewertet werden) (Mayring 2010b, S.105). Als Kodiereinheit wird ein Satz oder ein Satzbestandteil festgelegt[164], die Kontexteinheit umfasst eine Aussage einer Person, welche aus mehreren zusammenhängenden Sätzen bestehen kann. Die Auswertungseinheit sind die einzelnen Interviews, welche im zeitlichen Verlauf analysiert werden.

Analyse des Materials

Die Analyse des vorliegenden Interviewmaterials erfolgt anhand des bereits vorgestellten, für die *Inhaltliche Strukturierung* spezifischen Ablaufmodells (vgl. Mayring 2010b).

[164] Ein Satzbestandteil wird als ebenbürtige Kodiereinheit zum (grammatisch korrekten) Satz angesehen, da in der Praxis die Befragten Inhalte auch in unvollständigen Sätzen transportieren, wie es in der Umgangssprache oftmals üblich ist.

Festlegung der Hauptkategorien, Zusammenstellung des Kategoriensystems und Formulierung von Definitionen, Ankerbeispielen und Kodierregeln zu den einzelnen Kategorien

Die verwendeten Hauptkategorien werden zunächst deduktiv in Orientierung am Interview-Leitfaden erstellt und dann um Untereinheiten, die Kategorien, erweitert, welche während der Kodierung induktiv weiterentwickelt werden (Reichertz 2014, S. 73f.). Durch diese rekursiven Schleifen wird der Kritik von Gläser und Laudel (2010, S. 198f.) entgegengetreten, dass die Qualitative Inhaltsanalyse „keine Informationen mehr finden kann, die nicht auf das Kategoriensystem passen“. Kategorien sollen dabei allgemein folgende Anforderungen erfüllen (vgl. Herkner 1974, S. 174ff.; Früh 2015, S. 141ff.; Titscher et al. 2000, S. 58):

- Übereinstimmung mit den Zielen der Untersuchung
- Vollständigkeit
- Trennschärfe/wechselseitige Exklusivität
- Eindeutigkeit

Um dies zu erreichen, werden Definitionen für die Kategorien erstellt, wodurch zugleich die Nachvollziehbarkeit bei der Zuordnung des Materials zu einzelnen Kategorien gewährleistet wird (Mayring und Fenzl 2014, S.543, sprechen von einer intersubjektiven Überprüfbarkeit). Für die anschließende Kodierung des Audiomaterials werden aus der Vorabsichtung bzw. dem ersten Durchlauf des Materials Ankerbeispiele extrahiert. Dies sind Passagen, die als besonders aussagekräftiges und verständliches Beispiel für eine Kategorie gelten können. In Fällen von ambivalenten, nicht klar zuordenbaren Stellen helfen Kodierregeln, Abgrenzungsprobleme zwischen Kategorien zu minimieren und eine durch den gesamten Corpus konsistente Kodierung zu ermöglichen.

Das so erstellte Kodiersystem besteht aus insgesamt vier Oberkategorien (OK): drei, welche die drei leitenden Forschungsfragen aufgreifen, sowie einer Oberkategorie für den Akteur selbst, um hier neben soziodemografischen Angaben auch Eindrücke und Meinungen des Akteurs zu Aspekten zu sammeln, die nicht direkt in die drei anderen Oberkategorien fallen. Zu jeder Oberkategorie gibt es eine Vielzahl von Kategorien, die im Wesentlichen mit den Fragen aus dem Interview-Leitfaden korrelieren (zur besseren Kodierbarkeit und einem verbesserten Verständnis wurden Formulierungen in wenigen Fällen sprachlich angepasst, aber nicht inhaltlich verändert; Teile mit rein rhetorischer Funktion, wie Überleitungen, wurden nicht kodiert).

Materialdurchlauf (ggf. rekursiv mit Revision von Kategoriendefinition) und Extraktion der Fundstellen

Der vorliegende Corpus wird mehrfach durchlaufen und Fundstellen dabei einer oder mehreren Kategorien zugeordnet (Mayring 2010a, S. 93). Die Zuordnung erfolgt mit der Software *MaxQDA* in der Audiospur. Die Software ermöglicht es, die Fundstellen für die anschließenden Arbeitsschritte komplett und geordnet zusammenzuführen.

Paraphrasierung des extrahierten Materials

Ebenso in der Software vorgenommen wird die Paraphrasierung des extrahierten Materials, also die sachliche Wiederholung der Fundstellen mit den eigenen Worten (Mayring 2010a, S. 69ff.; Gläser 2010a, S. 174ff.). Hierbei findet auch eine erste inhaltliche Verdichtung des Fundstellenmaterials statt sowie eine kontextuelle Einordnung. Dies ist nötig und sinnvoll, da sich inhaltliche Bezüge auf zuvor Gesagtes in den Fundstellen finden, ohne deren Berücksichtigung die Fundstellen sich nicht erschließen würden (ansonsten müsste das komplette Interview als eine gesamte Fundstelle gelten, was auch nicht praktikabel wäre).

Zusammenfassung pro Kategorie

Basierend auf dem paraphrasierten Corpus wird als nächster Schritt eine Zusammenfassung pro Kategorie durchgeführt (Mayring 2010a, S. 65ff.). Dabei können die beim chronologischen Durchlauf des codierten Materials entstandenen inhaltlichen Redundanzen entfernt werden. Diese Zusammenfassung dient zudem einer ersten Verdichtung des Materials entsprechend den Forschungsfragen, indem weniger wichtige Stellen stärker aggregiert werden, während beispielsweise relevante Stellen ausführlicher wiedergegeben und entscheidende Ausdrücke beleghaft als Zitat übernommen werden können.

Zusammenfassung pro Oberkategorie

Die Zusammenfassung pro Oberkategorie ist eine weitere Verdichtung des Materials, um dieses für eine Interpretation handhabbarer zu machen. Zugleich bietet es die Möglichkeit, wie schon auf der Kategorienebene, durch die Gesamtschau des Materials Redundanzen zu entfernen und inhaltliche Fokussierungen im Hinblick auf die Forschungsfragen vorzunehmen (Hildebrandt 2015a, S. 320f.).

Interpretation

Die abschließende Beurteilung der mittels Qualitativer Inhaltsanalyse ausgewerteten Interview-Reihe von bei der Einführung von Elektromobilität in Deutschland und Hamburg relevanten Akteuren erfolgt entlang der zuvor formulierten, theoriegeleiteten Fragestellung und erweitert diese um einen den Gesamtzusammenhang der Arbeit aufgreifenden Teil mit Ableitungen und Empfehlungen (*Learnings*) für zukünftige Technologieeinführungen (vgl. Mayring 2010a, S. 63ff.).

Anwendung von Gütekriterien

Gütekriterien sollen die Ergebnisse sozialwissenschaftlicher Forschung auf ihre Tauglichkeit hin überprüfen. Als „klassische Gütekriterien“ benennt Laatz (1993, S. 32) die Gültigkeit (*validity*) und Zuverlässigkeit (*reliability*) der Ergebnisse. Dieser Ansatz wird jedoch in Bezug auf seine Anwendbarkeit in der Qualitativen Sozialforschung kritisch hinterfragt. So schlagen beispielsweise Flick (2016, S. 487ff.) und Mayring (2010b, S. 118) eigene, spezifisch inhaltsanalytische Gütekriterien vor. Dazu zählen je nach Erhebungstyp u. a. die Verfahrensdokumentation, die Regelgeleitetheit oder die korrelative Gültigkeit und Triangulation (Mayring 2010b, S. 118).

Die Verfahrensdokumentation ebenso wie die Regelgeleitetheit (Definitionen, Ankerbeispiele und Kodierrichtlinien) erfolgten im vorliegenden Text als Teil des mehrstufigen Ablaufmodells Qualitativer Inhaltsanalyse, welches durch die vorab festgelegten Schritte zur Interpretation des Textes transparent und nachvollziehbar ist. Zusätzlich erfolgte eine statistische Auswertung der Anzahl von Kodierungen einzelner Akteursgruppen in den drei Fragestellungsdimensionen, um zu belegen, inwieweit die Interview-Partner auch innerhalb der Analyse eine korrekte inhaltliche Zuordnung erfuhren, also den richtigen Akteursgruppen und somit den für diese Gruppen spezifischen Fragen zugeordnet waren.

Tabelle 37 listet die Verteilung der einzelnen Fundstellen (*Codings*) auf die drei Oberkategorien auf. Dabei spiegelt die Anzahl der Codings zum einen die Verteilung der Interview-Partner auf die einzelnen Umsetzungsphasen wieder, wie auch den Umfang der Fragen, welche in den einzelnen Oberkategorien zur Anwendung kamen.

Tabelle 37: Übersicht über die Anzahl von Interview-Codings pro Oberkategorie.

Oberkategorie	Anzahl Interview-Partner im Akteurskreis	Codings
OK1 Agendaformierung	2	65
OK2 Politikformulierung	6	239
OK3 Implementation	8	533

Quelle: eigene Darstellung.

In einem zweiten Schritt wurde geprüft, welchen Anteil die einzelnen befragten Akteursgruppen jeweils an den Codings einer Oberkategorie haben. Damit kann überprüft werden, ob die im vorhinein vorgenommene Zuteilung der Interview-Partner auf eine Umsetzungsphase des Planungsprozesses korrekt war und sie hinreichende Fachkenntnis besaßen, um im Interview Beiträge zu liefern, die zu (relevanten) Fundstellen in der Auswertung führten. Tabelle 38 listet sowohl die Anteile der Fundstellen der einzelnen Umsetzungsphasen an der Gesamtheit der Fundstellen im Corpus aus, wie auch die Anteile der befragten Akteursgruppen. Es zeigt sich, dass alle drei Akteursgruppen in dem für sie relevanten Fragenkomplex ein überdurchschnittliches Antwortverhalten aufweisen und somit die Auswahl der Akteure für die einzelnen Umsetzungsphasen in der Interview-Reihe korrekt war.

Tabelle 38: Anteil der einzelnen befragten Akteursgruppen an den Codings einer Oberkategorie.

Akteure der Planungsphase "Agenda-Formierung"

Oberkategorie	% Codings aller Fragen	% Codings der Fragen zur Umsetzungsphase
OK1 Agenda-Formierung	7,77	14,41
OK2 Politik-Formulierung	28,55	61,86
OK3 Implementation	63,68	23,73

Akteure der Planungsphase "Politik-Formulierung"

Oberkategorie	% Codings aller Fragen	% Codings der Fragen zur Umsetzungsphase
OK1 Agenda-Formierung	7,77	11,18
OK2 Politik-Formulierung	28,55	50,66
OK3 Implementation	63,68	38,16

Akteure der Planungsphase "Implementation"

Oberkategorie	% Codings aller Fragen	% Codings der Fragen zur Umsetzungsphase
OK1 Agenda-Formierung	7,77	5,82
OK2 Politik-Formulierung	28,55	15,95
OK3 Implementation	63,68	78,24

Quelle: eigene Darstellung.

Anhang 11: Kodiersystem, Kodierrichtlinien und Ankerbeispiele

Das zur Kodierung des Audiomaterials verwendete Kodiersystem, bestehend aus vier Oberkategorien (OK) und den jeweiligen Kategorien (K). Ebenfalls aufgeführt sind die dazugehörigen Code-Definitionen sowie, wenn zur Abgrenzung nötig, Kodierrichtlinien/-regeln. Jede Kategorie verfügt zudem über ein Ankerbeispiel.

Codesystem (mit Fundstellenanzahl)

1 OK1 Agendaformierung	0	3.14 K3-14 Maßnahmen Planabweichungen Akteur	10
1.1 K1-1 Impuls 2009 Deutschland	22	3.15 K3-15 Verbesserungsmöglichkeiten Implementation Planer	57
1.2 K1-2 Impuls 2008 Hamburg	10	3.16 K3-16 Verbesserungsmöglichkeiten Implementation Akteur	91
1.3 K1-3 Handlungseigenständigkeit Hamburg	2	3.17 K3-17 Möglichkeiten für Vorschlagswesen	13
1.4 K1-4 Formales Ziel der Bundespolitik	9	3.18 K3-18 Aufforderung zum Vorschlagswesen	6
1.5 K1-5 Sachgründe der Bundespolitik	22	3.19 K3-19 Anwendung Vorschlagswesen	10
2 OK2 Politikformulierung	0	3.20 K3-20 Rezeption Vorschlagswesen	8
2.1 K2-1 Rekursivität Maßnahmenformulierung	19	3.21 K3-21 Wunschprogramm Implementation	67
2.2 K2-2 Rekursivität Maßnahmenformulierung Umweltwirkungen	17	3.22 K3-22 Treiber und Hemmnisse	107
2.3 K2-3 Identifikation der Akteursarena	33	**4 OK4 Akteurs-Charakterisierung**	0
2.4 K2-4 Schlüsselakteure und ihre Einbindung	39	4.1 K4-1 Nutzungserfahrung Elektrofahrzeug	7
2.5 K2-5 Fehlende Akteure	22	4.2 K4-2 Nutzungsbewertung Elektrofahrzeug	14
2.6 K2-6 Maßnahmen und Herangehensweise	41	4.3 K4-3 Anschaffungssbereitschaft Elektrofahrzeug	20
2.7 K2-7 Treiber und Hemmnisse der Politikformulierung	68	4.4 K4-4 Aufpreisbereitschaft Elektrofahrzeug	12
3 OK3 Implementation	0	4.5 K4-5 Aufpreisbereitschaft Gründe	4
3.1 K3-1 Impuls für den Akteur	24	4.6 K4-6 Tätigkeitsfeld	26
3.2 K3-2 Externe Impulsgeber	7	4.7 K4-7 Aufgabenstellung	1
3.3 K3-3 Formulierter Arbeitsauftrag	21	4.8 K4-8 Handlungsautonomie	16
3.4 K3-4 Priorität des Arbeitsauftrags	12	4.9 K4-9 Vorerfahrungen	31
3.5 K3-5 Mehraufwand	11	4.10 K4-10 Bildungsabschluss	17
3.6 K3-6 Zusätzlich benötigte Ressourcen	2	4.11 K4-11 Altersgruppe	13
3.7 K3-7 Ressourcenbereitstellung	14	4.12 K4-12 Veränderungen beim Akteur	24
3.8 K3-8 Eigeninitiative Beweggründe	19	4.13 K4-13 Bewertung der Veränderungen	16
3.9 K3-9 Auflagen und Vorgaben	11	4.14 K4-14 Dauerhaftigkeit der Veränderungen	22
3.10 K3-10 Auswirkungen von Auflagen	11	4.15 K4-15 Umweltwirkung von E-Mobilität	35
3.11 K3-11 Soll-Ist-Abgleich	19	4.16 K4-16 Anzahl Fahrzeuge 2020	20
3.12 K3-12 Prüfer Soll-Ist-Abgleich	5	4.17 K4-17 Anzahl Fahrzeuge 2030	13
3.13 K3-13 Maßnahmen Planabweichungen Planer	8	4.18 K4-18 Mitwirkungsgründe Akteur	25

1 OK1 Agendaformierung

1.1 K1-1 Impuls 2009 Deutschland

Impulse/Ereignisse für den Bedeutungsgewinn der Elektromobilität auf Bundesebene im Jahr 2009. War dies eine neue Idee oder eine alte Idee, die jetzt umgesetzt werden sollte. Warum jetzt und nicht vorher? Wer hat das Thema angestoßen und wodurch?

- Ankerbeispiel: DE-POLITIK, 00:04:51.2 – 00:05:06.5; „…schon 2007 hat die Bundesregierung ein Programm aufgelegt für Elektromobilität…“

1.2 K1-2 Impuls 2008 Hamburg

Impulse/Ereignisse für den Bedeutungsgewinn der Elektromobilität in Hamburg im Jahr 2008. War dies eine lokale Idee oder wer hat das Thema angestoßen und warum gerade zu diesem Zeitpunkt?

- Ankerbeispiel: HH-POLITIK, 00:05:56.6 – 00:06:09.7; „…ja das haben die Grünen eingebracht in die Koalition…“

1.3 K1-3 Handlungseigenständigkeit Hamburg

Grad der Eigenständigkeit Hamburgs bei der Bildung der lokalen politischen Agenda (z. B. Technologieauswahl). So hat Hamburg ja bisher viel Wasserstofftechnologien gefördert, wieweit war die Vorgabe der Bundesebene, nun Elektromobilität zu fördern?

- Ankerbeispiel: HH-POLITIK, 00:07:00.0 – 00:07:53.5; „…ob da jetzt wirklich auf Bundesebene stand, da gibt´s jetzt Geld, da gibt´s jetzt kein Geld, ist für uns jetzt letztlich nicht relevant gewesen…“

1.4 K1-4 Formales Ziel der Bundespolitik

Übergeordnete(e) Ziel(e) der Bundesregierung für die Förderung von Elektromobilität. Was genau soll erreicht werden?

- Regel: das was, nicht das warum
- Ankerbeispiel: DE-POLITIK, 00:13:09.8 – 00:13:14.8; „…das Fernziel der Bundesregierung von 1 Millionen Fahrzeuge…“

1.5 K1-5 Sachgründe der Bundespolitik

Gründe für die erklärten Ziele der Bundesregierung.

- Regel: nicht was, sondern warum soll das Ziel erreicht werden?
- Ankerbeispiel: DE-VERWALTUNG, 00:06:36.0 – 00:06:50.7; „…wenn man Klimaziele setzt, dann muss man da den Verkehrssektor mit einbeziehen…“

2 OK2 Politikformulierung

2.1 K2-1 Rekursivität Maßnahmenformulierung

Rekursive Überprüfung des Erfolgs von Maßnahmen für die Politikformulierung. Wird es gemacht, von wem, wie und wie oft und was ist die Ableitung/Maßnahme, wenn die Überprüfung negativ ausfällt.

- Regel: keine Umweltwirkungen, nur Maßnahmeneffektivität/-effizienz im Hinblick auf bspw. administrative Abläufe oder Fahrzeugzahlen
- Ankerbeispiel: DE-VERWALTUNG, 00:09:51.6 – 00:10:50.1; „…mit der Ladeinfrastrukturrichtlinie…möchte man das Haupthemmnis, was man noch sieht, beheben, das ist dann schon noch mal so ein Nachsteuern…“

2.2 K2-2 Rekursivität Maßnahmenformulierung Umweltwirkungen

Rekursive Überprüfung des Erfolgs von Maßnahmen im Hinblick auf ökologische Wirksamkeit (zB Rebound-Effekte). Wird es geprüft, von wem, wie und wie oft?

- Regel: keine Förderverfahren oder Durchführungsschwierigkeiten, sondern nur Umweltwirkungen
- Ankerbeispiel: DE-MODERATOR, 00:23:29.3 – 00:25:03.7; „… wenn sich dann im Bereich der Fahrzeugkomponenten Dinge verändern, weil man über Recyclingverfahren eine Effizienz der Nutzung erhöht, dann kann man sicherlich nochmal neu justieren und neu bewerten …“

2.3 K2-3 Identifikation der Akteursarena

Identifikation der Akteure für die Maßnahmenumsetzung (wurde analytisch oder netzwerkbezogen vorgegangen?). Welche Auswahlkriterien/Gewichtungen führten letztlich zur konkreten Ansprache?

- Regel: nur die Identifikation/Zusammenstellung der Akteure in der Planungsphase, noch keine konkrete Einbindung
- Ankerbeispiel: DE-VERWALTUNG, 00:15:13.9 – 00:15:21.4; „…hat man deshalb so jemand mit an Bord geholt, damit man versucht, Akteurssuche zu machen…“

2.4 K2-4 Schlüsselakteure und ihre Einbindung

Aufzählung der einbezogenen Schlüsselakteure und der Art der Einbindung (zB Verteilung auf Fachbehörden etc.)

- Ankerbeispiel: DE-MODERATOR, 00:37:15.8 – 00:37:28.3; „…NPE…war ein Dialogforum zwischen Politik und Industrie…“

2.5 K2-5 Fehlende Akteure

Einschätzung der Vollständigkeit der Akteursarena und mögliche Lücken.

- Ankerbeispiel: HH-KAMMER/VERBÄNDE, 00:51:49.1 – 00:52:02.0; „…PSA/Mitsubishi, die schon Produkte hatten, wurden am Prozess nicht beteiligt…das ist rein deutsche Industriepolitik gewesen…“

2.6 K2-6 Maßnahmen und Herangehensweise

Welche Maßnahmen wurden beschlossen, was war die Gesamtherangehensweise?

- Ankerbeispiel: DE-MODERATOR, 00:30:49.5 – 00:31:03.4 „…Demonstration im Alltag, Forschung und Entwicklung an Technologien und Nachweis der Alltagstauglichkeit…“

2.7 K2-7 Treiber und Hemmnisse der Politikformulierung

Merkmale/Meinungen von Menschen oder Konstellationen, die zu- oder abträglich für die Formulierung der Politik waren

- Regel: Vor allem Merkmale, die an Einstellungen/Präferenzen von Individuen oder Gruppen hängen, die man also nicht als Projektvorschriften ändern könnte, z. B. „Ablehnung der Geschäftsführung für das Thema“
- Ankerbeispiel: DE-VERWALTUNG, 00:17:18.5 – 00:17:30.8; „…das auch wahrscheinlich den Grund hatte, dass man warten wollte, bis es deutsche Fahrzeuge gibt, die auch gekauft werden können und nicht nur französische und japanische Fahrzeuge sichtbar sind auf den Straßen…“

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

3 OK3 Implementation

3.1 K3-1 Impuls für den Akteur

Impulse/Ereignisse für das Mitwirken des Akteurs im Bereich Elektromobilität

- Regel: keine Gründe, sondern nur der ausschlaggebende Moment
- Ankerbeispiel: HH-VERWALTUNG, 00:12:02.7 – 00:12:14.7; „…wir hatten die meiste Erfahrung mit Zuwendungen usw. und so kam das Thema an uns…“

3.2 K3-2 Externe Impulsgeber

Dritte, die das Thema Elektromobilität an den Akteur herangetragen haben. Kann ein Arbeitsauftrag sein, aber auch ein Vorschlag oder eine Information.

- Ankerbeispiel: HH-HERSTELLER, 00:03:28.8 – 00:06:22.6; „wir wurden vom Vorstand angesprochen, diese Fahrzeuge in Deutschland zu vermarkten…“

3.3 K3-3 Formulierter Arbeitsauftrag

Aufgabenstellung, die als Arbeitsauftrag vermittelt wurde

- Regel: nur, wenn Arbeitsauftrag; bezogen nur auf die übergeordnete Beauftragung, keine Beschreibung von Förderauflagen als untergeordnete Auflagen
- Ankerbeispiel: DE-WISSENSCHAFT; 00:20:03.7 – 00:20:20.3; „…haben dann auch den Auftrag bekommen, Berechnungen zum Markthochlauf durchzuführen…“

3.4 K3-4 Priorität des Arbeitsauftrags

Vorgegebene Wichtigkeit des Themas innerhalb der übrigen Aufgaben des Akteurs.

- Ankerbeispiel: HH-ENERGIE, 00:14:33.0 – 00:15:07.6; „…die war damals so, dass man sich auch prominent Personal besorgt hat…“

3.5 K3-5 Mehraufwand

Mögliche zusätzliche Belastungen innerhalb der übrigen Arbeiten für den Akteur.

- Ankerbeispiel: DE-VERTRIEB, 00:12:27.9 – 00:12:38.2; „… also und das war ein Mehraufwand, der Mehraufwand, der in die Firma kam, der wurde durch die Fördergelder auch nur zum Teil abgedeckt…“

3.6 K3-6 Zusätzlich benötigte Ressourcen

Quantifizierung der zusätzlich benötigten finanziellen und personellen Ressourcen.

- Ankerbeispiel: HH-HERSTELLER, 00:09:28.6 – 00:10:46.8; „…es wurden Mechatroniker und E-Techniker für die Fahrzeuge benötigt…“

3.7 K3-7 Ressourcenbereitstellung

Bereitstellungsquelle der zusätzlich benötigen Ressourcen. Von wem, ausreichende Menge?

- Ankerbeispiel: DE-VERTRIEB, 00:17:48.8 – 00:18:03.4; „…nein, keine zusätzlichen Ressourcen, dass muss umgesetzt werden, da werden dann Autos bestellt, dann muss das umgesetzt werden, da gibt es keinen Mehrzuschlag oder Schmerzensgeld oder so…“

3.8 K3-8 Eigeninitiative Beweggründe

Gründe für die Aktivitäten des Akteurs im Bereich Elektromobilität. Gab es geänderte Rahmenbedingungen, war das Wissen vorher nicht vorhanden?

- Ankerbeispiel: DE-KAMMER/VERBÄNDE, 00:24:46.7 – 00:25:14.6; „…an der Stelle will ich die Welt verändern, sofern ich sie verändern will und nicht nur mein Leben ableben will…“

3.9 K3-9 Auflagen und Vorgaben

Mögliche Auflagen und Vorgaben für den Akteur bei seiner Arbeit.

- Regel: sowohl die Vorgaben bei Arbeitsauftrag als auch bei Förderprojekten
- Ankerbeispiel: HH-POLITIK2, 5 – 5; „…die Ladeinfrastruktur sollte auf öffentlichem Grund aufgebaut werden war die Vorgabe aus dem Senat…“

3.10 K3-10 Auswirkungen von Auflagen

Förderliche oder hemmende Wirkungen der Auflagen und Vorlagen. Welche Auflagen, welche Wirkungen?

- Regel: sowohl qualifizieren als auch nach Möglichkeit quantifizieren
- Ankerbeispiel: HH-ENERGIE, 00:35:11.3 – 00:35:15.1; „…die Fördervorgaben waren sehr komplex…“

3.11 K3-11 Soll-Ist-Abgleich

Existenz eines Soll-Ist-Abgleichs der Vorlagen. Wenn ja, in welcher Form.

- Regel: nicht von wem, sondern ob und wie
- Ankerbeispiel: HH-ENERGIE, 00:49:51.9 – 00:49:57.9; „…man wurde im Wesentlichen laufen gelassen…“

3.12 K3-12 Prüfer Soll-Ist-Abgleich

Verantwortlicher für den Soll-Ist-Abgleich.

- Regel: nicht wie, sondern wer oder durch wen
- Ankerbeispiel: DE-MODERATOR, 00:47:56.2 – 00:48:23.5; „…es gab ja eine Evaluation des Programms durch einen externen Dienstleister, der sich genau diese Fragestellung angeguckt hat…“

3.13 K3-13 Maßnahmen Planabweichungen Planer

Maßnahmen/Handlungen bei Abweichungen von den Planungen (zB durch Soll-Ist-Abgleich) auf der Planungsebene.

- Regel: aus Sicht des Auftraggebers oder der Planungsebene, wie wurde reagiert, welche veränderten Planvorgaben wurden gemacht wenn Abweichungen sichtbar wurden

- Ankerbeispiel: DE-MODERATOR, 00:13:40.2 – 00:13:52.2; „…man hat seitens der Bundesregierung erkannt, dass das Ladeinfrastrukturthema ein Bottleneck ist und da kommt jetzt zeitnah eine Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur um die Ecke…“

3.14 K3-14 Maßnahmen Planabweichungen Akteur

Maßnahmen/Handlungen bei Abweichungen von den Planungen (zB nach Soll-Ist-Abgleich). Welche Maßnahmen und auf wessen Veranlassung? Eigene Initiative oder neue veränderte Vorgaben aus der Planungsebene (wenn Auftraggeber existiert).

- Ankerbeispiel: HH-VERWALTUNG, 00:33:49.4 – 00:33:55.6; „…wenn Hersteller nicht pünktlich liefern konnten, haben wir sofort die zentrale Projektleitung angesprochen…“

3.15 K3-15 Verbesserungsmöglichkeiten Implementation Planer

Mögliche Verbesserungen für die Maßnahmenumsetzung bei zukünftigen Implementationen. Vorschläge und Erkenntnisse aus der Planungsebene oder von Auftraggebern.

- Ankerbeispiel: HH-MODERATOR, 00:33:58.1 – 00:34:39.3; „…der Trend muss dahin gehen, dass sich die Erfahrung, die an verschiedenen Stellen im Bundesgebiet gesammelt worden ist, dass die sich zusammentut, dass man nicht mehr wettbewerblich gegeneinander arbeitet, sondern dass man fusioniert, dass man Synergien schafft…“

3.16 K3-16 Verbesserungsmöglichkeiten Implementation Akteur

Mögliche Verbesserungen für die Maßnahmenumsetzung bei zukünftigen Implementationen. Vorschläge und Erkenntnisse aus der Akteursperspektive/Nutzerebene

- Regel: Dinge, die man auch per Handlungsempfehlung/Planungsbuch jemandem auf den Weg geben kann; die man verändern kann, also nicht innere Konflikte oder personenbezogene Treiber/Hemmnisse
- Ankerbeispiele: DE-VERTRIEB, 00:21:02.7 – 00:21:11.4; „…man hat dazu beigetragen, dass Elektroautos als Problem auch empfunden wurden, dadurch dass man da so einen großen Umstand draus gemacht hat…“

3.17 K3-17 Möglichkeiten für Vorschlagswesen

Möglichkeiten des Einbringens von Vorschlägen an die höherliegende Ebene. Gab es die Gelegenheit?

- Regel: für Akteure an die Ebene Politikformulierung, für Politikformulierung an die Ebene Politik, für Akteure an ihre Auftraggeber
- Ankerbeispiel: DE-VERTRIEB, 00:53:58.7 – 00:54:03.2; „… zu Förderrichtlinien oder in die Politik habe ich keinen Zugang…“

3.18 K3-18 Aufforderung zum Vorschlagswesen

Mögliche Aufforderung von höherliegender Ebene zur Einbringung von Verbesserungsvorschlägen. Wurde der Akteur/Planer angesprochen?

- Ankerbeispiel: HH-ENERGIE, 00:46:59.7 – 00:47:02.9; „…nö, es fragte keiner…“

3.19 K3-19 Anwendung Vorschlagswesen

Konkrete Form und der Adressat bei Verbesserungsvorschlägen.

- Regel: nur, wenn auch erfolgt, nicht, welche Möglichkeiten bestünden
- Ankerbeispiel: HH-KAMMER/VERBÄNDE, 00:55:53.9 – 00:56:19.9; „…wir haben mehrere Runden mit der Projektleitung gehabt…wo ich wirklich auf den Tisch gehauen habe und gesagt habe, einiges ist wirklich mittelstandsfeindlich…“

3.20 K3-20 Rezeption Vorschlagswesen

Reaktion der höherliegenden Ebene auf die Verbesserungsvorschläge. Positive oder negative Rückmeldung, Dankbarkeit? Wurde Umsetzung in Aussicht gestellt oder Follow-Up in Aussicht gestellt? Wurde nachgehakt nach Details?

- Regel: sowohl bei initiativ eingebrachten Vorschlägen als auch bei abgeforderten Rückmeldungen
- Ankerbeispiel: HH-HERSTELLER, 01:02:03.7 – 01:02:05.2; „…aber die hören dir alle nicht zu…“

3.21 K3-21 Wunschprogramm Implementation

Erläuterung, welches Gesamtvorgehen zur Einführung von Elektromobilität aus Sicht des Akteurs optimal erscheint. Wunschprogramm der Gesamtumsetzung

- Regel: Abgrenzung von Verbesserungsvorschlägen für die bestehende Implementation
- Ankerbeispiel: HH-ENERGIE, 01:06:49.3 – 01:06:58.7; „…was wirklich Sinn machen würde, ist, ich würde die Ladeinfrastruktur bei den jeweiligen Netzbetreibern verorten…“

3.22 K3-22 Treiber und Hemmnisse

Merkmale/Meinungen von Menschen oder Konstellationen, die zu- oder abträglich für die Umsetzung waren

- Regel: Vor allem Merkmale, die an Einstellungen/Präferenzen von Individuen oder Gruppen hängen, die man also nicht als Projektvorschriften ändern könnte, z. B. „Ablehnung der Geschäftsführung für das Thema“
- Ankerbeispiel: DE-VERTRIEB, 00:07:48.7 – 00:09:32.0; „…der Vorstand war offen für Innovation, und man suchte aus den wissenschaftlichen Erkenntnissen…eine Möglichkeit, wo man die Konzepte mal umsetzen kann…“

4 OK4 Akteurs-Charakterisierung

4.1 K4-1 Nutzungserfahrung E-Fzg

Fahrerfahrung des Befragten mit einem Elektrofahrzeug

- Regel: nur BEV
- Ankerbeispiel: DE-VERTRIEB, 01:09:42.4 – 01:09:52.8; „…ja, ich bin viel Elektroauto gefahren…“

4.2 K4-2 Nutzungsbewertung E-Fzg

Bewertung der Nutzung eines Elektrofahrzeugs.

- Regel: nur BEV
- Ankerbeispiel: DE-VERTRIEB, 01:08:20.4 – 01:08:25.7; „…also ich war auch schon sehr überzeugt von diesem Antriebssystem…“

4.3 K4-3 Anschaffungssbereitschaft E-Fzg.

Wahrscheinlichkeit der privaten Anschaffung eines Elektrofahrzeugs

- Ankerbeispiel: DE-WISSENSCHAFT, 00:40:37.2 – 00:40:44.1; „…mein nächstes Fahrzeug wird auch ein Elektrofahrzeug…“

4.4 K4-4 Aufpreisbereitschaft E-Fzg.

Bereitschaft für Mehrkosten bei privater Anschaffung eines Elektrofahrzeugs

- Ankerbeispiel: HH-KAMMER/VERBÄNDE, 01:09:06.9 – 01:09:14.1; „…Mehrpreis weiß ich nicht…nö…da bin ich auch Kaufmann…“

4.5 K4-5 Aufpreisbereitschaft Gründe

Gründe für die Bereitschaft für Mehrkosten bei privater Anschaffung

- Ankerbeispiel: DE-WISSENSCHAFT, 00:43:38.1 – 00:44:35.3; „…man muss es mal anschauen über die gesamten Lebenskosten und wie sich die Batteriepreise entwickeln…“

4.6 K4-6 Tätigkeitsfeld

Erläuterungen zum Tätigkeitsfeld des Befragten im Kontext der Elektromobilität

- Regel: aktuelle Tätigkeit des Befragten und nach Möglichkeit auch Tätigkeit(en) ab 2009
- Ankerbeispiel: kein Beispiel aus Anonymitätsgründen

4.7 K4-7 Aufgabenstellung

Ziele und Aufgaben des Akteurs in seinem Tätigkeitsfeld

- Regel: nach Möglichkeit auch die Ziele/Aufgaben seit 2009
- Ankerbeispiel: kein Beispiel aus Anonymitätsgründen

4.8 K4-8 Handlungsautonomie

Erläuterung der Abhängigkeiten/Rechenschaftspflichten gegenüber Dritten/Auftraggebern

- Regel: nach Möglichkeit auch seit 2009; nur offizielle Strukturen, keine Wertungen oder informelle Abläufe
- Ankerbeispiel: DE-MODERATOR, 01:15:58.6 – 01:16:01.3; „…rechenschaftspflichtig bin ich gegenüber meinem Bereichsleiter und der Geschäftsführung…“

4.9 K4-9 Vorerfahrungen

Relevante Erfahrungen im Kontext Technologieeinführung, die sich aus den bisherigen beruflichen Stationen des Befragten ergeben

- Ankerbeispiel: kein Beispiel aus Anonymitätsgründen

4.10 K4-10 Bildungsabschluss

Angaben zum (beruflichen) Bildungsabschluss des Befragten

- Ankerbeispiel: kein Beispiel aus Anonymitätsgründen

4.11 K4-11 Altersgruppe

Angaben zum Alter des Befragten in dekadischen Intervallen

- Regel: 35-45, 45-55, 55-65
- Ankerbeispiel: kein Beispiel aus Anonymitätsgründen

4.12 K4-12 Veränderungen beim Akteur

Veränderungen von Abläufen/Meinungen/Maßnahmen etc. beim Akteur aufgrund der Aktivitäten oder des Auftrags im Bereich Elektromobilität

- Regel: im Bereich Mobilität
- Ankerbeispiel: HH-KAMMER/VERBÄNDE, 00:50:41.2 – 00:50:58.5; „…das Verständnis von Mobilität hat sich bei allen Mitarbeitern verändert…“

4.13 K4-13 Bewertung der Veränderungen

Bewertung der genannten Veränderungen durch den Akteur. War vorher alles besser oder jetzt alles besser?

- Regel: in erster Linie Veränderungen beim Akteur, aber sekundär auch allgemeine Einschätzungen der Branche o.ä.
- Ankerbeispiel: HH-KAMMER/VERBÄNDE, 00:50:41.2 – 00:50:58.5; „…das ist eine tolle Sache…“

4.14 K4-14 Dauerhaftigkeit der Veränderungen

Einschätzungen zur langfristigen Änderung von Abläufen beim Akteur

- Regel: nicht nur Raten, sondern schon fundierte Einschätzungen, also gibt es Indizien dafür oder neue Regularien etc.?
- Ankerbeispiel: HH-ENERGIE, 00:18:39.1 – 00:18:51.3; „…dann ist das Personal, dadurch, dass das alles externes Know-How war, dass man sich da geleistet hatte, war natürlich auch der Know-How-Transfer, na ja, da ist nichts hängengeblieben…“

4.15 K4-15 Umweltwirkung von E-Mobilität

Einschätzung des Akteurs von den Umweltwirkungen von Elektromobilität

- Ankerbeispiel: HH-ENERGIE, 00:51:34.2 – 00:51:59.2; „…ne CO2-Reduzierung in den Ballungsgebieten…in Kombination mit den regenerativen Energien, vorzugsweise Wind und Sonne…“

4.16 K4-16 Anzahl Fahrzeuge 2020

Einschätzung des Akteurs, wie viele Elektrofahrzeuge im Jahr 2020 in Deutschland eingesetzt werden

- Regel: E-Fzg. nach Definition Bundesregierung, also BEV, REX, PHEV
- Ankerbeispiel: DE-VERTRIEB, 01:10:06.1 – 01:10:09.9; „…nein, die 1 Millionen wird nicht erreicht…“

4.17 K4-17 Anzahl Fahrzeuge 2030

Einschätzung des Akteurs, wie viele Elektrofahrzeuge im Jahr 2030 in Deutschland eingesetzt werden

- Regel: E-Fzg. nach Definition Bundesregierung, also BEV, REX, PHEV
- Ankerbeispiel: HH-HERSTELLER, 01:09:55.8 – 01:10:16.2; „…ich bin überzeugt, dass wir 2030 sogar die sechs Millionen überschreiten können, wenn der Knoten platz, wenn das ne Eigendynamik annimmt…“

4.18 K4-18 Mitwirkungsgründe Akteur

Gründe des Akteurs für das Mitwirken am Thema Elektromobilität. Welche Wünsche hatte man, welche Vorteile hat man sich erhofft?

- Regel: nur Umsetzungsakteure (keine Politik) und nur, wenn kein Arbeitsauftrag
- Ankerbeispiel: HH-FUHRPARK, 00:30:28.4 – 00:31:07.1; und damit haben wir dann angefangen…damit Werbung zu machen, dass wir mit Elektrofahrzeugen und Ökostrom unterwegs sind…haben auch tatsächlich Resonanz bekommen…das ist unbezahlbare Werbung…“

Anhang 12: Überblick über die Legislaturperioden der Hamburger Bürgerschaft seit dem Jahr 2004

Bei der Bürgerschaftswahl im Jahr 2004 kann die CDU mit 47,2 % der Wählerstimmen und 63 Sitzen eine absolute Mehrheit erringen (das bisher beste Wahlergebnis in Hamburg) und so unter Ole von Beust alleine den Senat stellen. Die SPD erzielt das schlechteste Ergebnis seit dem Zweiten Weltkrieg. Die Grüne Alternative Liste (GAL) legt auf über 10 % der Stimmen zu. Die FDP verfehlt den Einzug in die Bürgerschaft.

Nach der Bürgerschaftswahl im Jahr 2008 kommt es erstmals zu einer schwarz-grünen Koalition auf Landesebene, erneut mit Ole von Beust als Ersten Bürgermeister. Die CDU bekommt wieder die meisten Stimmen (42,6 %, jedoch weniger als im Jahr 2004). Die SPD gewinnt Stimmen dazu (34,1 %) und die GAL fiel auf 9,6 % der abgegebenen Stimmen. Die FDP verfehlt erneut die Fünf-Prozent-Hürde. Erstmals zieht die Partei Die Linke mit 6,4 % in die Bürgerschaft ein.

Nach Ole von Beusts Rücktritt und der Wahl von Christoph Ahlhaus zum Ersten Bürgermeister am 25. August 2010 beendet die GAL die Koalition vorzeitig. Daraufhin finden am 20. Februar 2011 Neuwahlen statt.

Die Bürgerschaftswahl im Jahr 2011 führt zu einer absoluten Mehrheit der SPD mit ihrem Spitzenkandidaten Olaf Scholz (48,4 %). Die CDU halbiert ihren Stimmanteil (21,9 %). Neben der GAL (11,2 %) und den Linken (6,4 %) kommt auch die FDP erstmals seit dem Jahr 2001 wieder in die Hamburger Bürgerschaft. Am 13. Februar 2013 beschließt die Bürgerschaft, ihre Wahlperiode ab der nächsten Wahl auf fünf Jahre zu verlängern.

Bei der Bürgerschaftswahl im Jahr 2015 verliert die SPD ihre absolute Mehrheit (45,6 %) und bildet daher mit den (im Jahr 2012 umbenannten) Bündnis 90 / Die Grünen (12,3 %) eine Koalition. Als sechste Partei zieht mit 6,1 % die Alternative für Hamburg in die Bürgerschaft ein. Die CDU verliert weiter an Stimmen, während FDP und Die Linke gewinnen. Erster Bürgermeister bleibt Olaf Scholz.

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

Anhang 13: Detaildarstellung der Inhalte der untersuchten Förderprogramme

Bundesebene

Integriertes Energie und Klimaprogramm

Im Jahr 2007 wird mit dem *Integrierten Energie- und Klimaprogramm* (IEKP) Elektromobilität erstmals als Baustein der Klimaschutzmaßnahmen der Bundesregierung benannt (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2007, S. 2). Da es sich um ein Eckpunktepapier handelt, ist der Detaillierungsgrad der Maßnahmen niedrig. Neben einer abgestimmten Forschungsagenda und Konzepten zum Netzlastmanagement sehen die vorgeschlagenen Maßnahmen vor allem Demonstrationsvorhaben und Feldversuche mit Elektrofahrzeugen vor (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2007, S. 43).

Konjunkturpaket II

Mit dem *Gesetz zur Sicherung von Beschäftigung und Stabilität in Deutschland*, gemeinhin bezeichnet als *Konjunkturpaket II*, versucht die Bundesregierung Mitte des Jahres 2009, die kurzfristige konjunkturelle Stärkung der deutschen Wirtschaft mit dem Fokus auf die Jahre 2009 und 2010 durch Maßnahmen zu erzielen, die langfristige Auswirkungen auf die Zukunftsfähigkeit Deutschlands haben. Für das Thema Elektromobilität werden dabei Finanzmittel in Höhe von 500 Mio. Euro zur Verfügung gestellt (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009c, S. 417), von denen 150 Mio. Euro für „Modellvorhaben und Demonstrationsprojekte im Bereich innovativer Mobilitätskonzepte“ (Titelgruppe 06, Einzelplan 891 61-622) vorgesehen sind. 130 Mio. Euro hiervon fließen in acht sogenannte *Modellregionen Elektromobilität*, in denen mit jeweils unterschiedlichen Ansätzen im Hinblick auf Fahrzeuganwendungen und Geschäftsmodelle Elektromobilität regional erprobt werden soll (NOW GmbH 2009, S. 86f.). Die acht Regionen sind Bremen/Oldenburg, Berlin/Potsdam, Hamburg, Rhein-Ruhr, Sachsen, Rhein-Main, Stuttgart und München (siehe Abbildung 70). Durch Hinzurechnen der Eigenanteile der Fördernehmer wird über dieses Programm bis zum Ende des Jahres 2011 in 70 Demonstrationsprojekten eine Gesamtinvestition von rund 300 Mio. Euro in den Modellregionen getätigt (Tenkhoff et al. 2012, S. 12).

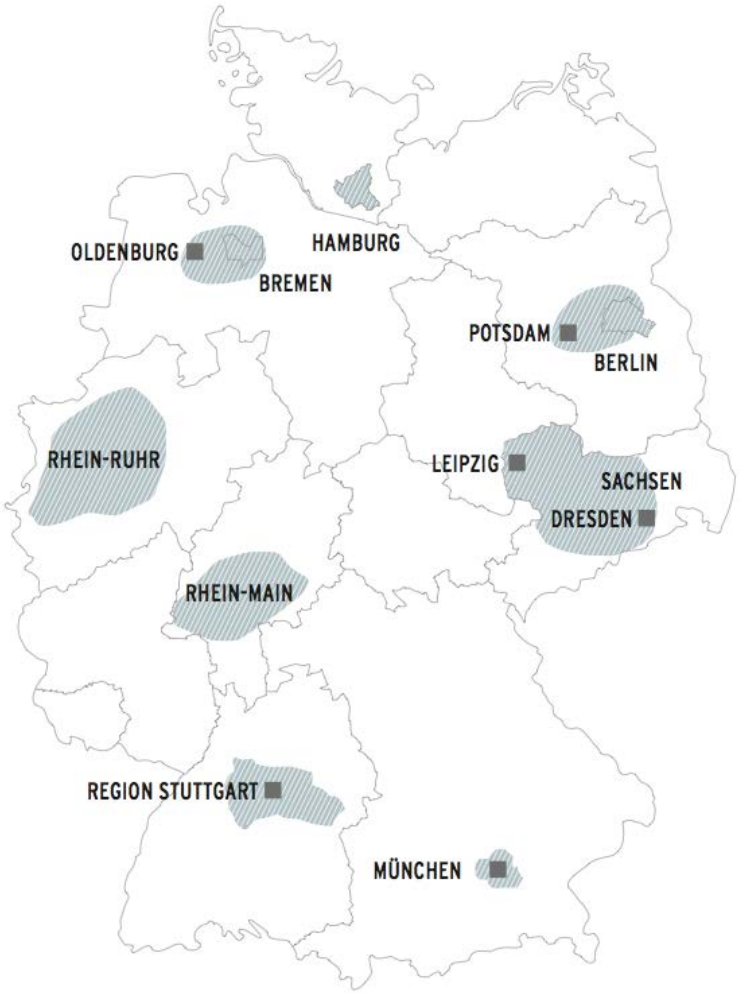


Abbildung 70: Übersicht über die im Rahmen des Konjukturpakets II selektierten acht Modellregionen Elektromobilität.

Quelle: NOW GmbH (2009, S. 87).

Inhaltliche Schwerpunkte sind der Einsatz von batteriebetriebenen oder hybridisierten Pkw, Nutzfahrzeugen, Zweirädern, Bussen und Bahnen. Fokus bei der Zusammenstellung der Projektkonsortien ist neben der Arbeit mit Herstellern auch der Einbezug kommunaler und regionaler Akteure, wie Nutzer, Dienstleister (z. B. Verkehrsunternehmen), Energieversorgungsunternehmen und Stadtwerke, um eine lokale Technologie- und Wertschöpfungsstruktur aufzubauen (Tenkhoff et al. 2012, S.12-14). Zentraler Förderschwerpunkt ist überdies der Auf- und Ausbau von Ladeinfrastruktur als marktvorbereitende Schritte (NOW GmbH 2009, S. 87).

Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität

Im August 2009 beschließt die Bundesregierung den *Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität*. Dieser umfasst ein umfangreiches, detailliertes Maßnahmenbündel für die Einführung und Etablierung von Elektromobilität in Deutschland, welches sich auf vier Kernbereiche reduzieren lässt:

- Forschungsförderung im Bereich Batterien und Antriebssysteme, als klassische Grundlagenforschung für Energiespeicher und die Entwicklung von Fahrwerks- und Energiekomponenten (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009d, S. 27-34)
- Forschungsförderung im Bereich Netzintegration, bspw. die IT-seitige Einbindung von Elektrofahrzeugen bei der Nachfrage nach Strom oder als neues Element im Erzeugermarkt (z. B. durch bidirektionelles Laden) (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009d, S. 34-35)
- Schaffung von marktförderlichen Rahmenbedingungen für Elektromobilität, z. B. die ordnungsrechtliche Bewertung oder die Entwicklung von Standards und Normen (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009d, S. 36-41)
- Marktentwicklung durch Demonstrationsprojekte für die mittelfristige Schaffung einer Nachfrage in frühen Märkten; diese Einzelmaßnahmen nehmen Bezug auf die Bereitstellung von 500 Mio. Euro aus dem *Konjunkturpaket II* (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009d, S. 24f.)

Energiekonzept 2050

Mit dem *Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung,* gemeinhin bezeichnet als *Energiekonzept 2050*, unterstreicht die Bundesregierung im Jahr 2010 die Maßnahmen des *Nationalen Entwicklungsplans Elektromobilität* und fügt hinzu, im Jahr 2011 eine Kennzeichnungsverordnung für Elektrofahrzeuge zu erlassen, die als Grundlage für eine Privilegierung von Elektrofahrzeugen nötig ist (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2010, S. 24).

Regierungsprogramm Elektromobilität

Als Fortschreibung und Konkretisierung des *Nationalen Entwicklungsplans Elektromobilität* wird im Jahr 2011 das *Regierungsprogramm Elektromobilität* durch die Bundesregierung erlassen. Darin wird Elektromobilität als ein „wichtiges Element einer klimagerechten Energie- und Verkehrspolitik“ (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b, S. 5) beschrieben und zur Etablierung Deutschlands als Leitanbieter und Leitmarkt ein Programm mit acht Maßnahmenschwerpunkten vorgestellt (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b, S. 18-58), für welches insgesamt ein Fördervolumen in Höhe von 1 Mrd. Euro zur Verfügung steht (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011b, S. 19):

- Ressortübergreifendes F&E-Programm als Grundlage für eine beschleunigte Markteinführung von Elektromobilität (Zellen und Batterien, Antriebe, Ladeinfrastruktur und Netzintegration, vereinfachte Antragsverfahren und eine einheitliche Lotsenstelle zur Koordination)
- Maßnahmen mit systemübergreifendem Ansatz („Schaufenster- und Leuchtturmprojekte“)
- Aus- und Weiterbildung
- Normen, Standards und Vorschriften
- Ladeinfrastruktur und Energieversorgung
- Rohstoffe, Materialien und Recycling

- Anreizmechanismen
  (Straßenverkehrsrechtliche Änderungen, Steuerliche Anreize)
- Internationale Kooperationen

Ergänzend zu den *Modellregionen Elektromobilität* werden im April 2012 nach einem bundesweiten Bewerbungsverfahren vier Regionen zu sogenannten *Schaufenstern Elektromobilität* ernannt. In diesen sollen „besonders innovative Elemente im Bereich der Elektromobilität in großangelegten regionalen Demonstrations- und Pilotvorhaben gebündelt und international sichtbar gemacht werden“ (NOW GmbH 2014, S.85). Bei den Regionen handelt es sich um Baden Württemberg, Berlin/Brandenburg, Niedersachsen und Bayern/Sachsen (siehe Abbildung 71), wobei es sich außer bei Niedersachsen allesamt um ehemalige Modellregionen handelt, die lediglich einem anderen Haushaltstitel zugeordnet werden.

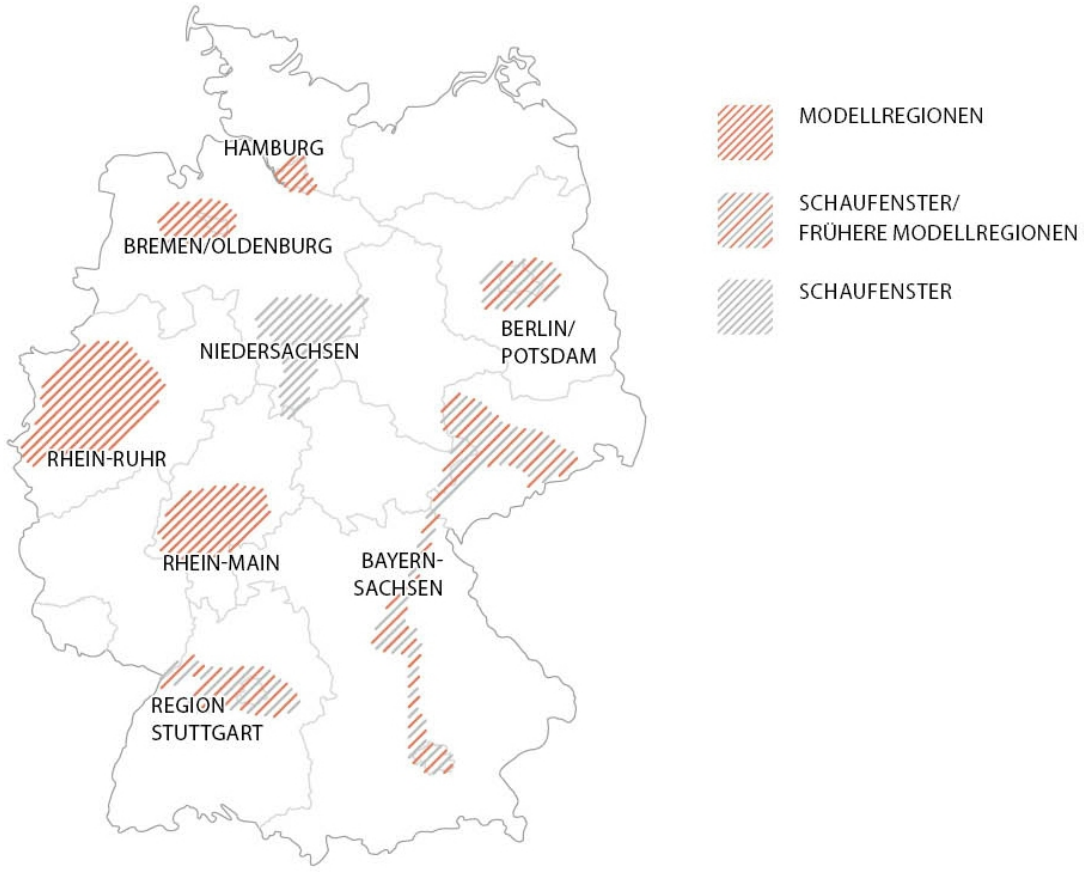


Abbildung 71: Übersicht über die Modellregionen Elektromobilität und die ab dem Jahr 2012 neu hinzugekommenen Schaufenster Elektromobilität.

Quelle: DB Rent GmbH 2018.

Für die vier *Schaufenster Elektromobilität* werden vom Bund Fördermittel in Höhe von 180 Mio. Euro zur Verfügung gestellt, die, wie die Modellregionen Elektromobilität auch, gemäß den EU-Beihilferichtlinien mit einem Eigenanteil ko-finanziert werden müssen (NOW GmbH 2014, S.85)[165].

[165] Die 180 Mio. Euro sind Teil der insgesamt für die Förderung bereitgestellten 1 Mrd. Euro Haushaltsmittel.

Zusätzlich zu den *Schaufenstern* werden zwischen den Jahren 2012-2014 vom Bund 15 Projekte als sogenannte *Leuchtturmprojekte* ausgewählt (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2014). Im Jahr 2015 kommen sieben weitere hinzu (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2015e). Als Kriterium für die Ernennung zum *Leuchtturm Elektromobilität* nennt die Bundesregierung „herausragende technologische Projekte“ in den folgenden Bereichen (ebenda):

- Antriebstechnik und Leichtbau,
- Energiesysteme und Energiespeicher,
- Informations- und Kommunikationstechnologien,
- Ladeinfrastruktur und Netzintegration,
- Mobilitätskonzepte,
- Recycling und Ressourceneffizienz.

Die Auszeichnung ist jedoch nicht mit zusätzlichen Fördermitteln verbunden.

Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie

Im Jahr 2013 wird die im Koalitionsvertrag von CDU, CSU und FDP im Jahr 2009 angekündigte (Merkel et al. 2009, S. 30) Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung (MKS) beschlossen. Um das in ihr aufgestellte Ziel, Deutschland zum „Leitmarkt“ für Elektromobilität zu etablieren, erreichen zu können, sieht sie als Maßnahme vor allem den Aufbau einer hinreichenden Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge vor (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2013, S. 29). Weiter sollen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten die Fahrzeuge zur schnellen Marktreife bringen (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2013, S. 45).

Elektromobilitätsgesetz

Im Juni 2015 wird das *Gesetz zur Bevorrechtigung der Verwendung elektrisch betriebener Fahrzeuge,* kurz *Elektromobilitätsgesetz* (EmoG), vom Bundestag verabschiedet. In dem Gesetz werden Bevorrechtigungungen für elektrisch betriebene Fahrzeuge[166] definiert. Sie umfassen sowohl den ruhenden Verkehr („Parken“) als auch den fließenden. Zu den Möglichkeiten, die das Gesetz als Ermächtigungsgrundlage[167] den Kommunen anbietet, zählen die Benutzung von Busspuren, Ausnahmen bei Zufahrtbeschränkungen oder Durchfahrtverboten und die entsprechende Kennzeichnung der bevorrechtigten Fahrzeuge.

Marktanreizprogramm Elektromobilität

Das zuvor genannte Elektromobilitätsgesetz bildet die wesentliche rechtliche Grundlage, auf Basis dessen im Mai 2016 die Bundesregierung das *Marktanreizprogramm Elektromobilität* beschließt (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016b). Das Anreizprogramm besteht aus drei Elementen:

- einer Kaufprämie für den Erwerb von Elektrofahrzeugen

166 Das EmoG definiert als elektrisch betriebenes Fahrzeug reine Batterieelektrofahrzeuge, von außen aufladbare Hybridelektrofahrzeuge (sofern es eine Kohlendioxidemission von maximal 50 Gramm je gefahrenen Kilometer hat oder die Reichweite der elektrischen Antriebsmaschine mindestens 40 Kilometer beträgt) oder ein Brennstoffzellenfahrzeug.

167 Jede Maßnahme einer Verwaltungsbehörde, vor allem ein Verwaltungsakt, darf nur aufgrund einer gesetzlichen Rechtsgrundlage durchgeführt werden. So darf eine Kommune bspw. nur in Verbindung mit dem EmoG die Mitbenutzung der Busspur zulassen.

- steuerlichen Vorteilen für Fahrzeugnutzer
- der Förderung des Aufbaus von Ladeinfrastuktur

Für die Bezuschussung des Erwerbs von Elektrofahrzeugen (rein elektrisch oder hybridisiert) über eine Kaufprämie stehen 600 Mio. Euro Fördergelder zur Verfügung, zu der noch einmal die gleiche Summe von den am Programm teilnehmenden Herstellern getragen wird (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016b, S. 6). Die Maßnahme ist zeitlich befristet bis zum Juni 2019 (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016a, S. 4).

Zusätzlich sieht das Marktanreizprogramm eine Verlängerung der Kfz-Steuerbefreiung für Elektrofahrzeuge von bisher fünf auf zehn Jahre vor sowie eine steuerliche Erleichterung für Arbeitnehmer, die ihr Elektrofahrzeug beim Arbeitgeber aufladen: den geladenen Strom sollen sie künftig nicht mehr als geldwerten Vorteil versteuern müssen (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016b, S. 6).

Der Ausbau von Ladeinfrastruktur soll mit Fördergeldern in Höhe von 300 Mio. Euro (200 Mio. Euro für Schnellladepunkte, 100 Mio. Euro für Normalladepunkte) unterstützt werden (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016b, S. 6). Diese Maßnahme ist zeitlich befristet bis zum Jahr 2020 (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017b, S. 6).

Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020

Angesichts der sich zuspitzenden Debatte um die Luftqualität in deutschen Städten[168] beschließt die Bundesregierung am 28.11.2017 ein *Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020*. „Ziel von Bund, Ländern und Kommunen ist es, Fahrverbote zu vermeiden“, sagt Kanzlerin Angela Merkel am gleichen Tag auf einer Pressekonferenz mit Vertretern von Städten und Kommunen in Berlin (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2017f). Das *Sofortprogramm* umfasst Fördermittel in Höhe von 1 Mrd. Euro[169], die auf die folgenden Kernbereiche verteilt sind[170]:

- Elektrifizierung des Verkehrs (Kommunale Fahrzeugflotten, Lieferverkehr, ÖPNV, Ladeinfrastrukturaufbau) (393 Mio. Euro)
- Nachrüstung von Diesel-Bussen im ÖPNV (Abgasbehandlung) (107 Mio. Euro)
- Digitalisierung (Verkehrsdatenerfassung, Parkleitsysteme, Fahrgastinformationssysteme) (500 Mio. Euro)

Das Programm nutzt dabei größtenteils bestehende Förderrichtlinien anderer Programme und stattet diese mit weiteren Mitteln und längeren Laufzeiten aus.[171] Es ist bis zum Ende des Jahres 2020 befristet.

---

168 Das Bundesverwaltungsgericht weist am 27. Februar 2018 die Revisionen der Länder Nordrhein-Westfalen (BVerwG 7 C 26.16) und Baden-Württemberg (BVerwG 7 C 30.17) gegen die in den Städten Düsseldorf und Stuttgart ergangenen Urteile ab, welche zuvor Fahrverbote für ältere Dieselfahrzeuge als ein geeignetes Mittel zur Einhaltung der Luftreinhaltungsziele in Städten zuließ. Mehr zum Hintergrund des Klageweges bei der Deutschen Umwelthilfe (Deutsche Umwelthilfe 2018).

169 Das Programm war ein Ergebnis des „Dieselgipfels“ am 02.08.2017 zwischen Bundesregierung und Vertretern der Automobilindustrie, bei dem der Bund zu den bereitgestellten 500 Mio. Euro Fördermitteln die Industrie zur hälftigen Beteiligung i.H.v. 250 Mio. Euro verpflichtete, und eines ‚Kommunalgipfels’ am 04.09.2017 zwischen Bundesregierung und Vertretern von Städten und Gemeinden, bei dem der Bund erneut 500 Mio. Euro Fördermittel in Aussicht stellte.

170 Eine Entwurfsübersicht der Programminhalte ist zu sehen bei Legaltech One GbR (2017), eine Chronologie des Entscheidungsprozesses findet sich bei Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (2017g).

171 Eine Übersicht über die Förderprogramme und Richtlinien, derer sich das Sofortprogramm bedient, findet sich bspw. in Deutscher Bundestag (2018).

Landesebene

Hamburger Klimaschutzkonzept

In Reaktion auf die im 4. Sachstandsbericht des IPCC veröffentlichten Erkenntnisse zum Klimawandel und in Anlehnung an die auf europäischer und nationaler Ebene verabschiedeten Programme hat die Bürgerschaft der Stadt Hamburg im Jahr 2007 das *Hamburger Klimaschutzkonzept 2007-2012* verabschiedet. Ziel des Konzeptes ist es, in diesem Zeitraum den Ausstoß von CO_2-Emissionen um zwei Millionen Tonnen zu reduzieren (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2011a, S.4-7). Als eine Umsetzungsaktivität im Handlungsschwerpunkt Mobilität wird darin der modellhafte Einsatz von Hybrid-Fahrzeugen im Taxigewerbe benannt (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2011a, S.29). Im Rahmen der ersten Fortschreibung des Klimaschutzkonzeptes im Jahr 2008 wird das Thema erweitert und die „Entwicklung von Programmen für innovative Antriebstechniken im Kraftfahrzeugverkehr" – wozu auch batteriebetriebene Elektromobilität gehört – als eine neue Aktivität aufgeführt (Hamburgische Bürgerschaft 2008, S.84), die jedoch zunächst als Prüfauftrag formuliert wird. In der zweiten Fortschreibung des Klimaschutzkonzepts für die Jahre 2009/2010 erfolgt dann die Konkretisierung der Umsetzung im Rahmen der (zu diesem Zeitpunkt bereits bewilligten) *Modellregion Elektromobilität* Hamburg (Hamburgische Bürgerschaft 2009, S.90). Anlässlich der zweiten Fortschreibungsdrucksache hat der Senat zudem die zuständigen Behörden beauftragt, rechtlich sicherzustellen, dass eine Sondernutzungserlaubnis zur Errichtung von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge im innerstädtischen öffentlichen Straßenraum in Hamburg nur dann erteilt wird, wenn regenerativ erzeugter Strom angeboten wird. Überdies wird beabsichtigt, mittels einer Bundesratsinitiative im Straßenverkehrsgesetz (StVG) eine Ermächtigungsgrundlage zu schaffen, mit der in der Straßenverkehrsordnung (StVO) bundeseinheitlich geregelt werden kann, dass Elektrofahrzeuge an öffentlichen Ladesäulen priviligiert parken dürfen und Falschparker entfernt werden können. In der letzten Fortschreibung des Klimaschutzkonzeptes im Dezember 2011 wird neben den fortzuführenden Aktivitäten im Rahmen der *Modellregion Elektromobilität* als eine weitere Maßnahme die Bewerbung der Stadt Hamburg als S*chaufenster Elektromobilität* festgelegt (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2011b, S.24).

Masterplan Klimaschutz

Als Fortführung des *Hamburger Klimaschutzkonzeptes* wird im Jahr 2013 der *Masterplan Klimaschutz* verabschiedet. Dieser benennt die für den Klimaschutz wesentlichen Handlungsfelder und hierin abgebildeten Maßnahmen zur schrittweisen Erreichung des Hamburger CO_2-Minderungsziels von 80 % bis zum Jahr 2050 (Hamburgische Bürgerschaft 2013, S. 2-3). Relevante Handlungsfelder im Masterplan zur Förderung des Klimaschutzes sind neben „Mobilität und Verkehr" unter anderem „Energie und Energieversorgung", „Integrierte Betrachtung Klimaschutz: Stadtentwicklung" sowie „Integrierte Betrachtung Klimaschutz: Anpassung an den Klimawandel" (Hamburgische Bürgerschaft 2013, S.3ff.). Als Maßnahmen im Handlungsfeld Mobilität und Verkehr werden die Attraktivitätssteigerung umweltverträglicher Verkehrsmittel und -systeme genannt. Somit liegt der Schwerpunkt der Verkehrsplanung im Personen- und Güterverkehr „auf den Verlagerungspotenzialen auf umweltfreundliche Verkehrsmittel sowie in der Verbesserung und dem Ausbau des ÖPNV als Rückgrat der Mobilität in der Metropole, die Markteinführung und Marktdurchdringung von emissionsarmen Antrieben, die kontinuierliche Förderung des Fuß- und Radverkehrs sowie ein umfassendes Mobilitäts- und Verkehrsmanagement […]." (Hamburgische Bürgerschaft 2013, S.16f.). Als konkrete Maßnahmen im Bereich Elektromobilität werden die Fortführung der bisher angelaufenen Projekte *Wirtschaft am*

Strom, *e-Quartier Hamburg* und *Hamburg Intermodal* benannt, an denen sich die Stadt Hamburg an der Finanzierung anteilig beteiligt.

Der Masterplan Klimaschutz bewertet zudem jede Einzelmaßnahme hinsichtlich ihres prognostizierten CO_2-Minderungspotenzial, mit dem sie zum Hamburger Klimaschutzzwischenziel bis zum Jahr 2020, der Einsparung von zwei Millionen Tonnen Kohlendioxid, beiträgt. Das CO_2-Minderungspotenzial der drei Elektromobilitätsprojekte wird dabei mit ca. 5 500 t pro Jahr beziffert (Hamburgische Bürgerschaft 2013, S.17).

Luftreinhalteplan

Hamburg ist gemäß dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) und nachgeordneten Verordnungen bzw. der EU-Luftqualitätsrichtlinie dazu verpflichtet, bestimmte Luftschadstoffe in der Stadt kontinuierlich zu messen. Zu diesen Luftschadstoffen gehören u. a. Stickstoffoxide, Feinstaub, Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid, Ozon und Benzol. Werden festgelegte Grenzwerte für die genannten Schadstoffe überschritten, ist es erforderlich, einen Luftreinhalteplan zu erstellen und damit Maßnahmen zur Reduzierung dieser Schadstoffe zu entwickeln. Aufgrund mehrerer Überschreitung der zulässigen Grenzwerte für Stickstoffdioxid (NO_2) an städtischen Luftmesspunkten wurde im Jahr 2004 der erste *Luftreinhalteplan* für die Stadt Hamburg erlassen. In dessen 1. Fortschreibung stellt die federführende Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (BSU) im Jahr 2012 fest, dass die kritischen Grenzwertüberschreitungen bei NO2 und PM10 in Hamburg hauptsächlich durch den Verkehr verursacht werden und stellt als Antwort darauf folgende Handlungsschwerpunkte vor (Böhm und Wahler 2012, S. 8):

- Ausbau des ÖPNV (Kapazitätsausbau, Vorrang, Emissionsreduzierung)
- Markteinführung und Marktdurchdringung von emissionsarmen und emissionsfreien Antrieben (E-Mobilität, Wasserstoff- und Wasserhybridfahrzeuge, Erdgas als Kraftstoff) im ÖPNV, im MIV und im innerstädtischen Wirtschaftsverkehr
- Ausbau des Mobilitätsmanagements und Verbesserung des Verkehrsmanagements
- Verminderung der Emissionen des Schiffsverkehrs und emissionsärmere Kraftstoffe für Schiffsantriebe
- Umsetzung der Energiewende

Im Handlungspaket *Innovative Fahrzeugtechnologien und schadstoffarmer Fuhrpark* werden die bestehenden Elektromobilitätsprojekte im Rahmen der *Modellregion Elektromobilität Hamburg* als bereits laufende Maßnahmen im Sinne des Luftreinhalteplans benannt (Böhm und Wahler 2012, S. 71). Zusätzlich wird, um die hohen Stickoxidemissionen von Dieselfahrzeugen zu vermeiden, für Behördenfuhrparks auf eine Beschaffungsleitlinie verwiesen, welche bei der Ersatzbeschaffung von Dieselfahrzeugen die alternative Beschaffung von Erdgas- oder Elektrofahrzeugen vorschreibt (Böhm und Wahler 2012, S. 128). Als weitere Aktivitäten werden im Luftreinhalteplan der probeweise Einsatz von Bussen mit Elektroantrieb sowie die Vergabe eines Umweltsiegels an Taxiunternehmen vorgeschlagen, wenn diese Elektrofahrzeuge einsetzen (Böhm und Wahler 2012, S. 130ff.). Für den ÖPNV wird an dieser Stelle auch die ausschließliche Beschaffung von emissionsfreien Bussen ab dem Jahr 2020 in Hamburg festgeschrieben (Böhm und Wahler 2012, S. 130).

In Zusammenarbeit mit der Hamburger Handwerkskammer und der Handelskammer Hamburg wird unter dem Titel *Partnerschaft für Luftgüte und schadstoffarme Mobilität* die Initiierung von Projekten zur Beschaffung von emissionsarmen Fahrzeugen als Aufgabe benannt. Konkret wird als eines der ersten Projekte in diesem Maßnahmenpool der geplante Einsatz von 1 000 Elektrofahrzeugen beim Hamburger Handwerk erwähnt (Böhm und Wahler 2012, S. 128).

Lärmaktionsplan

Ebenso wie das Thema Luftreinhaltung ist auch die Verminderung der Geräuschemissionen Teil des Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) bzw. wird durch die EU-Umgebungslärmrichtlinie reguliert. Daher findet in Hamburg seit dem Jahr 2005 eine Lärmminderungsplanung statt, welche die Erstellung von Lärmkarten und die Aufstellung von Lärmaktionsplänen umfasst. Der im Jahr 2007 erlassene *Strategische Lärmaktionsplan Hamburg* sieht unter anderem die Förderung von Fahrzeugen mit alternativen Antriebskonzepten (z. B. Hybridantrieb) und damit (lärm)emissionsarmer Fahrzeugtechnik als eine Maßnahme zur Lärmminderung vor, stellt hierfür aber keine eigenen Mittel bereit, sondern verweist nur auf bestehende Projekte im Hamburger Klimaschutzkonzept (Sachau et al. 2008, S.95, Anhang V).

Auch in der Fortschreibung des Hamburger Lärmaktionsplans im Jahr 2013 wird Elektromobilität zwar als eine Maßnahme im Sinne der Lärmreduktion angeführt, es findet aber nur der Verweis auf bestehende oder geplante Projekte im Rahmen der *Modellregion Elektromobilität Hamburg* statt (Ohm et al. 2013, S. 15f.).

Mobilitätsprogramm 2013

Im Jahr 2013 verabschiedet der Hamburger Senat sein *Mobilitätsprogramm 2013*, in welchem, basierend auf der darin beschriebenen verkehrlichen Ausgangslage, die zukünftigen Handlungsfelder in der Hamburger Verkehrsplanung nebst den für ihre Umsetzung erforderlichen Handlungspakete skizziert werden. Allerdings beinhaltet das Mobilitätsprogramm „keine Konkretisierung, Priorisierung und Operationalisierung von Zielen“ (Krstanoski 2013, S.5), sondern soll als Grundlage für die Erarbeitung eines neuen Verkehrsentwicklungsplans (VEP) dienen, da der letzte VEP im Jahr 2004 erlassen wurde. Somit dient das *Mobilitätsprogramm 2013* als „Interims-Programm“ bis zum Vorliegen eines neuen VEP und formuliert bis dahin die verkehrlichen Maßnahmen der Hamburger Verkehrsplanung. Elektromobilität wird dabei als eines von vier zentralen Handlungsfeldern in der zukünftigen Hamburger Verkehrspolitik angeführt. Aufbauend auf den bisher abgeschlossenen Projekten der *Modellregion Elektromobilität* stellen die neu angelaufenenen Projekte die aktuellen Maßnahmen gemäß dem *Mobilitätsprogramm 2013* dar und werden folgenden Themenschwerpunkten zugeordnet:

- Wirtschaftsverkehr (Verweis auf das Projekt *Wirtschaft am Strom*)
- Quartiersentwicklung (Verweis auf das Projekt *e-Quartier Hamburg*)
- Intermodale Verknüpfung (Verweis auf das Projekt *HansE*)
- ÖPNV (Verweis auf das Projekt *BEEDeL*)

Masterplan Ladeinfrastruktur

Der im Jahr 2014 beschlossene *Masterplan zur Weiterentwicklung der öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Hamburg*, kurz *Masterplan Ladeinfrastruktur*, soll als Basis für ein „ausgewogenes Verhältnis zwischen öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur und dem sukzessive gesteigerten elektromobilen Fahrzeugaufkommen“ dienen (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2014, S.2). Das Programm stellt somit eine zentrale Maßnahme für den Ladeinfrastrukturaufbau dar und soll dabei die verschiedenen Aspekte einer solchen Weiterentwicklung, u. a. die erwartete Fahrzeuganzahl oder zukünftige Fahrzeugtechnologien, berücksichtigten. Der bis zum Jahr 2016 aufgezeigte Bedarf für die Schaffung von 592 neuen Ladepunkten in Hamburg soll „bedarfsgerecht“ realisiert werden (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2014, S.4).

Hamburger Klimaplan

Im Dezember 2015 wird von der Bürgerschaft der *Hamburger Klimaplan* beschlossen (Hamburgische Bürgerschaft 2015). Dieser weist als Maßnahmen zur Erreichung der städtischen Klimaziele u. a. die Steigerung des Anteils elektrisch betriebener Pkw im städtischen Fuhrpark („Kernverwaltung“) auf 50 % bis zum Jahr 2020 vor. Öffentliche Unternehmen (also minderheits- oder mehrheitsbeherrschte), die bisher schon elektrische Fahrzeuge einsetzen, sollen diesen Anteil im gleichen Zeitraum auf 35 % steigern, wobei hier auch die Fahrzeugklasse der leichten Nutzfahrzeuge bis 3,5 Tonnen zulässiges Gesamtgewicht mit einbezogen wird. Insgesamt sollen bis zum Jahr 2020 die Hälfte aller öffentlichen Unternehmen zumindest überhaupt elektrische Fahrzeuge im Fuhrpark betreiben (Hamburgische Bürgerschaft 2015, S. 38). Durch die Direktivgewalt des Senats auf seine Behörden können diese Maßnahmen als Ziele und Maßnahmen zugleich gelten (quantitatives Politikziel im Sinne der übergeordneten Klimapolitik). Dies trifft jedoch auf den an gleicher Stelle geplanten verstärkten Einsatz von Elektrofahrzeugen im Taxigewerbe und Wirtschaftsverkehr nicht zu (Hamburgische Bürgerschaft 2015, S. 38). Zwar sind diese beiden Elemente im *Klimaplan* auch explizit als Maßnahmen ausgewiesen, stellen aber mangels Aufzeigen von konkreten Handlungsschritten und Durchsetzungsoptionen keine wirklich direkt implementierbaren Maßnahme, sondern vielmehr ein Politikziel dar. Gleiches trifft auf die aufgeführte Erweiterung der öffentlichen Schnellladeinfrastruktur theoretisch auch zu, allerdings wird dieses Ziel durch den ein Jahr zuvor verabschiedeten *Masterplan Ladeinfrastruktur* bereits hinreichend aufgegriffen.

Mobilität in Hamburg

Als Teil der kontinuierlichen Verkehrsentwicklungsplanung in Hamburg wird am 31.01.2017 vom Senat und der Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg das Programm *Mobilität in Hamburg* beschlossen. Als Maßnahme zur Erreichung der Hamburger Klimaziele führt das Programm den verstärkten Einsatz von Elektrofahrzeugen im ÖPNV und in öffentlichen Fuhrparks der Stadt an, verweist aber im Hinblick auf die dafür geltenden Zielzahlen auf den *Hamburger Klimaplan* (siehe oben) und formuliert auch weiter keine eigenen Umsetzungschritte, wie der angestrebte Anteil in den Fuhrparks erreicht werden kann.

Ausbau der Elektromobilität in Hamburg

Der weitere Ausbau der Hamburger öffentlichen Ladeinfrastruktur im Anschluss an den Geltungszeitraum des *Masterplans Ladeinfrastruktur* wird im September 2017 im Rahmen einer Nachbewilligung von Haushaltsmitteln beschlossen. Die Drucksache ist daher deutlich weniger grundsätzlich als die zuvor genannten politischen Programme, hat aber in Bezug auf die Ladeinfrastruktur durchaus einen Programmcharakter. So sieht sie Bereitstellung von 1 000 Ladepunkten bis Anfang des Jahres 2019 vor, zusätzlich sollen 150 Ladepunkte auf exklusiv durch Car-Sharing-Fahrzeuge nutzbaren Flächen errichtet werden (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2017c, S. 17). Dafür werden für das Haushaltsjahr 2017/2018 15 Mio. Euro aus Mitteln der Stadt Hamburg bereitgestellt und ein Mittelbedarf für den Betrieb der Ladepunkte von jährlich 2,2 Mio. Euro in den Jahren 2019-2024 ausgewiesen.

Die Drucksache geht auch auf den weiteren geplanten Einsatz von Elektrofahrzeugen ein, bezieht sich aber hinsichtlich des Ausbaus von elektrischen Flotten in öffentlichen Fuhrparks (Kernverwaltung, öffentliche Unternehmen) auf die im *Hamburger Klimaplan* formulierten Ziele (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2017c, S. 9) und stellt keine eigenständigen, neuen Umsetzungsaktivitäten dar. Auch in Bezug auf den verstärkten Einsatz von Elektrofahrzeugen im Wirtschaftsverkehr

oder der Quartiersentwicklung werden keine eigenständigen Handlungspakete beschlossen (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2017c, S. 11-16). Stattdessen wird auf die Bedeutung von Förderprojekten verwiesen, weshalb Haushaltsmittel für die weitere Finanzierung der Koordinierungsgesellschaft hySOLUTIONS im Haushalt bewilligt werden werden (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2017c, S. 14).

Green City Plan Hamburg

Als Umsetzung der im *Sofortprogramm Saubere Luft* der Bundesregierung (siehe oben) bereitgestellten Mittel sind all diejenigen Städte und Kommunen, in denen die EU-Grenzwerte für Luftqualität überschritten wurden, aufgerufen, einen individualisierten *Masterplan für die Gestaltung nachhaltiger und emissionsfreier Mobilität* (Green City Plan) zu erstellen, welcher die geplanten Schritte zur Verbesserung der Luftgüte und der dadurch erhofften Verbesserungen skizziert. Als Umsetzungsschritte benennt der von der Stadt Hamburg im Mai 2018 vorgelegte Masterplan die Elektrifizierung von innerstädtischen Taxiflotten (im Bereich ÖPNV) und mehrere Projekte mit Elektrofahrzeugen im Bereich des Wirtschaftsverkehrs wie auch den Ausbau der öffentlichen und die Förderung von privat zugänglicher Ladeinfrastruktur (Freie und Hansestadt Hamburg 2018, S. 45-49). Einige der im Handlungspaket aufgeführten Aktivitäten weisen dabei inhaltliche Übereinstimmungen mit bereits verabschiedeten Umsetzungsschritten auf, da der Green City Plan eine Gesamtschau der Hamburger Aktivitäten bereithält.

Anhang 14: Detaildarstellung der Raumstrukturzuordnung und siedlungsstruktureller Kreistypen in Hamburg und der Metropolregion

Hamburg und die Metropolregion

Die Metropolregion Hamburg besteht aus der Stadt Hamburg und 20 weiteren Landkreisen und kreisfreien Städten. Die nachfolgenden Raumtypisierungen erfolgen nach der für verkehrliche Fragestellung häufig verwendeten Einordnung in die *Siedlungsstrukturellen Kreistypen* (SSKT) des Bundesamtes für Bau-, Stadt- und Regionalforschung (BBSR; vgl. www.raumbeobachtung.de, nur online) aus dem Jahr 2009 (vgl. Follmer et al. 2010b, S. 39). Die Zuordnung der Kreise in der Metropolregion Hamburg zeigt Abbildung 72. Zu erkennen ist das Vorhandensein aller Raumtypen auf dem Gebiet der Metropolregion, zum Stadtgebiet Hamburg hin mit einer starken Verdichtungstendenz.

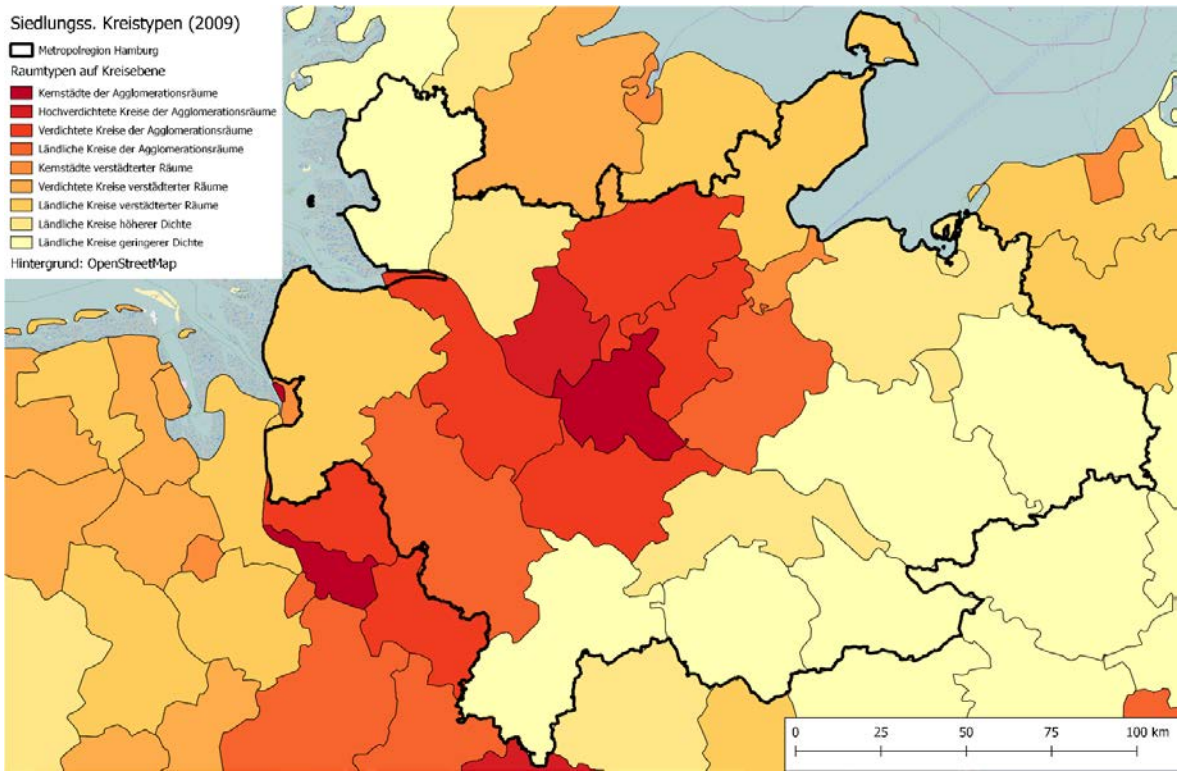


Abbildung 72: Siedlungsstrukturelle Kreistypen (2009) nach BBSR in der Metropolregion Hamburg.

Quelle: eigene Darstellung.

Wie Abbildung 72 aber auch deutlich macht, ist die Nutzung der Raumtypisierung nach SSKT für die Gewinnung von räumlich detaillierten Aussagen für Hamburg und die unterschiedlichen siedlungsstrukturellen Gegebenheiten nicht möglich. Hier kann die vom deutschen Verkehrsministerium aktuell (Stand Februar 2018) durchgeführte Untersuchung *Mobilität in Deutschland 2016* (MiD 2016) mit ihrer im Vergleich zu den Vorgängeruntersuchungen leicht abgeänderten Systematik nach Fertigstellung hoffentlich neue Einblicke ermöglichen (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017k, S. 23). Neben den Merkmalen *Lage* und *Stadt-/Gemeindetyp* ergänzt vor allem die neu in MiD 2016 eingeführte *Zentralität* der Gebiete die bereits aus den SSKT bekannten Indikatoren Ein-

wohnerdichte und zentralörtliche Stellung. Durch die Nutzung der Gemeinde- statt der Kreisebene steigt die Anzahl der Raumeinheiten von etwa 500 Kreisen auf über 10 000 Gemeinden (vgl. Statistisches Bundesamt 2016b). Da diese jedoch weiterhin vergleichsweise große Einheiten sind, beschreiben die Raumtypen in kreisfreien Großstädten weiterhin sehr heterogene Gebiete. Daher wurde dort zusätzlich auf Stadtteilebene klassifiziert. Jedem Stadtteil wird einer von drei innerstädtischen Raumtypen zugewiesen: *Innenstadt*, *Innenstadtrand* sowie *Stadtrand*. Grundlage ist eine Einschätzung der räumlichen Lage eines Stadtteils in Relation zum Hauptzentrum der Stadt, welche auf der subjektiven Bewertung festgelegter Kriterien durch Experten erfolgt (Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung 2017). Diese Bewertung kann beispielsweise bei dem geplanten Ausbau der Ladeinfrastruktur oder der Ausweisung gesonderter Parkflächen für elektrisches Carsharing eine Rolle beim Markthochlauf von Elektromobilität spielen.

Nach der für die MiD 2016 genutzten Systematik fallen in der Metropolregion nur Hamburg und Lübeck in die Kategorie „sehr zentrale Großstädte“. Innerhalb dieser dominiert der innerstädtische Raumtyp *Stadtrand*. In Hamburg zählen 75 der 104 Stadtviertel zum Raumtyp *Stadtrand*. Der *Stadtrand* grenzt teilweise bereits unmittelbar an den innerstädtischen Raumtyp *Innenstadt*, beispielsweise der Stadtteil Veddel auf der Südseite der Elbbrücken. Der innerstädtische Raumtyp *Innenstadt* besteht in der Metropolregion Hamburg hingegen aus nur sieben Stadtteilen. Abbildung 73 zeigt detailliert die Zuordnung der Hamburger Stadtteile zu den innerstädtischen Raumtypen. Der größte Teil des Stadtgebietes lässt sich demnach dem *Stadtrand* zuordnen.

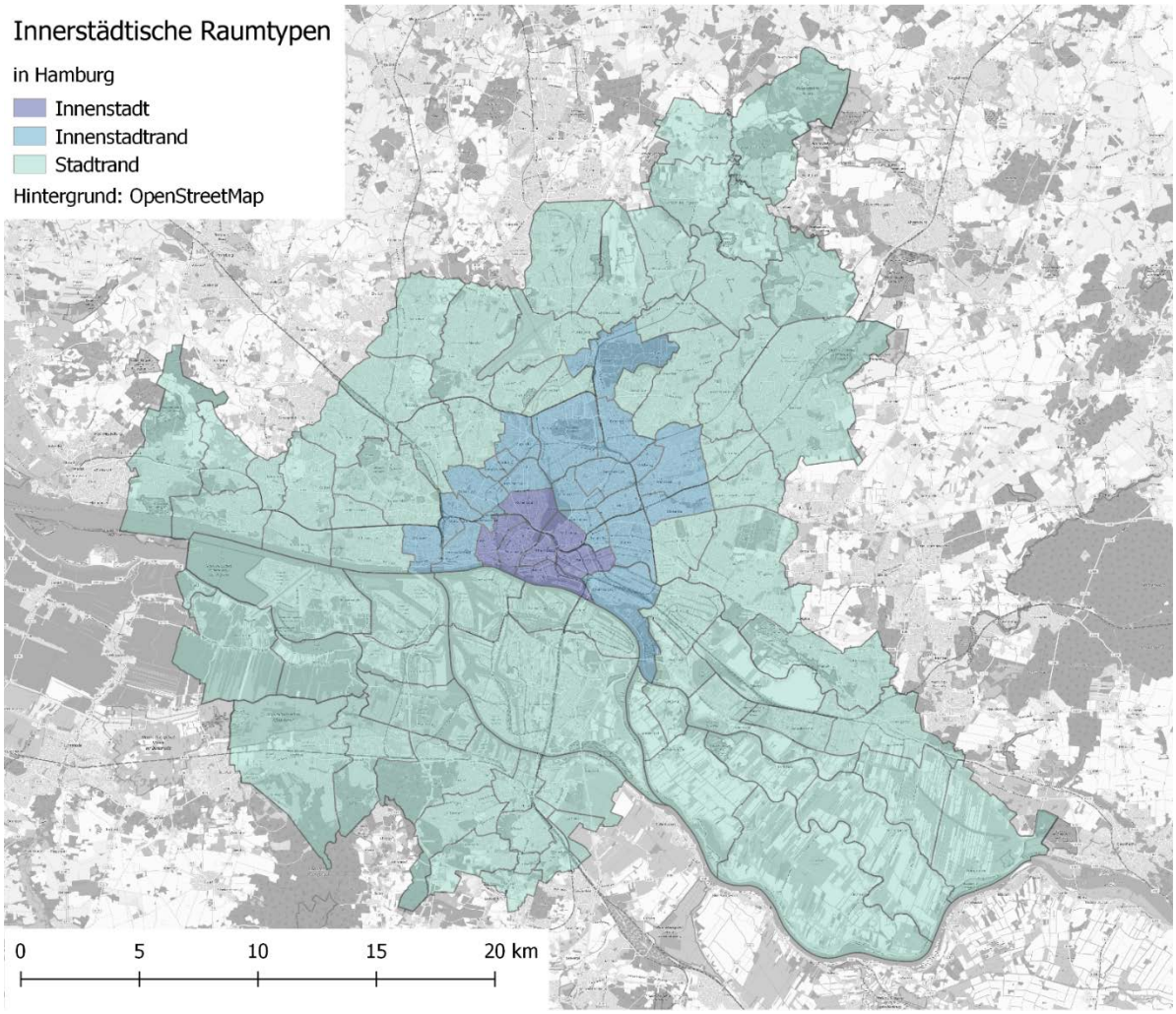


Abbildung 73: Innerstädtische Raumtypen nach Systematik der Innerstädtischen Raumbeobachtung (IRB) in Hamburg.

Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage von Daten des Statistischen Bundesamtes (2018b).

Anhang 15: Detaildarstellung der Branchenstruktur in Hamburg und Deutschland

Das Einsatzpotenzial batterieelektrischer Fahrzeuge ist abhängig von einer Reihe von Faktoren, besonders aber vom Einsatzzweck des Fahrzeugs. In der gewerblichen Anwendung werden je nach Branche Fahrzeuge für reinen Personentransport oder für Warentransport oder beides benötigt. Branchen mit beispielsweise hohen Anteilen von Schwerlast- oder Sonderfahrzeugen (Speditionen, Entsorgungsbetriebe) haben bei dem aktuellen Fahrzeugangebot von Elektrofahrzeugen dabei nur bedingt Anwendungsmöglichkeiten für Elektrofahrzeuge, weshalb im folgenden die Branchenstrukturen in Hamburg und als Vergleich in Deutschland dargestellt werden sollen.

Abbildung 74 zeigt die Anzahl von Unternehmen mit jeweiliger Zuordnung zu einem Wirtschaftszweig. In Hamburg sind die meisten Unternehmen aus dem Wirtschaftszweig *Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen* (Kategorie M), gefolgt vom *Handel* (G).

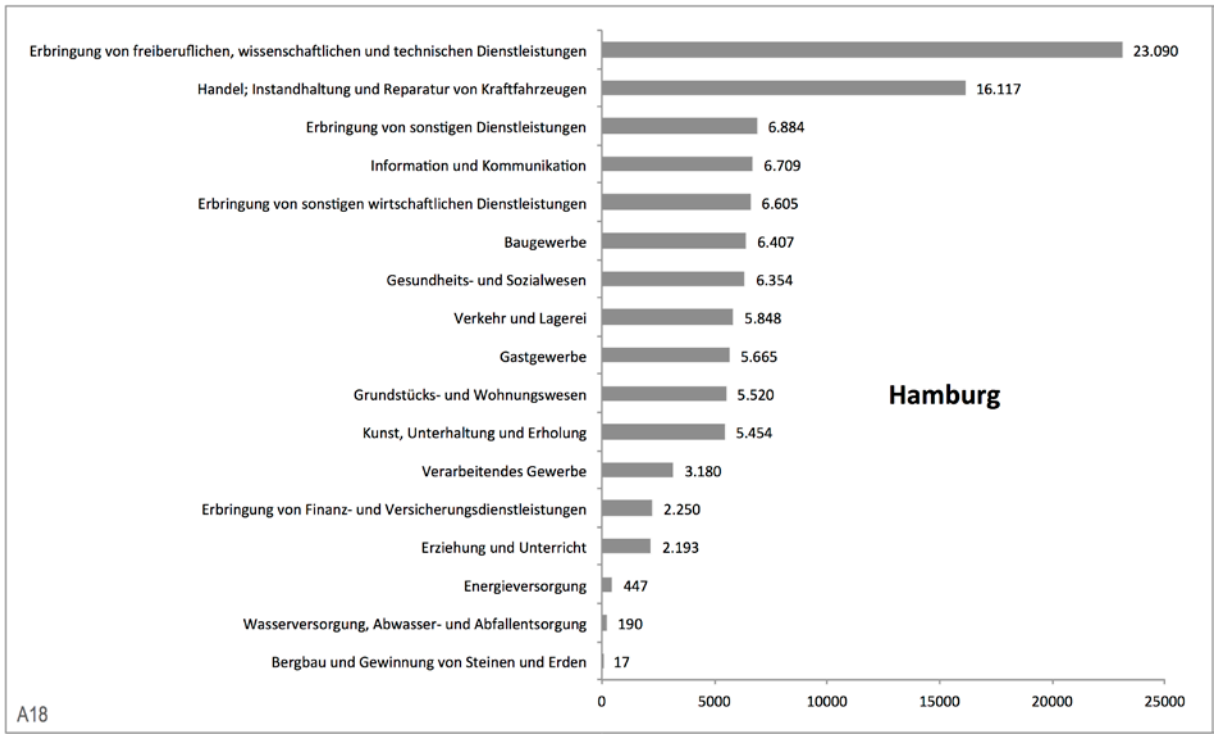


Abbildung 74: Unternehmen und Betriebe in Hamburg nach Wirtschaftszweigen (Klassifikation WZ 2008). Stichtag 30.09.2017.

Quelle: eigene Darstellung mit Daten von Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2017).

Abbildung 75 zeigt die Verteilung der Unternehmen nach Wirtschaftszweigabschnitten in Deutschland. Auch hier dominieren Handel und Dienstleistungen, wobei der *Handel* (G) noch vor der *Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen* (M) rangiert und – im Gegensatz zu Hamburg – vom *Baugewerbe* (F) gefolgt wird.

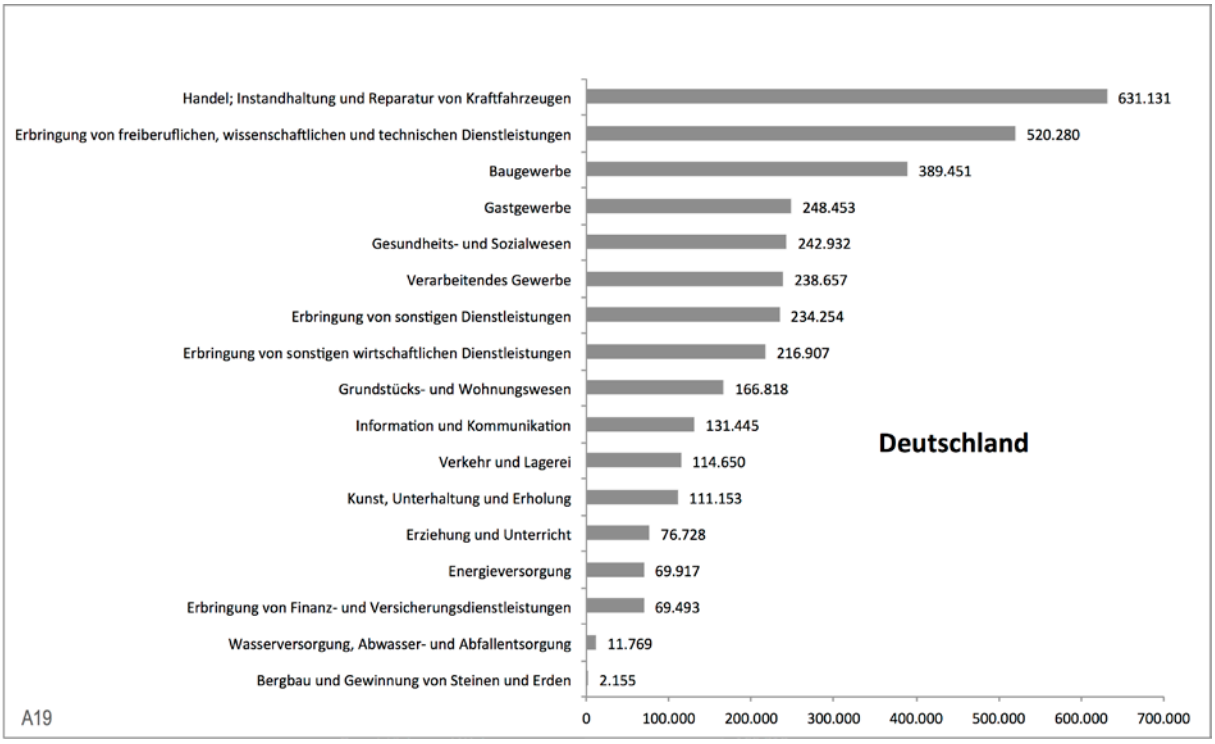


Abbildung 75: Unternehmen und Betriebe in Hamburg nach Wirtschaftszweigen (Klassifikation WZ 2008). Stichtag 30.09.2017.

Quelle: eigene Darstellung mit Daten von Statistische Ämter des Bundes Bund und der Länder (2015).

Zum einen wird die Entscheidung für die Anschaffung eines Elektrofahrzeugs durch die Tätigkeit eines Unternehmens, also den Fahrzeugeinsatzzweck bestimmt. Zum anderen können wirtschaftliche Faktoren auch eine Rolle spielen, da die Fahrzeuge gerade in der Markteinführung oftmals noch teurer sind als herkömmliche Fahrzeugtechnologien (Focus 2008). Um die wirtschaftliche Relevanz der in Abbildung 74 und Abbildung 75 aufgeführten Wirtschaftssektoren in Hamburg und Deutschland besser in Relation setzen zu können, werden im Folgenden die Bruttowertschöpfungsanteile nach Wirtschaftszweigen dargestellt.

Der Anteil des Dienstleistungssektors an der Bruttowertschöpfung liegt in Hamburg bei über 80 %, während er im deutschlandweiten Durchschnitt nur ca. 70 % ausmacht (Abbildung 77). In Hamburg hatten im Jahr 2016 die Wirtschaftszweige *Handel*, *Verkehr und Lagerei*, *Gastgewerbe*, *Information und Kommunikation* einen Anteil von 31,8 % an der Bruttowertschöpfung und liegen damit 10 % über dem Bundesdurchschnitt, wohingegen das *Verarbeitende Gewerbe* in Hamburg eine geringere Relevanz hat (vgl. auch Försterling et al. 2016, S. 76f.).

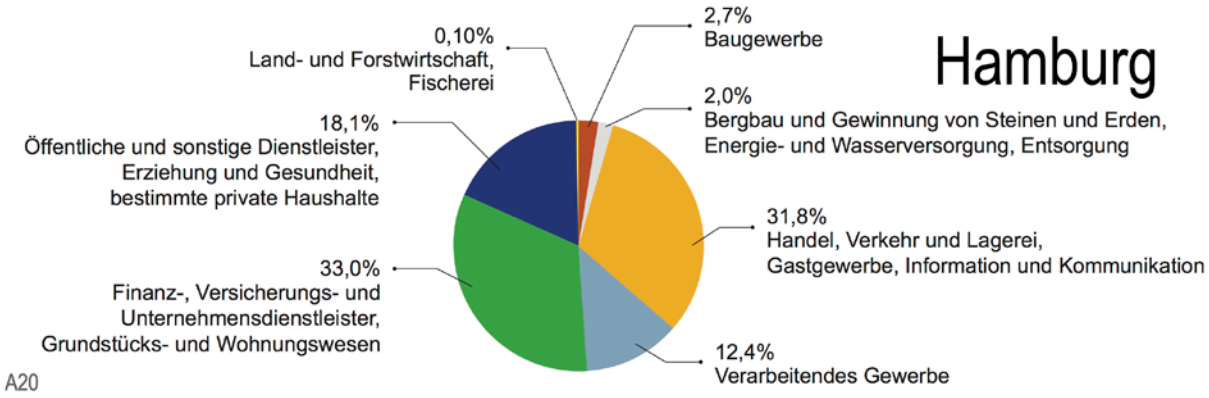


Abbildung 76: Anteil der unterschiedlichen Wirtschaftszweige an der Bruttowertschöpfung in Hamburg im Jahr 2016.

Quelle: eigene Darstellung mit Daten von Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2016b).

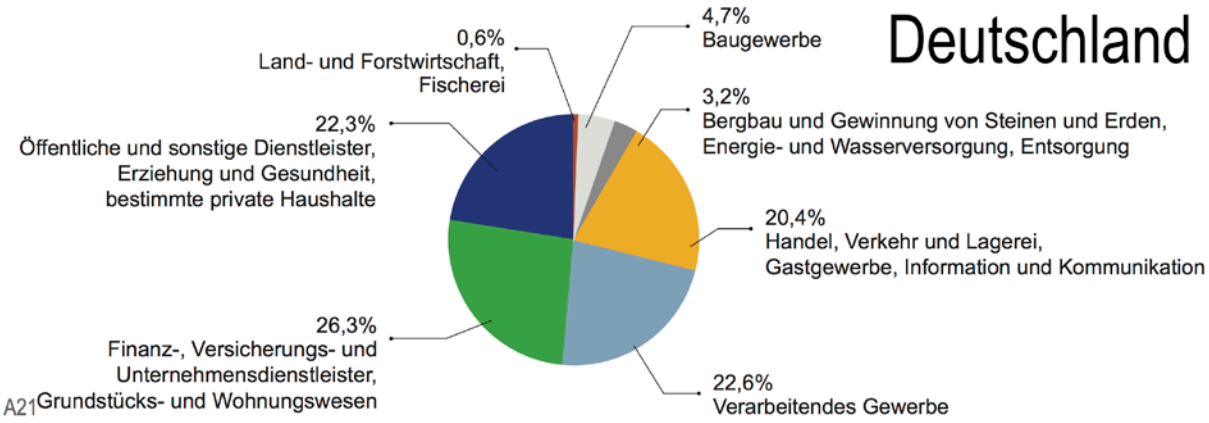


Abbildung 77: Anteil der unterschiedlichen Wirtschaftszweige an der Bruttowertschöpfung in Deutschland im Jahr 2016.

Quelle: eigene Darstellung mit Daten von Statistisches Bundesamt (2016).

Anhang 16: Details zur Bevölkerung in der Metropolregion sowie Arbeitslosenquoten in Hamburg und Deutschland

Seit dem Jahr 1995 existiert die Metropolregion Hamburg als eine von elf weiteren in Deutschland. Neben dem Stadtgebiet der Freien und Hansestadt Hamburg gehören umliegende Kreise und kreisfreie Städte in Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern zur Metropolregion. In der Metropolregion leben auf 28 500 km² über 5 Mio. Menschen bei einer durchschnittlichen Dichte von 196 Einwohnern pro Quadratkilometer (Stand 2015) (Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein 2011g, Datensatz T01).

Von den ca. 1,2 Mio. Erwerbstätigen in der Stadt Hamburg (ca. 50 % der Bevölkerung) arbeiten über 85 % im Dienstleistungsbereich und annähernd 13 % im produzierenden Gewerbe (Stand 2014) (Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein 2014c, Datensatz T03). In der Metropolregion Hamburg hingegen sind es über 2,6 Millionen Erwerbstätige (ebenfalls rund 50 % der Bevölkerung), die zu 80 % im Dienstleistungsbereich und zu 18 % im produzierenden Gewerbe arbeiten (Stand 2014) (Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein 2014c, Datensatz T03).

Die Anzahl der Erwerbstätigen in Deutschland belief sich im Jahr 2014 auf 42,6 Millionen Personen, also machte auch hier der Anteil der Erwerbstätigen knapp über 50 % der Bevölkerung aus (Statistisches Bundesamt 2015). Allerdings sind mit einem Anteil von rund 70 % im Bundesdurchschnitt etwas weniger Menschen im Dienstleistungssektor beschäftigt, als in Hamburg und der Metropolregion. Dafür ist im Bundesvergleich der Anteil der Menschen, die im produzierenden Gewerbe tätig sind, mit einem Anteil von 26 % der Bevölkerung deutlich höher (Statistisches Bundesamt 2015).

Die Arbeitslosenquote in Hamburg folgte im Betrachtungszeitraum der Entwicklung auf Bundesebene, lag aber stets leicht oberhalb dergleichen (Bundesagentur für Arbeit 2011, Bundesagentur für Arbeit 2017, siehe auch Abbildung 78). So lag sie im Jahr 2017 beispielsweise in Hamburg bei 6,8 %, während auf Bundesebene der Jahresdurchschnittswert bei 5,7 % lag.

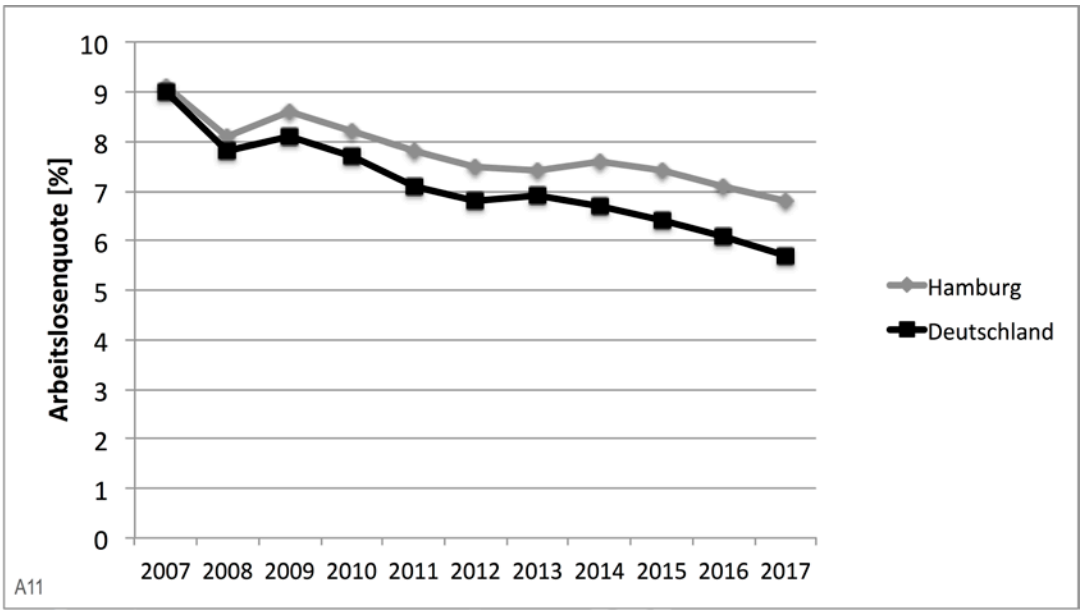


Abbildung 78: Entwicklung der Arbeitslosenquote in Hamburg und Deutschland im Zeitraum der Jahre 2007-2017.

Quelle: eigene Darstellung mit Daten von Bundesagentur für Arbeit (2011), Bundesagentur für Arbeit (2017).

Anhang 17: Detaildarstellung der Fahrtenhäufigkeiten in Hamburg und Deutschland

Die **Fahrtenhäufigkeit** je Kfz und Tag (gemessen in *Fahrten pro Tag*) beträgt bei den Pkw gewerblicher Halter in Hamburg 3,24 Fahrten (Mo-Fr) (Wermuth 2012, S. 248ff.) und damit leicht unter dem bundesdeutschen Wert von 3,62 Fahrten (Wermuth et al. 2012, S. 322ff). In Hamburg werden dabei 66,4 % der Fahrten im Wirtschaftsverkehr abgeleistet. An Samstagen, Sonn- und Feiertagen liegt dieser Wert in Hamburg bei 1,23 Fahrten (der Anteil des Wirtschaftsverkehrs weist in der Auswertung eine zu niedrige Fallzahl zur Auswertung auf). Für Lastkraftwagen bis einschließlich 3,5 t Nutzlast liegt die Fahrtenhäufigkeit in Hamburg bei 5,95 Fahrten (Mo-Fr), von denen 93,8 % im Wirtschaftsverkehr erbracht werden (Wermuth 2012, S. 248ff.), und somit ebenfalls leicht unter dem deutschen Durchschnitt (vgl. Wermuth et al. 2012, S. 322ff.). Samstags, sonn- und feiertags sinkt dieser Wert auf eine Fahrt (der Anteil des Wirtschaftsverkehrs weist in der Auswertung eine zu niedrige Fallzahl zur Auswertung auf) (Wermuth 2012, S. 248ff.). Eine Übersicht aller durchschnittlichen Fahrtenhäufigkeiten in Hamburg und Deutschland findet sich in Tabelle 39.

Tabelle 39: Durchschnittliche Fahrtenhäufigkeiten und Wegehäufigkeiten in Hamburg und in Deutschland.

Fahrtenhäufigkeit (Wegehäufigkeit)[172]		**MO-FR**	**SA-SO**	**MO-SO**	**Einheit**
Hamburg					
Personen (alle Verkehrsmittel)				--	Anzahl/Tag
Pkw [1)]	Private Halter	--	--	--	Anzahl/Tag
	Gewerbliche Halter	3,24	1,23	--	Anzahl/Tag
Lkw [1) a)]	Private Halter	--	--	--	Anzahl/Tag
	Gewerbliche Halter	5,95	1	--	Anzahl/Tag
Deutschland					
Personen (alle Verkehrsmittel) [2)]				3,5	Anzahl/Tag
Pkw [3)]	Private Halter	2,64	1,33	--	Anzahl/Tag
	Gewerbliche Halter	3,62	1,39	--	Anzahl/Tag
Lkw [3) a)]	Private Halter	4,52	1,47	--	Anzahl/Tag
	Gewerbliche Halter	8,14	1,9	--	Anzahl/Tag
a) ≤ 3,5t Nutzlast					

Quelle: eigene Darstellung, basierend auf Wermuth (2012, S. 248ff.) (1), Follmer et al. (2010b, S. 21) (2), Wermuth et al. (2012, S. 322ff.) (3).

[172] Die Fahrtenhäufigkeit bezieht sich auf Fahrzeuge, während bei der Mobilität von Menschen von Wegehäufigkeit gesprochen wird. Da die Tabelle auch den deutschlandweiten Gesamtwert über alle Verkehrsmittel aufführt, werden in der Überschriftenzeile beide Bezeichnungen verwendet.

Anhang 18: Detaildarstellung der Gütertransportleistung in Hamburg und Deutschland

Die Datenlage hinsichtlich der Gütertransportleistung ist aufgrund zu niedriger Fallzahlen in den Panel-Befragungen stark eingeschränkt, die verfügbaren Daten sind in Tabelle 40 aufgeführt. Ferner ist zu berücksichtigen, dass auch privat zugelassene Fahrzeuge für eine gewerbliche Güterbeförderung genutzt werden. Wermuth et al. (2012, S. 304) haben versucht, diese Anteile quantitativ zu erfassen und schätzen den Anteil von privat gehaltenen Pkw und LKW <= 3,5 t, die mindestens einmal am Tag für dienstliche/geschäftliche Zwecke eingesetzt werden, auf ca. 10 % (Montag-Freitag), jedoch ist auch dieser Wert mit einer hohen statistischen Unsicherheit behaftet.

Tabelle 40: Durchschnittliche Gütertransportleistung je Fahrzeug und Tag in Hamburg und in Deutschland.

Gütertransportleistung		MO-FR	SA-SO	MO-SO	Einheit
Hamburg					
Pkw [1)]	Private Halter	--	--	--	Tonnenkilometer
	Gewerbliche Halter	--	--	--	Tonnenkilometer
Lkw [1) a)]	Private Halter	--	--	--	Tonnenkilometer
	Gewerbliche Halter	23,8	--	--	Tonnenkilometer
Deutschland					
Pkw [2)]	Private Halter	--	--	--	Tonnenkilometer
	Gewerbliche Halter	--	--	--	Tonnenkilometer
Lkw [2) a)]	Private Halter	13	--	--	Tonnenkilometer
	Gewerbliche Halter	21,3	--	--	Tonnenkilometer

a) ≤ 3,5t Nutzlast

Quelle: eigene Darstellung, basierend auf Wermuth (2012, S. 259f.) (1), Wermuth et al. (2012, S. 350f.) (2).

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

Anhang 19: Detaildarstellung der Luftreinhaltungsthematik in Hamburg

Das Hamburger Luftmessnetz betreibt vier Messstationen zur Ermittlung der verkehrsbedingten Stickstoffdioxid- und Kohlenmonoxidbelastungen in der Luft (Freie und Hansestadt Hamburg 2008). An drei Stationen werden zusätzlich Feinstaubpartikel (PM10) gemessen (Freie und Hansestadt Hamburg 2008). Für Kohlenmonoxid darf ein Grenzwert von 10 000 µg/m^3 in acht Stunden nicht überschritten werden (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2010). Diesen Grenzwert hielt Hamburg im betrachteten Zeitraum in den Jahren 2007 bis 2015 stets ein (Freie und Hansestadt Hamburg 2018b).

Für Stickstoffdioxid sind jährlich maximal 18 Überschreitungen eines Grenzwertes von 200 µg/m^3 in der Stunde zulässig (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2010). Im Jahr 2010 wurde an der Messstation *Habichtstraße* der Wert 24 mal überschritten (Freie und Hansestadt Hamburg 2010) (vgl. Abbildung 79).

Für Feinstaub sind 35 Überschreitungen des Grenzwertes von 50 µg/m^3 im Tagesmittel erlaubt (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2010). Diese Vorgabe wurde im Jahr 2011 an der Messstation *Habichtstraße* ebenfalls mit 46 Überschreitungen nicht eingehalten (Freie und Hansestadt Hamburg 2011) (vgl. Abbildung 80).

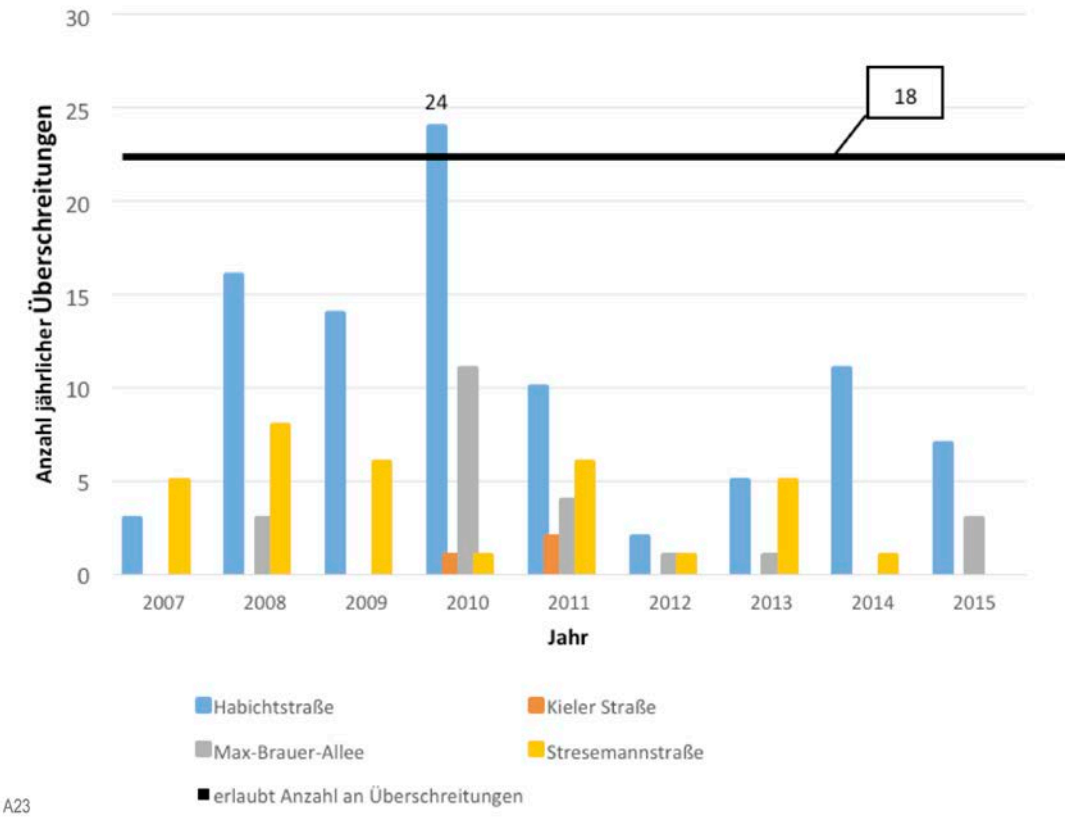
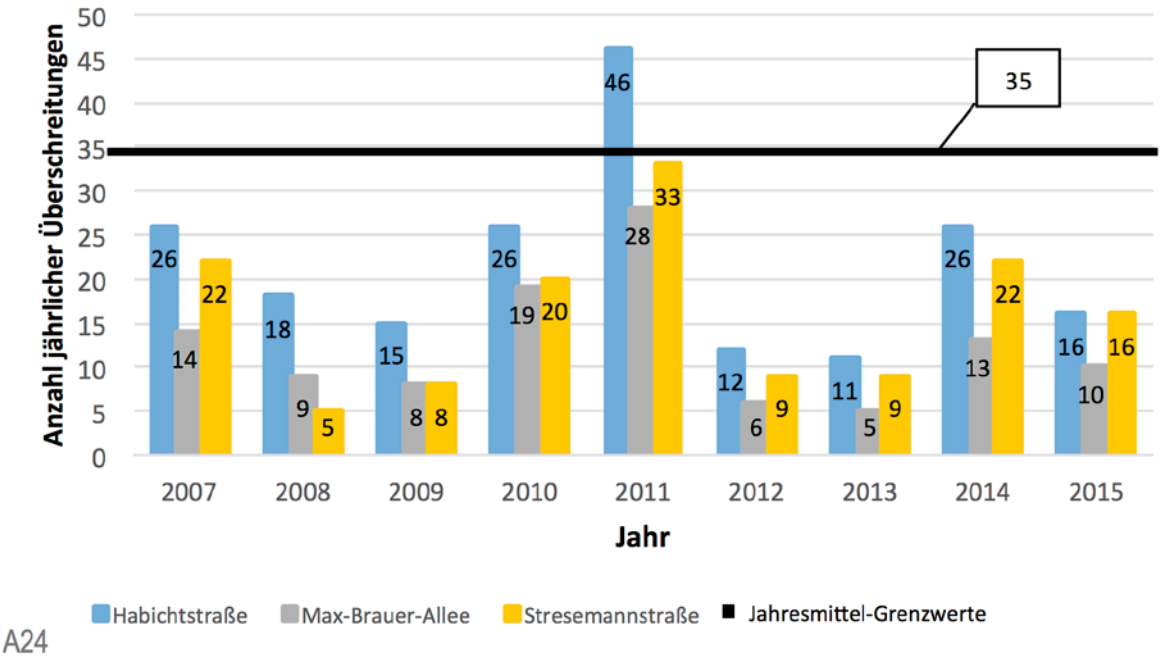


Abbildung 79: Überschreitungen der Stickstoffdioxid-Grenzwerte (Stundengrenzwert) in Hamburg im Zeitraum der Jahre 2007-2015, eingezeichnet die Anzahl erlaubter Überschreitungsereignisse (schwarze Linie).

Quelle: eigene Darstellung mit Daten von Freie und Hansestadt Hamburg (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014a, 2015b).

Zusätzlich werden an den Messstationen (neben den Tagesmitteln und Stundengrenzwerten) auch Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid und Feinstaub erfasst. Während der Grenzwert von 40 µg/m³ (Bundesministerium für der Justiz und für Verbraucherschutz 2010) für Feinstaub in Hamburg im Untersuchungszeitraum durchgängig eingehalten wird, liegen die Werte für Stickstoffdioxid für alle betrachteten Jahre an allen Stationen über dem Grenzwert von 40 µg/m³ (vgl. Abbildung 81 und Abbildung 82) (Freie und Hansestadt Hamburg 2018b).

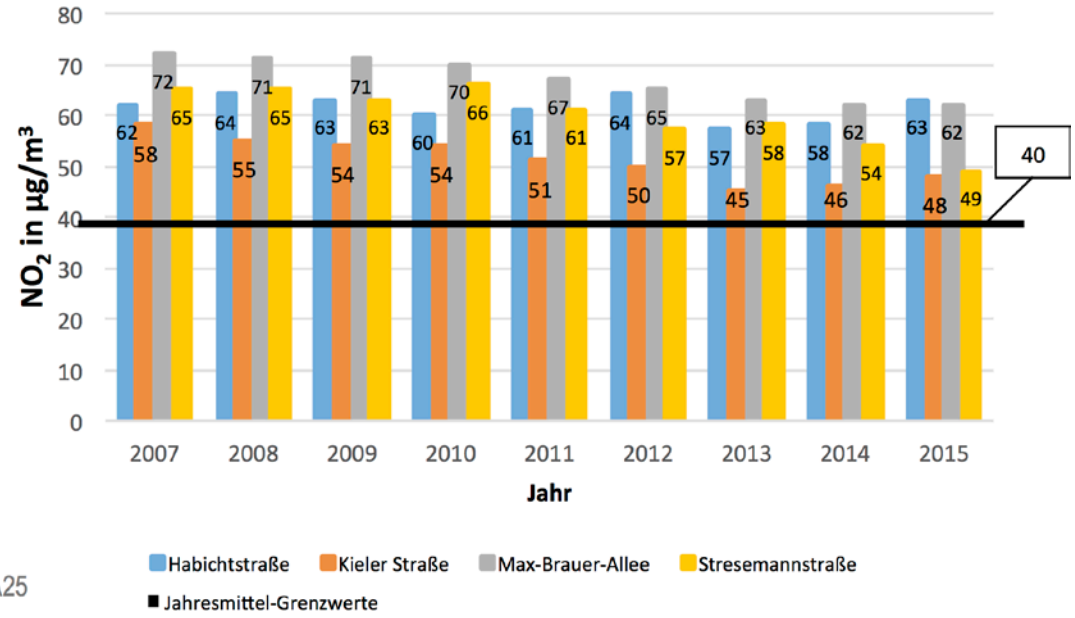


A24

Abbildung 80: Überschreitungen der Feinstaub-Grenzwerte (Tagesmittel, PM10) in Hamburg im Zeitraum der Jahre 2007-2015, eingezeichnet die Anzahl erlaubter Überschreitungsereignisse (schwarze Linie).

Quelle: Quelle: eigene Darstellung mit Daten von Freie und Hansestadt Hamburg (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014a, 2015b).

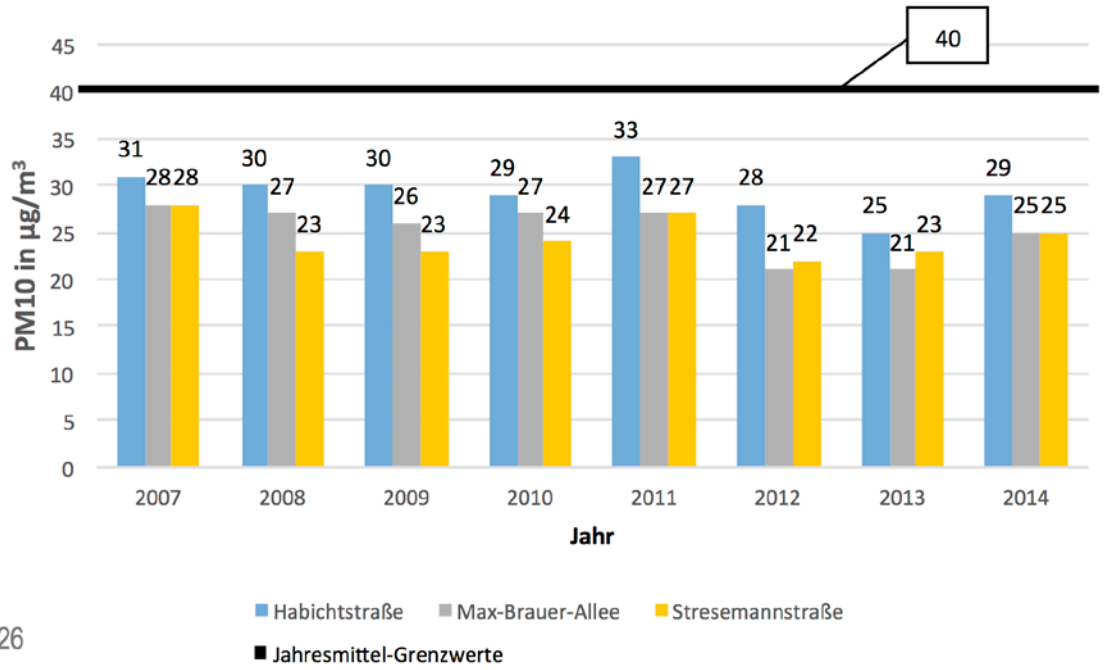
Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082



A25

Abbildung 81: Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxid-Messwerte in Hamburg im Zeitraum der Jahre 2007-2015, eingezeichnet der Grenzwerte (schwarze Linie).

Quelle: eigene Darstellung mit Daten von Freie und Hansestadt Hamburg (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014a, 2015b).



A26

Abbildung 82: Jahresmittelwerte der Feinstaub-Messwerte (PM10) in Hamburg im Zeitraum der Jahre 2007-2014, eingezeichnet der Grenzwerte (schwarze Linie).

Quelle: eigene Darstellung mit Daten von Freie und Hansestadt Hamburg (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014a, 2015b).

Anhang 20: Detaildarstellung der Lärmproblematik in Hamburg

Für Hamburg liegen Daten bezüglich der Lärmbelastung durch den Straßen-, Flug- und Schienenverkehr sowie der Industrie für das Jahr 2012 vor. Hierbei kommt der Belastung durch den Straßenverkehr mit 369 100 Personen (85 % aller Betroffenen), die ganztägig Lärmpegeln von über 55 dB(A) ausgesetzt sind, die höchste Bedeutung zu (vgl. Tabelle 41). Dabei wird Lärm zwischen 55-60 dB(A) als Belästigung und Werte zwischen 60-65 dB(A) als gesundheitsgefährdend eingestuft. Werte oberhalb von 65 dB(A) erhalten eine besondere Priorität in der Lärmschutzplanung. Die Höhe des Straßenverkehrslärms hängt vor allem von der Anzahl der Fahrzeuge, der Fahrzeuggeschwindigkeiten, dem Anteil der Lkw, der Straßenoberfläche und der Steigung der Straße ab. An zweiter Stelle ist Fluglärm in Hamburg zu nennen. Durch das gültige Nachtflugverbot ist diese Belästigung jedoch vor nur tagsüber die zweitgrößte Lärmquelle, wohingegen in den Nachtstunden der Schienenverkehr als besonders störend auftritt (vgl. Tabelle 41).

Tabelle 41: Lärmexposition und Betroffenenzahlen in Hamburg, Erhebung im Jahr 2012; Schienenverkehr ohne Strecken des Bundes.

Ganztägiger Lärmpegel in dB(A)	**>55-60**	**>60-65**	**>65-70**	**>70-75**	**>75**
Straßenverkehr	146.100	110.500	79.800	31.500	1.200
Schienenverkehr	6.400	2.900	1.600	100	0
Flugverkehr	36.800	10.300	2.500	200	0
Industrie/Hafen	2.900	300	300	0	0
Nächtlicher Lärmpegel in dB(A)	**>50-55**	**>55-60**	**>60-65**	**>65-70**	**>70**
Straßenverkehr	120.100	88.800	41900	2600	0
Schienenverkehr	4.200	2.100	800	0	0
Flugverkehr	3.200	1.200	0	0	0
Industrie/Hafen	1.600	200	200	0	0

Quelle: eigene Darstellung mit Daten von Freie und Hansestadt Hamburg (2018c).

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

Anhang 21: Detaildarstellung der Wasserstoffförderprojekte in Hamburg

Das erste Projekt mit wasserstoffbetriebenen Linienbussen für den öffentlichen Nahverkehr startete in Hamburg vor dem eigentlichen Betrachtungszeitraum der vorliegenden Arbeit. Beginnend im Jahr 2002 wurden bei der Hamburger Hochbahn AG drei Wasserstoffbusse im Liniendienst im Rahmen des Projektes **Clean Urban Transport for Europe (CUTE)** erprobt. Das Projekt wurde kofinanziert durch die Europäische Union und endete im Jahr 2005 (Hamburger Hochbahn-Aktiengesellschaft 2005).

Eine Verlängerung und zahlenmäßige Erweiterung des Fahrzeugeinsatzes fand im EU-Projekt **HyFLEET:CUTE** statt. In den Jahren 2006 bis 2009 sind zu den bestehenden drei Fahrzeugen drei weitere hinzugekommen (Kentzler 2009).

Anschließende Aktivitäten wurden über die ***Clean Energy Partnership*** (CEP) abgewickelt. Die CEP stellte ein vom Bundesverkehrsministerium im Rahmen des *Nationalen Investitionsprogramms Wasserstoff und Brennstoffzelle* gefördertes Demonstrationsprojekt für die Erprobung von Brennstoffzellenfahrzeugen und den Aufbau von Wasserstofftankstellen dar. In der Laufzeit der Jahre 2002 bis 2016 wurden deutschlandweit rund 400 mit Wasserstoff betriebene Pkw und 14 Busse für den öffentlichen Personennahverkehr anteilig gefördert[173]. Projektpartner waren Automobilhersteller, die chemische und die Mineralölindustrie sowie eine Anzahl von Verkehrsbetrieben. In den Jahren 2010 bis 2015 war auch die Hamburger Hochbahn AG Teil dieser Aktivitäten (BE Public Relations GmbH 2016; NOW GmbH 2017b; NOW GmbH 2017a). Sie ist der größte ÖPNV-Betreiber in Hamburg und Mehrheitseignerin der hySOLUTIONS GmbH, die für die Abwicklung solcher Projekte im Auftrag der Hochbahn gegründet wurde. Bei der Hochbahn waren im genannten Zeitraum drei wasserstoffbetriebene Linienbusse im Einsatz, die aus Mitteln des CEP-Projektes gefördert wurden. Zusätzlich sind in Hamburg auch wasserstoffbetriebene Pkw zum Einsatz gekommen, die jedoch über Projektpartner außerhalb Hamburgs am Standort Hamburg betrieben wurden.

In den Jahren 2009 bis 2013 wurde über eine Förderung des Verkehrsministeriums zudem ein kleiner Personenbus mit Brennstoffzellenantrieb auf dem Gelände des Hamburger Universitätsklinikums betrieben (Körner und Krüger 2014; NOW GmbH 2009, S. 32).

Mit Mitteln aus der europäischen Förderinitiative für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (FCH/JU) konnte in Hamburg, als einem der neun mehrheitlich europäischen Demonstrationsorte, die Erprobung von wasserstoffbetriebenen Linienbussen fortgesetzt werden (Skiker et al. 2016), jedoch nahm Hamburg nur an der Datenbereitstellung für die Begleitforschung teil und beschaffte aus diesen Mitteln keine neuen Fahrzeuge.

Unter dem Titel ***Nachhaltige Bussysteme der Zukunft (NaBuZ)*** wurde im Zeitraum der Jahre 2008 bis 2011 in einem gesonderten Vorprojekt der Betrieb von vier Brennstoffzellenbussen im Linienbetrieb der Hamburger Hochbahn vorbereitet (*NaBuZ prep*) (Hamburger Hochbahn-Aktiengesellschaft und Klingenberg 2012). In der sich anschließenden Demonstrationsphase (*NaBuZ demo*) waren diese Fahrzeuge bis zum Jahr 2016 im Einsatz (Warth 2016). Um die Busse und Pkw mit Wasserstoffantrieb entsprechend mit Treibstoff versorgen zu können, wurde von den Energie- und Mineralölunternehmen Vattenfall, Shell und Total mit dem Automobilhersteller Daimler und der Freien und Hansestadt Hamburg im Jahr 2010 eine gemeinsame Absichtserklärung abgegeben. Diese sah perspektivisch die Inbetriebnahme von bis zu 1 000 Pkw mit Wasserstoffantrieb vor. Drei der in der Absichtserklärung

[173] Be-Public-Relation GmbH, Hamburg, persönliche Mitteilung Kristin Bube, Mai 2017.

aufgeführten fünf öffentlich nutzbaren Wasserstofftankstellen wurden im Betrachtungszeitraum in Betrieb genommen (Stand Januar 2018) (Tüv Süd Industrie Service GmbH 2018). Die Entwicklung- und Demonstrationszuschüsse für eine Tankstelle in der Hafencity für den Zeitraum der Jahre 2009 bis 2014 wurden im Rahmen der CEP (siehe oben) (NOW GmbH 2009, S.26) bezuschusst. Ein zweiter Standort in Hamburg-Bramfeld, wurde zwischen den Jahren 2014 bis 2016 im Rahmen des Projektes ***Smartfuel für Hamburg: Entwicklung und Demonstration einer betriebsoptimierten Wasserstofftankstelle am Standort Hamburg*** vom Bund (NOW GmbH 2016, S. 23) gefördert**.** Die dritte Tankstelle wurden über ein nationales Industriekonsortium namens *H2Mobility* (Total Deutschland GmbH 2013) gefördert und am Standort Hamburg-Neugraben umgesetzt.

Im Pkw-Bereich wurden in Hamburg im Betrachtungszeitraum zwei Demonstrationsprojekte mit Einsatz von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien durchgeführt.

Zwischen den Jahren 2009 bis 2015 wurden im Rahmen des Projektes ***Demonstration Mercedes-Benz B-Klasse F-CELL Flotte in Hamburg*** mit Fördermitteln des Verkehrsministeriums in der Hansestadt zwanzig Wasserstoff-Pkw durch die Daimler AG erprobt (NOW GmbH 2016, S. 46; Berretta und Fickler 2015).

Im Zeitraum Oktober 2015 bis September 2016 betrieb der japanische Automobilhersteller Toyota über seine in Deutschland ansässige Leasing-Tochter Toyota Kreditbank GmbH im Rahmen des Förderprojektes ***Zero E*** zudem 20 Wasserstofffahrzeuge des Modells Mirai in Hamburg (NOW GmbH 2016, S. 41).

Anhang 22: Formeln für die Berechnung von Fahrtwiderständen

Während der Fahrt muss jedes Fahrzeug (unabhängig von der Antriebsart) im Wesentlichen vier physikalische Widerstände überwinden. Diese sind der Rollwiderstand (F_{Ro}), der Luftwiderstand (F_L), der Steigungswiderstand (F_{St}) und der Beschleunigungswiderstand (F_B) (Pischinger und Seiffert 2016, S. 60ff.).

Der sich daraus ergebene Gesamtfahrwiderstand (F_W) kann wie folgt ermittelt werden:

$F_W = F_{Ro} + F_L + F_{St} + F_B$ Formel 1

F_W = Gesamtfahrwiderstand [N]
F_{Ro} = Rollwiderstand [N]
F_L = Luftwiderstand [N]
F_{St} = Steigungswiderstand [N]
F_B = Beschleunigungswiderstand [N]

$F_{Ro} = f_R * m * g$ Formel 2

f_R = Rollwiderstandsbeiwert [-]
m = Fahrzeugmasse [kg]
g = Fallbeschleunigung [m/s^2]

$F_L = c_w * A * \rho * \frac{v^2}{v}$ Formel 3

c_w = Luftwiderstandsbeiwert [-]
A = Fahrzeugquerschnittsfläche [m^2]
ρ = Luftdichte [kg/m^3]
v = Anströmgeschwindigkeit [m/s]

$F_{St} = m * g * \rho * \sin \beta_S$ Formel 4

β_S = Steigungswinkel [°]

$F_B = m * a_B$ *(vereinfachend)* Formel 5

a_B = Beschleunigung [m/s^2]

Anhang 23: Detailergebnisse der Clusteranalysen für Einzelfahrten

Tabelle 42: Auswertungsergebnisse der 8-Cluster-Lösung.

A76	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	gesamt
Besetzungszahlen									
n	3884	6403	7148	17826	5445	10486	18037	12422	81651
in %	4,76	7,84	8,75	21,83	6,67	12,84	22,09	15,21	100,00
Clustermittelwerte									
Pa1	30,6433	29,9304	6,7966	5,7035	18,4583	15,5533	6,5889	16,4733	12,8350
Pa2	21,5969	12,8890	5,0766	2,7916	14,2053	7,9740	1,9235	5,0815	6,2613
Pa3	43,6684	26,2391	45,1945	29,7426	46,8385	31,0729	17,8812	18,9353	28,5295
Pa4	3,5315	2,0111	0,7114	0,4271	2,0163	1,2633	0,3563	0,8685	0,9887
Standardabweichungen									
Pa1	6,5419	5,9123	2,9018	2,6142	4,2420	3,5212	2,6063	4,2361	8,9452
Pa2	3,6947	3,3393	2,2255	1,2713	3,2468	1,8541	0,8097	1,3913	5,4982
Pa3	9,4607	6,1139	5,9581	4,0054	7,1529	4,6388	3,9999	4,3587	11,1616
Pa4	0,7360	0,6821	0,3719	0,2462	0,5824	0,4237	0,1925	0,3548	0,8924
Homogenität in den Clustern je Parameter									
Pa1	0,4652	0,5632	0,8948	0,9146	0,7751	0,8450	0,9151	0,7757	–
Pa2	0,5484	0,6311	0,8362	0,9465	0,6513	0,8863	0,9783	0,9360	–
Pa3	0,2816	0,7000	0,7151	0,8712	0,5893	0,8273	0,8716	0,8475	–
Pa4	0,3198	0,4159	0,8263	0,9239	0,5741	0,7745	0,9535	0,8419	–
z-Werte									
Pa1	2,7222	2,8915	-2,0809	-2,7280	1,3256	0,7720	-2,3965	0,8589	–
Pa2	4,1507	1,9848	-0,5323	-2,7294	2,4467	0,9237	-5,3575	-0,8479	–
Pa3	1,6002	-0,3746	2,7970	0,3029	2,5597	0,5483	-2,6621	-2,2011	–
Pa4	3,4548	1,4989	-0,7457	-2,2815	1,7645	0,6480	-3,2856	-0,3389	–

Abkürzungen: Pa1: Fahrtdauer pro Fahrt, Pa2: Wegstrecke pro Fahrt, Pa3: mittlere Reisegeschwindigkeit, Pa4: Gesamtenergieverbrauch

Quelle: Trümper et al. (2017a).

Tabelle 43: Homogenität der einzelnen Cluster in der genutzten 8-Cluster-Lösung.

A77 Cluster	n	Varianz in den Clustern	Homogenität in den Clustern $HOMO_K$
C_1	3884	36,6233	0,3783
C_2	6403	20,9878	0,6437
C_3	7148	12,2527	0,7920
C_4	17826	6,1384	0,8958
C_5	5445	20,0099	0,6603
C_6	10486	9,3837	0,8407
C_7	18037	5,8712	0,9003
C_8	12422	9,7512	0,8345
gesamt	81651	58,9062	0,8112

Quelle: Trümper et al. (2017a).

Trotz fehlendem Schwellenwert lässt sich eine hinreichende Güte für die vorgestellten Cluster-Lösungen erkennen, auch weil für die homogenen Cluster 3, 4, 6, 7 und 8 eine große Anzahl von Repräsentanten vorliegen. Sie zeigen, dass die dem Cluster zugehörigen Fahrten nah an den Cluster-Zentren liegen, also den für das Cluster idealen Ausprägungen der eingeflossenen Parameter. Zudem

ist, selbst bei den in ihrer Homogenität schwächeren Clustern 1, 2 und 5, die Anzahl von Ausreißern sehr niedrig, so dass die errechnete 8-Cluster-Lösung die geeignete Abbildung der in der untersuchten Fahrzeugflotte vorkommenden und statistisch relevanten Parameterkombinationen (=Nutzungsmuster) für Einzelfahrten darstellt.

Tabelle 44: Ausreißer sowie Repräsentanten der 8-Cluster-Lösung.

A78		Repräsentanten		Ausreißer	
Cluster	n	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
C_1	3884	100	2,57	111	2,86
C_2	6403	270	4,22	85	1,33
C_3	7148	1254	17,54	0	0,00
C_4	17826	7473	41,92	0	0,00
C_5	5445	324	5,95	28	0,51
C_6	10486	1801	17,18	0	0,00
C_7	18037	9722	53,90	0	0,00
C_8	12422	2960	23,83	4	0,03

Quelle: Trümper et al. (2017a).)

Anhang 24: Charakterisierung der acht Nutzungsmuster von Einzelfahrten

Tabelle 45: Charakterisierung der 8 identifizierten Nutzungsmuster anhand einiger Kennzahlen und Einordnung in übergeordnete Anwendungsfälle.

Nutzungsmuster (Cluster)	Durchschnittswerte der Fahrtparameter	Anteil an allen Fahrten	Anwendungsfall
1	Fahrtdauer: 31 Min. Wegstrecke: 21,6 km Geschwindigkeit: 43,7 km/h	4,76 %	Fahrten mit Überland- bzw. Autobahnanteil
2	Fahrtdauer: 30 Min. Wegstrecke: 12,9 km Geschwindigkeit: 26,2 km/h	7,84 %	Innerstädtische Fahrten in Randbezirken
3	Fahrtdauer: 7 Min. Wegstrecke: 5,1 km Geschwindigkeit: 45,2 km/h	8,75 %	Fahrten mit Überland- bzw. Autobahnanteil
4	Fahrtdauer: 6 Min. Wegstrecke: 2,8 km Geschwindigkeit: 29,7 km/h	21,83 %	Innerstädtische Fahrten in Randbezirken
5	Fahrtdauer: 18 Min. Wegstrecke: 14,2 km Geschwindigkeit: 46,8 km/h	6,67 %	Fahrten mit Überland- bzw. Autobahnanteil
6	Fahrtdauer: 15 Min. Wegstrecke: 8 km Geschwindigkeit: 31 km/h	12,84 %	Innerstädtische Fahrten in Randbezirken
7	Fahrtdauer: 6 Min. Wegstrecke: 2 km Geschwindigkeit: 17,9 km/h	22,09 %	Innerstädtische Fahrten im Zentrumsbereich
8	Fahrtdauer: 16 Min. Wegstrecke: 5,1 km Geschwindigkeit: 19 km/h	15,21 %	Innerstädtische Fahrten im Zentrumsbereich

Quelle: Trümper et al. (2017a).

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

Anhang 25: Detailergebnisse der Clusteranalysen für Tagesfahrleistungen

Tabelle 46: Ergebnisse der 14-Cluster-Lösung für die tagesbasierten Auswertung.

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	gesamt
Besetzungszahlen								
n	5046	9272	3740	2583	8907	12726	2881	45155
in %	6,18	11,36	4,58	3,16	10,91	15,59	3,53	55,30
Clustermittelwerte								
Pa1	12,3467	7,0528	20,3638	35,2698	5,1403	6,1325	11,9377	12,8350
Pa2	8,4090	2,2438	15,5596	17,7786	3,0080	1,9746	8,6818	6,2613
Pa3	41,8816	19,7040	46,4636	30,6177	35,6921	19,9651	44,6018	28,5295
Pa4	1,2353	0,3925	2,2186	2,9218	0,4434	0,3594	1,2287	0,9887
Pa5	47,3431	76,9864	62,7315	86,0671	28,8731	26,6002	123,3931	68,5887
Pa6	28,4052	33,6772	41,7256	42,1282	14,9327	10,1184	79,1450	34,0114
Standardabweichungen								
Pa1	3,4055	2,9946	4,1416	5,6104	2,4511	2,6655	4,3572	8,9452
Pa2	2,0716	0,9911	3,2260	3,5559	1,4126	0,8728	3,2309	5,4982
Pa3	7,3387	5,1717	7,4069	5,7968	6,3203	4,9252	7,8215	11,1616
Pa4	0,4268	0,2146	0,6477	0,7945	0,2642	0,2000	0,5259	0,8924
Pa5	17,7373	18,4563	22,4085	27,2897	15,3454	13,8393	26,6501	42,7580
Pa6	10,4664	10,2937	14,0348	12,9550	8,1787	6,0247	13,9236	23,6886
Homogenität in den Clustern je Parameter								
Pa1	0,8551	0,8879	0,7856	0,6066	0,9249	0,9112	0,7627	–
Pa2	0,8580	0,9675	0,6557	0,5817	0,9340	0,9748	0,6547	–
Pa3	0,5677	0,7853	0,5596	0,7303	0,6794	0,8053	0,5089	–
Pa4	0,7713	0,9422	0,4732	0,2074	0,9123	0,9498	0,6528	–
Pa5	0,8279	0,8137	0,7253	0,5927	0,8712	0,8952	0,6115	–
Pa6	0,8048	0,8112	0,6490	0,7009	0,8808	0,9353	0,6545	–
z-Werte								
Pa1	-0,1434	-1,9309	1,8179	3,9988	-3,1392	-2,5145	-0,2059	–
Pa2	1,0367	-4,0537	2,8823	3,2390	-2,3030	-4,9117	0,7492	–
Pa3	1,8194	-1,7065	2,4213	0,3602	1,1333	-1,7389	2,0549	–
Pa4	0,5777	-2,7783	1,8986	2,4331	-2,0639	-3,1471	0,4563	–
Pa5	-1,1978	0,4550	-0,2614	0,6405	-2,5881	-3,0340	2,0564	–
Pa6	-0,5356	-0,0325	0,5497	0,6265	-2,3327	-3,9659	3,2415	–

	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	gesamt
Besetzungszahlen								
n	2403	5364	2831	4782	5686	9799	5631	81651
in %	2,94	6,57	3,47	5,86	6,96	12,00	6,90	100,00
Clustermittelwerte								
Pa1	28,4829	6,1249	26,6270	25,7246	16,9230	15,1522	8,9533	12,8350
Pa2	22,7765	3,5555	12,4178	10,7835	6,1459	5,4398	3,2285	6,2613
Pa3	49,0594	35,3242	28,6358	25,8068	22,3477	22,0982	22,4892	28,5295
Pa4	3,6428	0,5136	1,8560	1,7397	1,0207	0,9377	0,5112	0,9887
Pa5	96,0355	84,0036	146,5420	64,7126	103,0359	43,6601	145,6480	68,5887
Pa6	65,0031	49,6291	70,4283	27,5902	42,8994	16,4085	72,5224	34,0114
Standardabweichungen								
Pa1	6,0179	2,8151	6,2450	5,4247	4,1657	3,6521	4,5743	8,9452
Pa2	3,5313	1,6495	3,5162	2,5437	1,7876	1,4718	1,7075	5,4982
Pa3	7,6052	6,5030	7,2929	6,1166	5,9017	5,4266	6,5788	11,1616
Pa4	0,7627	0,2890	0,6668	0,5688	0,4052	0,3765	0,3077	0,8924
Pa5	35,2685	18,6697	28,5483	21,0543	20,8249	15,6924	27,8539	42,7580
Pa6	18,9198	12,2904	15,5661	9,3720	10,6903	6,4807	15,3553	23,6886
Homogenität in den Clustern je Parameter								
Pa1	0,5474	0,9010	0,5126	0,6322	0,7831	0,8333	0,7385	–
Pa2	0,5875	0,9100	0,5910	0,7860	0,8943	0,9283	0,9036	–
Pa3	0,5357	0,6606	0,5731	0,6997	0,7204	0,7636	0,6526	–
Pa4	0,2695	0,8951	0,4417	0,5938	0,7939	0,8220	0,8811	–
Pa5	0,3196	0,8093	0,5542	0,7575	0,7628	0,8653	0,5756	–
Pa6	0,3621	0,7308	0,5682	0,8435	0,7963	0,9252	0,5798	–
z-Werte								
Pa1	2,6002	-2,3836	2,2085	2,3761	0,9814	0,6345	-0,8486	–
Pa2	4,6768	-1,6404	1,7509	1,7778	-0,0645	-0,5581	-1,7761	–
Pa3	2,6995	1,0449	0,0146	-0,4451	-1,0475	-1,1852	-0,9181	–
Pa4	3,4797	-1,6441	1,3005	1,3203	0,0788	-0,1355	-1,5519	–
Pa5	0,7782	0,8257	2,7306	-0,1841	1,6541	-1,5886	2,7666	–
Pa6	1,6381	1,2707	2,3395	-0,6852	0,8314	-2,7162	2,5080	–

Abkürzungen: Pa1: Fahrtdauer pro Fahrt, Pa2: Wegstrecke pro Fahrt, Pa3: mittlere Reisegeschwindigkeit, Pa4: Gesamtenergieverbrauch, Pa5: Gesamtfahrtdauer am Tag, Pa6: Gesamtwegstrecke am Tag

A81

Quelle: Trümper et al. (2017a).

Tabelle 47: Homogenität in den Clustern der 14-Cluster-Lösung.

A82

Cluster	n	Varianz in den Clustern	Homogenität in den Clustern $HOMO_K$
C_1	5046	82,3477	0,8118
C_2	9272	80,5559	0,8159
C_3	3740	130,3265	0,7021
C_4	2583	165,1526	0,6225
C_5	8907	58,3986	0,8665
C_6	12726	43,3314	0,9010
C_7	2881	165,8280	0,6210
C_8	2403	284,8215	0,3490
C_9	5364	92,1048	0,7895
C_{10}	2831	193,7173	0,5572
C_{11}	4782	100,7917	0,7696
C_{12}	5686	100,5834	0,7701
C_{13}	9799	55,5575	0,8730
C_{14}	5631	179,8068	0,5890
gesamt	81651	437,5036	0,7771

Quelle: Trümper et al. (2017a).

Lediglich Cluster 8 und 10 weisen erhöhte Heterogenitäten auf, betreffen aber nur verhältnismäßig wenige Fahrten (niedrigstes n aller Cluster). Auch weisen die besetzungsstarken Cluster einen signifikanten Anteil von *Repräsentanten* auf und eine niedrige Zahl von.

Tabelle 48: Ausreißer sowie Repräsentanten der 14-Cluster-Lösung.

		Repräsentanten		Ausreißer	
Cluster	n	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
C_1	5046	333	6,60	0	0,00
C_2	9272	1530	16,50	0	0,00
C_3	3740	89	2,38	7	0,19
C_4	2583	54	2,09	17	0,66
C_5	8907	1801	20,22	0	0,00
C_6	12726	4692	36,87	0	0,00
C_7	2881	68	2,36	2	0,07
C_8	2403	18	0,75	38	1,58
C_9	5364	514	9,58	0	0,00
C_{10}	2831	25	0,88	21	0,74
C_{11}	4782	217	4,54	1	0,02
C_{12}	5686	371	6,52	0	0,00
C_{13}	9799	1720	17,55	0	0,00
C_{14}	5631	170	3,02	0	0,00

A83

Quelle: Trümper et al. (2017a).

Anhang 26: Charakterisierung der 14 Nutzungsmuster von Tagesfahrleistungen

Tabelle 49: Charakterisierung der 14 identifizierten Nutzungsmuster anhand einiger Kennzahlen und Einordnung in übergeordnete Anwendungsfälle.

Nutzungsmuster (Cluster)	Durchschnittswerte der Fahrtparameter	Anteil an allen Fahrten	Anwendungsfall
1	Fahrtdauer: 12 Min. Wegstrecke: 8,4 km Geschwindigkeit: 41,9 km/h Gesamtfahrtdauer: 47 Min. Gesamtwegstrecke: 28 km Anzahl Fahrten: 3-4	6,18 %	Fahrten mit Überland- bzw. Autobahnanteil
2	Fahrtdauer: 7 Min. Wegstrecke: 2,2 km Geschwindigkeit: 19,7 km/h Gesamtfahrtdauer: 77 Min. Gesamtwegstrecke: 33 km Anzahl Fahrten: 10-15	11,36 %	Innerstädtische Fahrten im Zentrumsbereich
3	Fahrtdauer: 20 Min. Wegstrecke: 15,6 km Geschwindigkeit: 46,5 km/h Gesamtfahrtdauer: 63 Min. Gesamtwegstrecke: 41 km Anzahl Fahrten: 2-3	4,58 %	Fahrten mit Überland- bzw. Autobahnanteil
4	Fahrtdauer: 35 Min. Wegstrecke: 17,8 km Geschwindigkeit: 30,6 km/h Gesamtfahrtdauer: 86 Min. Gesamtwegstrecke: 42 km Anzahl Fahrten: 2-3	3,16 %	Innerstädtische Fahrten in Randbezirken
5	Fahrtdauer: 5 Min. Wegstrecke: 3 km Geschwindigkeit: 35,7 km/h Gesamtfahrtdauer: 29 Min. Gesamtwegstrecke: 15 km Anzahl Fahrten: 5-6	10,91 %	Fahrten mit Überland- bzw. Autobahnanteil
6	Fahrtdauer: 6 Min. Wegstrecke: 2 km Geschwindigkeit: 20 km/h Gesamtfahrtdauer: 26 Min. Gesamtwegstrecke: 10 km Anzahl Fahrten: 4-5	15,59 %	Innerstädtische Fahrten im Zentrumsbereich
7	Fahrtdauer: 12 Min. Wegstrecke: 8,7 km Geschwindigkeit: 44,6 km/h Gesamtfahrtdauer: 123 Min. Gesamtwegstrecke: 79 km Anzahl Fahrten: 9-10	3,35 %	Fahrten mit Überland- bzw. Autobahnanteil

Nutzungsmuster (Cluster)	Durchschnittswerte der Fahrtparameter	Anteil an allen Fahrten	Anwendungsfall
8	Fahrtdauer: 28 Min. Wegstrecke: 22,8 km Geschwindigkeit: 49 km/h Gesamtfahrtdauer: 96 Min. Gesamtwegstrecke: 65 km Anzahl Fahrten: 3-4	2,94 %	Fahrten mit Überland- bzw. Autobahnanteil
9	Fahrtdauer: 6 Min. Wegstrecke: 3,6 km Geschwindigkeit: 35 km/h Gesamtfahrtdauer: 84 Min. Gesamtwegstrecke: 50 km Anzahl Fahrten: 13-14	6,57 %	Fahrten mit Überland- bzw. Autobahnanteil
10	Fahrtdauer: 26 Min. Wegstrecke: 12,4 km Geschwindigkeit: 28,6 km/h Gesamtfahrtdauer: 146 Min. Gesamtwegstrecke: 70 km Anzahl Fahrten: 5-6	3,47 %	Fahrten mit Überland- bzw. Autobahnanteil
11	Fahrtdauer: 26 Min. Wegstrecke: 10,8 km Geschwindigkeit: 25,8 km/h Gesamtfahrtdauer: 65 Min. Gesamtwegstrecke: 27 km Anzahl Fahrten: 2-3	5,86 %	Innerstädtische Fahrten in Randbezirken
12	Fahrtdauer: 17 Min. Wegstrecke: 6,1 km Geschwindigkeit: 22,3 km/h Gesamtfahrtdauer: 103 Min. Gesamtwegstrecke: 42 km Anzahl Fahrten: 6-7	6,96 %	Innerstädtische Fahrten in Randbezirken
13	Fahrtdauer: 15 Min. Wegstrecke: 5,4 km Geschwindigkeit: 22 km/h Gesamtfahrtdauer: 43 Min. Gesamtwegstrecke: 16 km Anzahl Fahrten: 2-3	12 %	Innerstädtische Fahrten im Zentrumsbereich
14	Fahrtdauer: 9 Min. Wegstrecke: 3,2 km Geschwindigkeit: 22,5 km/h Gesamtfahrtdauer: 145 Min. Gesamtwegstrecke: 72 km Anzahl Fahrten: 16-22	6,9 %	Fahrten mit Überland- bzw. Autobahnanteil

Quelle: Trümper et al. (2017a).

Anhang 27: Detaillierte Betrachtung der rechtlichen Rahmenbedingungen auf Bundesebene

Die Rechtsakte, welche die technologischen Entwicklungen im Bereich Elektromobilität und emissionsarmer Antriebe in Deutschland und Europa mit der nötigen Verbindlichkeit und Rechtssicherheit ausstatten, sind auf verschiedenen Ebenen erlassen worden. Aufgrund der Einbindung Deutschlands in bestehende internationale Rechtssysteme ist in den Fällen, wo die Bundes- oder Landesregierung keine alleinige Handlungsmacht hat, aber an den Entscheidungen mitgewirkt und auch an ihre Wirkung gebunden ist, nachfolgend auch die übergeordnete EU-Gesetzgebung aufgeführt.

Der Fokus in der Auswahl liegt dabei auf Regelungen im Bereich der Fahrzeugtechnik und der fahrzeugbedingten Emissionen, dem entsprechenden Marktgeschehen und speziellen Marktanreizen, der Förderung von Forschung und Entwicklung, dem Energiemarkt und der Energiewirtschaft sowie straßenverkehrlichen Regelungen. Die einzelnen Normen werden dabei nach Themenbereich, staatlicher Ebene, Rechtskategorie und Zeitpunkt ihres Beschlusses vorgestellt.

Die zentralen Rechtsakte im Bereich der Emissions- wie auch Treibhausgasminderung, die für Neuzulassungen von (Elektro)Fahrzeugen in Deutschland gelten, basieren auf Rechtsakten der Europäischen Union, die wiederum in Teilen die auf Ebene der Vereinten Nationen erarbeiteten Beschlüsse in europäisches Recht umsetzt.

So wird der bisher geltende NEFZ-Prüfzyklus für den Ausstoß von CO_2 von Pkw am 03. Februar 2015 um Messverfahren für elektrische Antriebe erweitert (United Nations 2015a)[174].

Um der seit vielen Jahren geäußerten Kritik am NEFZ hinsichtlich seiner Abbildungsfähigkeit realer Fahrzeugeinsätze zu begegnen, beginnt im Jahr 2007 das zuständige UN-Gremium[175] zudem mit der Ausarbeitung eines alternativen Fahrzyklus, genannt *Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure* (WLTP) (United Nations Economic and Social Council 2009). Dieser wird im Jahr 2017 in europäisches Recht umgesetzt und gilt EU-weit ab dem 1. September 2017 für die Typzulassung neuer Pkw (Europäische Kommission 2017b). Ein Jahr später, zum 1. September 2018 hin, müssen zertifizierte WLTP-Messungen für alle neu zugelassenen Pkw vorliegen. Für größere leichte Nutzfahrzeuge gelten die Regelungen jeweils ein Jahr später.

Bei batterieelektrischen Fahrzeugen beträgt der CO_2-Ausstoß im Messzyklus 0 g/km, für Plug-In-Hybride wurde eine zweistufige Messung eingeführt, indem ein Zyklus nur mit dem Elektroantrieb und ein Zyklus nur mit dem Verbrennungsmotor gefahren wird.[176] Beide Teile werden dann verrechnet, um einen kombinierten Emissionswert für das Fahrzeug zu ermitteln. Je mehr reinelektrische Reichweite das Hybridfahrzeug dabei bietet, desto stärker verbessert sich dadurch der kombinierte CO_2-Ausstoß. Dies stellt einen Anreiz für die Hersteller dar, Hybride mit (möglichst hoher) rein elektrischer Betriebsmöglichkeit zu vertreiben, da die elektrische Reichweite in der Berechnung der

---

174 Die referenzierte Norm E/ECE/324/Rev.2/Add.100/Rev.3 − E/ECE/TRANS/505/Rev.2/Add.100/Rev.3 ist eine Fortschreibung der bisherigen Prüfnorm und ist in der aktuellen Form besser bekannt als „ECE-R101“

175 Das zuständige Gremium bei den Vereinten Nationen ist das *World Forum for Harmonization of Vehicles Regulations* (Work Party/Arbeitsgruppe 29), einer Untereinheit der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UNECE), welche ab November 2007 in einem informellen Arbeitsausschuss, *der Working Party on Pollution and Energy* (GRPE), erste Pläne für die Entwicklung des WLTP initiierte. Das als Quelle angeführte Dokument stellt die erste offizielle Roadmap aus dem Jahr 2009 für die Entwicklung des WLTP als eine sogenannte *Global Technical Regulation* (GTR). Vertragsstaaten müssen verabschiedete GTRs in nationales Recht umsetzen. Die Arbeitsgruppe 29 (WP.29) hat im März 2014 die Vorschläge der eingesetzten GRPE angenommen und die EU hat von da an begonnen, die GTR in EU-Recht zu implementieren, was mit Verabschiedung der im Text genannten EU-Verordnungen abgeschlossen wurde.

176 Dieser Modus is erzwingbar durch die Entladung der Batterie (in den ‚Charge-Sustaining-Modus').

Emissionen überproportional zur Verbesserung des (kombinierten) Emissionswertes beiträgt (Josipovic 2016, S. 31). Dass Elektrofahrzeuge als emissionsfrei anzusehen sind, wird grundsätzlich in Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union (2007) festgestellt.

Zusätzlich zu den im Rahmen der Zulassung ermittelten Emissionswerte erfolgt in Deutschland aufgrund der im Jahr 2011 erfolgten Änderung der Pkw-Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2011a) eine Kennzeichnung von Elektrofahrzeugen auch in den etablierten Energieausweisen, in denen Hersteller und Händler über den Stromverbrauch und CO_2-Emissionen informieren (vgl. Art. 1, Abs.2).

Im Bereich Marktgeschehen und –anreize versucht die EU mit der Verordnung 443/2009 (Rat der Europäischen Union und Europäisches Parlament 2009) unter anderem, die Entwicklung der Elektromobilität in Europa über die zulässigen CO_2-Emissionswerte zu fördern. Ab dem Jahr 2020 sollen die Flotten der Hersteller maximal 95 g CO_2 pro km ausstoßen (vgl. Art. 1, Abs. 2). Zur Erreichung dieses Wertes hat die EU verpflichtende Zwischenschritte vorgesehen, um den technologischen Fortschritt besser zu kontrollieren und Entwicklungspfade vorzugeben. So musste bis zum Jahr 2015 der Flottenausstoß bereits den Zielwert von 130 g/km erreichen (vgl. Art. 4, Abs. 2), der dann ab dem Jahr 2020 auf 95 g/km herabgesetzt wird (vgl. Art. 1, Abs. 1 i.V.m. Abs. 2). Fahrzeuge mit weniger als 50 g/km CO_2-Ausstoß werden dabei in der Berechnung der Flottengrenzwerte begünstigt und bilden so einen Anreiz für Hersteller, mehr Elektrofahrzeuge im Markt abzusetzen.

Ein ähnliches Konzept verfolgt die EU bei leichten Nutzfahrzeugen. Hier liegt der im Jahr 2017 geltende Flottengrenzwert bei 175 g/km und soll im Jahr 2020 auf 147 g/km abgesenkt werden (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2011).

Im Bereich der öffentlichen Beschaffung verpflichtet Richtlinie 2009/33/EG (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2009b) öffentliche Auftraggeber, bei der Beschaffung von Straßenfahrzeugen die Energie- und Umweltauswirkungen zu berücksichtigen (vgl. Art. 1), während durch Beschluss 2017/175/EU (Europäische Kommission 2017a) Unternehmen des Gastgewerbes gefördert werden sollen, die besonders umweltfreundlich agieren. Für die Vergabe eines entsprechenden Umweltzeichens müssen bestimmte Kriterien erfüllt werden, wie zum Beispiel das Angebot von Elektrofahrzeugen und Ladestationenen für die Gäste sowie aktive Partnerschaften mit Unternehmen, die Elektrofahrzeuge zur Verfügung stellen (vgl. Art. 4).

Um der bisher noch vielerorts mangelnden Infrastrukturabdeckung als Hemmnis bei der Einführung von Elektromobilität zu begegnen, werden mit Richtlinie 2014/94/EU (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2014a) die Grundlagen für den Aufbau einer EU-weiten „Infrastruktur für alternative Kraftstoffe“ geschaffen (vgl. Art. 1). Die Richtlinie enthält u. a. Mindestanforderungen und technische Spezifikationen für Ladepunkte sowie zahlreiche zentrale Begriffsdefinitionen zu *Elektrofahrzeug, Ladepunkt, Normalladepunkt, Schnellladepunkt* und vieles mehr (siehe Art. 2, Abs. 2-5). Die Richtlinie beinhaltet auch die konkrete Aufforderung an die Mitgliedsländer, Elektromobilität zu fördern, indem sie beispielsweise gemäß Art. 3, Abs. 1 eine Strategie entwickeln müssen, um alternative Kraftstoffe und ihre Infrastruktur weiter auszubauen. Eine solche Strategieentwicklung kann sein, Infrastruktur für den ÖPNV zu detaillieren und Ballungsräume zu definieren, die mit öffentlich zugänglichen Ladepunkten ausgestattet werden sollen.[177] Bis zum Jahr 2020, so sieht die Richtlinie vor, sollen in allen Ballungsräumen in der EU genügend öffentlich zugängliche Ladepunkte existieren,

[177] Da es sich um eine Richtlinie handelt, muss diese in nationales Recht umgesetzt werden. Dem ist die Bundesregierung mit dem *Nationalen Strategierahmen für den Ausbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe* nachgekommen. Dieser wurde am 9. November 2016 vom Kabinett beschlossen (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2016).

damit Elektrofahrzeuge darin verkehren können (vgl. Art. 4, Abs. 1). Die konkrete Anzahl richtet sich nach der geschätzten Zahl der bis Ende des Jahres 2020 zugelassenen Elektrofahrzeuge. Weiter soll die Einrichtung nicht öffentlich zugänglicher Ladepunkte unterstützt werden (vgl. Art. 4, Abs. 3). Die Bundesregierung hat am 09. November 2016 die Verabschiedung ihres *Nationalen Strategierahmens* (NSR) im Kabinett dem Bundestag verkündet (Deutscher Bundestag 2016).

Auf Bundesebene werden erstmals im Jahr 2002 Elektrofahrzeuge im Kraftfahrzeugsteuergesetz (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2002) definiert als „Fahrzeuge mit Antrieb ausschließlich durch Elektromotoren, die ganz oder überwiegend aus mechanischen oder elektrochemischen Energiespeichern gespeist werden." (§9, Abs. 2). Für solche Fahrzeuge war bereits eine steuerliche Förderung durch eine Halbierung des sonst üblichen Steuersatzes eingeführt worden. Im Jahr 2012 wird das Gesetz jedoch durch das 2. Verkehrssteueränderungsgesetz (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2015) geändert und im Art. 2, Abs. 4 hinter „Energiespeichern" die Wörter „oder aus emissionsfrei betriebenen Energiewandlern" eingefügt. Somit berücksichtigt das Gesetz auch mit Brennstoffzellen betriebene Fahrzeuge. Wichtiger ist jedoch die im Gesetz eingeführte zehnjährige Steuerbefreiung von Elektrofahrzeugen, die bis zum Jahr 2015 erstzugelassen wurden. Diese Befreiung ist bei einem Halterwechsel übertragbar (vgl. Art 2, Abs. 2). Für Fahrzeuge mit Zulassungsdatum nach dem Jahr 2020 ist die Steuerbefreiung im Gesetzestext auf fünf Jahre beschränkt.

Diese Beschränkung wird im Jahr 2016 mit dem Gesetz zur steuerlichen Förderung von Elektromobilität im Straßenverkehr (StVEmoFöG) (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2016a) geändert und an den Zeitraum von zehn Jahren angeglichen. Auch gilt diese Steuerbefreiung nun auch für umgerüstete Fahrzeuge (vgl. Abs. 1 und 3). Aufbauend auf das genannte Gesetz hat mit Rundschreiben vom 14.12.2016 (Bundesministerium der Finanzen 2016) das Bundesministerium der Finanzen die „Anwendung der einkommensteuerlichen und lohnsteuerlichen Vorschriften" in Verbindung mit dem Einkommensteuergesetz erörtert und darin festgelegt, dass „gewährte Vorteile für das elektrische Aufladen eines Elektrofahrzeugs oder Hybridelektrofahrzeugs im Betrieb des Arbeitgebers [...] und für die zeitweise zur privaten Nutzung überlassene betriebliche Ladevorrichtung von der Einkommensteuer befreit sind" (§ 3 Nummer 46 EStG).

Noch vor der Einkommensteuerbefreiung des privaten Ladens von Elektrofahrzeugen beim Arbeitgeber wird bereits im Jahr 2013 im Einkommenssteuerrecht mittels des Amtshilferichtlinie-Umsetzungsgesetzes (AmtshilfeRLUmsG) (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2013b) die pauschale Dienstwagenbesteuerung (*1- %-Regel*) für Elektrofahrzeuge angepasst (konkret Abs. 1 Nr. 4 S. 2 EStG). Überlässt ein Arbeitgeber seinem Arbeitnehmer einen Dienstwagen, stellt dies i. d. R. einen zu versteuernden, geldwerten Vorteil dar. Das Gesetz mindert diesen Berechnungssatz bei Elektrofahrzeugen entsprechend der Batteriekapazität: für jede speicherbare Kilowattstunde werden 500 Euro Minderung des Kaufpreises in Ansatz gebracht, wobei eine Deckelung bei 10 000 Euro erfolgt (mit einer jährlichen Degression von 50 Euro) (vgl. auch Josipovic 2016, S. 35).

Für öffentliche oder kommunale Unternehmen in Deutschland, die bei ihren Beschaffungen an das Vergaberecht gebunden sind, wird der Forderung der EU-Richtlinie 2009/33/EG nach der „Berücksichtigung von Energie- und Umweltauswirkungen bei der Beschaffung von Straßenfahrzeugen" durch die Modernisierung des Vergaberechts in der Vergaberechtsmodernisierungsverordnung (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2016d) im Jahr 2016 Rechnung getragen. Paragraph 68 regelt, wie Umweltaspekte als Leistungsvorgaben oder Bewertungskriterien in die Vergabeentscheidung miteinbezogen werden können.

Ebenfalls im Jahr 2016 wird eine von (vor allem den Industrievertretern in) der NPE seit Jahren geforderte Kaufprämie eingeführt, welche unter dem Titel *Umweltbonus* (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016a) eine direkte Absatzförderung von Elektrofahrzeugen ermöglicht (vgl. Punkt 1.1). Förderfähig sind dabei erstzugelassene Fahrzeuge unter 60 000 Euro Netto-Listenpreis des Basismodells, die der Definition als Elektrofahrzeug entsprechend dem EmoG entsprechen oder alternativ einen gleichen CO_2-Ausstoß wie die aufgeführten Fahrzeuge vorweisen (vgl. EmoG, Punkt 2.1 i.V.m. Punkt 3.1-3). Die Kaufprämie wird in ihrer Gesamtheit für den Fahrzeugkäufer hälftig durch den Bund und hälftig durch den Hersteller aufgebracht und beträgt für ein rein batterieelektrisches Fahrzeug (oder Brennstoffzellenfahrzeug) 4 000 Euro bzw. 3 000 Euro für ein extern aufladbares Hybridfahrzeug (vgl. Punkt 4).

Im Bereich der Forschungsförderung wird der mehrheitliche Teil der Forschungsaktivitäten in der Europäischen Union zentral über mehrjährige Rahmenprogramme gesteuert, welche die übergeordnete Forschungsstrategie der EU widerspiegeln und ihre Umsetzung lenken. Das 7. EU-Forschungsrahmenprogramm ist am 31.12.2013 ausgelaufen. Dessen Nachfolger, das 8. Forschungsrahmenprogramm, wird im Dezember 2013 beschlossen (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2013) und deckt unter dem Titel *Horizont 2020* den Zeitraum der Jahre 2014-2020 ab. Es formuliert an mehreren Stellen Maßnahmen zur Förderung des Themas Elektromobilität, welche in der Verordnung auch konkretisiert werden (Anhang I, Teil III, Nr. 4.3a; Anhang I, Teil VI, Nr. 3.3d).

In Deutschland wird im Anschluss an das *Konjunkturpaket II* der zentrale Haushaltstitel für die Forschungsförderung von Elektromobilität im Jahr 2010 durch die Errichtung eines *Energie- und Klimafonds (*EKF*)* geschaffen (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2010), in dem alle verfügbaren Mittel für die Förderung von Elektromobilität gebündelt werden sollten. Zulauf erhält der Fonds u. a. aus dem Verkauf von CO_2-Emissionszertifikaten.

Die Verwendung der Mittel, die über den EKF bereitgestellt werden, erfolgt mittels Förderrichtlinien, welche der Bundesregierung ermöglichen, die Zielsetzung sowie den Umfang ihrer einzelnen Förderschwerpunkte zu definieren. Die erste Förderrichtlinie für das Themenfeld wurde im Jahr 2011 veröffentlicht (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2011), es folgte im Jahr 2015 die zweite (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2015) und Anfang des Jahres 2017 die dritte (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017b).

Dabei richten die Förderrichtlinien aus den Jahren 2011 und 2015 noch stark den Fokus auf Forschung und Entwicklung sowie Beschaffungen in frühen Märkten. So werden neben der Beschaffung von Elektrofahrzeugen und Ladeinfrastruktur durch kommunale Träger und Landeseinrichtungen sowie gemeinnützige Organisationen auch Studien zu Themen der Elektromobilität (besonders zu Umweltauswirkungen) finanziell unterstützt (vgl. Punkte 2.1, 3.1, 3.2). Auch im Bereich der technischen Weiterentwicklung stehen für Unternehmen, Forschungseinrichtungen und staatliche Einrichtungen Mittel zur Verfügung (vgl. Punkte 2.2, 3.3). Demgegenüber bietet die Förderrichtlinie aus dem Jahr 2017 vor allem Anschubfinanzierungen von Ladeinfrastruktur, insbesondere von Schnellladepunkten (vgl. Punkt 1.1), was mit einem Gesamtfördervolumen von 300 Millionen Euro hinterlegt ist (vgl. Punkt 5). Aufgrund der Richtlinienkonformität mit der EU-Richtlinie 2009/28/EG in Verbindung mit EU-Richtlinie 2015/1513/EU wird nur Infrastruktur gefördert, bei welcher Strom aus regenerativen Energien bereitgestellt wird.

Nicht nur über diese Richtlinie wird die Energiewirtschaft und der Ausbau erneuerbarer Energien adressiert. Parallel zur Flottengrenzwert-Verordnung (s.o.) wird auf europäischer Ebene ein weiterer Anreiz für die Erhöhung des Marktanteils von Elektrofahrzeugen geschaffen, in diesem Fall für die

Mitgliedsstaaten. In Richtlinie 2009/28/EG (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2009a), Art. 3, Abs. 1, geht es um die nationale Umsetzung des Ziels der EU, bis zum Jahr 2020 mindestens 20 % des Energieverbrauchs in der EU aus erneuerbaren Energien zu decken. Die Richtlinie sieht vor, dass die Mitgliedsstaaten den Einsatz von erneuerbarer Energie in Elektrofahrzeugen sich bei ihrer Verbrauchsquote mit einem Faktor von 2,5 anrechnen lassen können. Diese Regelung wird im Jahr 2015 durch die Richtlinie 2015/1513/EU (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2015) verstärkt und sieht seitdem für straßengebundene Elektrofahrzeuge den Faktor 5 vor (vgl. Art. 2, Nr. 2b).

Im Bereich der Infrastrukturabdeckung und den damit zusammenhängenden Elektrizitätsinfrastrukturen wird auf die oben bereits erläuterte Richtlinie 2014/94/EU (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2014a) verwiesen. Ergänzend zu diesem Vorstoß der EU-Kommission wird am 30.11.2016 ein Vorschlag der Kommission veröffentlicht, durch eine Änderung der Richtlinie 2010/31/EU den Ausbau von Ladepunkten weiter zu unterstützen. Hierfür sollen neue, aber auch bestehende Wohngebäude (bei ohnehin anstehenden Renovierungen) mit mehr als zehn Parkplätzen technische Vorbereitungen (Vorverkabelungen etc.) erhalten müssen, die eine einfache Errichtung von Ladepunkten an jedem Stellplatz ermöglichen (vgl. Art. 1, Abs. 5). Mit Stand Januar 2018 ist dieser Gesetzentwurf im EU-Parlament noch nicht verabschiedet worden[178].

In Deutschland erfolgt im Jahr 2016 durch das Strommarktgesetz (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2016b) in Umsetzung der EU-Richtlinie 2014/94/EU eine Anpassung des deutschen Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) im Hinblick auf die energierechtliche Integration von Ladeinfrastruktur in das Elektrizitätsversorgungssystem (vgl. Art. 1, Abs. 3). Betreiber von Ladepunkten werden von nun an als Letztverbraucher definiert, d. h. sie haben nicht den Status eines Energieversorgers (vgl. Art. 1, Abs. 4), was grundsätzliche Auswirkungen auf die Rechte und Pflichten für Ladepunktbetreiber hat. Überdies wird den Betreibern garantiert, dass ihre Ladepunkte zu Bedingungen ans Stromnetz angeschlossen werden müssen, die „angemessen, diskriminierungsfrei, transparent und fair“ (Art. 1, Abs. 12) sind.

Im gleichen Jahr wird in Deutschland die Ladesäulenverordnung (LSV) erlassen (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2016c). Die LSV ist die technische Komponente der Umsetzung der EU-Richtlinie 2014/94/EU und kann erst durch eine im Jahr 2014 mit dem EEG-Reform-Gesetz (vgl. § 49 Abs. 4 EEGReformG) geschaffene Ermächtigungsgrundlage erlassen werden. Die Ladesäulenverordnung schreibt technische Mindestanforderungen fest und wird im Jahr 2017 durch eine Änderungsverordnung (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2017b) um einen wichtigen betrieblichen Aspekt erweitert. So ist nunmehr die Möglichkeit zum „punktuellen Aufladen“ vorgeschrieben, wodurch sichergestellt wird, dass der jeweilige Ladepunkt ohne Kontrahierungszwang, also ohne vorherige vertragliche Bindung, genutzt werden darf. Hierfür konkretisiert Absatz 4 der Verordnung die entsprechenden Zahlungsverfahren.

Die Schaffung förderlicher rechtlicher Rahmenbedingungen im Straßenverkehr wird im Jahr 2015 mit dem Elektromobilitätsgesetz (EmoG) begonnen (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2015c), dem deutschen Schlüsselgesetz zu Elektromobilität im verkehrsrechtlichen Sinne. Es konkretisiert das Begriffsverständnis zu Elektrofahrzeugen (§ 2) und ermöglicht grundsätzlich Maßnahmen zur Bevorrechtigung von Elektrofahrzeugen im Straßenverkehr, z. B. mittels Bevorrechtigungen im Bereich des ruhenden Verkehrs (Parken) oder der Schaffung von Ausnahmen von Zufahrtbeschränkungen oder Durchfahrtverboten (beides § 3).

[178] Geführt bei der EU als COM (2016) 765 final, nach der Ausschusszuweisung vom 02.12.2016 zuletzt im Bundestag in der Plenarberatung vom 10.03.17, 954. Sitzung, TOP 63b behandelt.

Um diese Bevorrechtigungen ohne größere Nachweispflichten auch in Anspruch nehmen zu können, hat der Gesetzgeber in der *Fünfzigsten Verordnung zur Änderung straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften* (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2015b) ab dem Jahr 2016 die Vergabe von Sonderkennzeichen für Elektrofahrzeuge ermöglicht, die eine Prüfung der Berechtigungsgrundlage, beispielsweise bei der Mitbenutzung von Busspuren oder Ausnahmen in der Parkraumbewirtschaftung, für Außenstehende schnell und eindeutig ermöglicht.

Ab dem Jahr 2017 regelt zudem das *Vierte Gesetz zur Änderung des Bundesfernstraßenmautgesetzes* (4. BFStrMGÄndG) (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2017e) die Befreiung batterieelektrischer Nutzfahrzeuge von der Fernstraßenmaut.

Anhang 28: Detaillierte Betrachtung der Akteurseinbindung und Implementation auf Landesebene

Obgleich bereits im Dezember 2008 in der *1. Fortschreibung des Hamburger Klimaschutzkonzepts 2007-2012* das Ziel beschlossen wird, „ein Programm zur Elektromobilität" zu initiieren (Hamburgische Bürgerschaft 2008, S. 84), findet die konkrete Implementation dieser Zielsetzung erst ab dem Jahr 2009 im Rahmen des *Konjunkturpakets II* und der darin vorgehaltenen Bundesmittel für die Förderung von Elektromobilitätsprojekten in sogenannten *Modellregionen Elektromobilität* statt (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009c). Am 12.05.2009 teilt der Hamburger Senat dem Landesparlament (Bürgerschaft) mit, sich in Umsetzung des *Hamburger Klimaschutzkonzeptes* mit fünf Projekten auf Mittel aus dem Modellregionen-Programm beworben zu haben, nämlich „zwei Modulen ÖPNV, je einem Modul Individualverkehr, Wirtschaftsverkehr, Projektmanagement" (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2009b, S. 2).[179] Diese Bewerbung geht einher mit der Zuweisung der Verantwortlichkeit für die Koordination der lokalen Umsetzung an die hySOLUTIONS GmbH, die bereits im Jahr 2005 für die Koordination der Hamburger Förderprogramme im Wasserstoffbereich gegründet worden war. Am 02.06.2009 gibt der damalige Verkehrsminister Wolfgang Tiefensee die Auswahl Hamburgs als eine von acht Regionen im Förderprogramm *Modellregionen Elektromobilität* des BMVBS bekannt (Freie und Hansestadt Hamburg 2009b).

Entgegen der ursprünglichen Planung des Senats, neben dem Modul „Projektmanagement noch zwei Module ÖPNV und je ein Modul Individualverkehr und Wirtschaftsverkehr durchzuführen (siehe Drucksache 19/2973: Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2009b, S. 2), werden nun drei Module im Wirtschaftsverkehr, nur ein Modul im ÖPNV und kein Modul im Individualverkehr in Umsetzung gebracht. Die Gründe für diese Planänderung sind nicht dokumentiert.

Das durchgeführte Modul ÖPNV umfasst die Erprobung von Dieselhybridbussen im Liniendienst der Hamburger Hochbahn AG und liegt mit dem Fahrzeugtyp „Bus" außerhalb der Systemgrenzen der vorliegenden Arbeit, welche nur auf Fahrzeuge der Größenklassen M1 (Pkw) und N1 (leichte Nutzfahrzeuge) fokussiert. Daher sollen dieses und alle weiteren Projekte im Bereich elektrischer Busse im Zeitraum der Jahre 2009-2017 der Vollständigkeit halber zwar nachfolgend aufgelistet, aber nicht näher beschrieben werden.

Neben Wasserstoffantrieben wurden im Projekt *Erprobung von Dieselhybridbussen in Hamburg* in den Jahren 2009-2011 bei der Hamburger Hochbahn fünf Dieselhybridbusse im Linieneinsatz erprobt (Klingenberg 2011).

Die Fahrzeuge wurden im Rahmen des Anschlussprojektes *Erprobung und betriebliche und technische Optimierung der Dieselhybridbusse bei der HOCHBAHN (eBTO)* für weitere drei Jahre (2011-2013) mit Bundesförderung betrieben (Hamburger Hochbahn-Aktiengesellschaft und Krüger 2013).

Weitere Demonstrationen von teilelektrisierten Bussen fanden im Projekt *Erprobung Paralleler Dieselhybridbusse bei der Hamburger Hochbahn AG (ErPaD)* im Zeitraum der Jahre 2013-2014 in Hamburg statt. Bundesfördermittel erlaubten den Betrieb von 20 Dieselhybridbussen beim öffentlichen Nahverkehrsbetrieb Hamburger Hochbahn AG (Hamburger Hochbahn-Aktiengesellschaft und Schenk 2014).

---

[179] Die offizielle Absichtserklärung wird vom Senat am 14.04.2009 in einer Drucksache bestätigt (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2009b), ebenso wie die Bestätigung der erfolgten Bewerbung der Stadt Hamburg am 24.04.2009 (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2009c).

Auch bei den Verkehrsbetrieben Hamburg-Holstein wurden vom Jahr 2013-2014 im Raum Hamburg im Rahmen des Förderprojektes *Hybridbusse für den Stadtverkehr Hamburg* zehn Dieselhybridbusse betrieben (Faltenbacher und Grafetstätter 2016, S. 14).

34 Dieselhybridbusse im Linienverkehr wurden in Hamburg im Zeitraum der Jahre 2013-2015 zudem bei den Hochbahn-Tochtergesellschaften Süderelbe Busgesellschaft mbh und Friedr. Jasper GmbH im Rahmen des Projektes *Erprobung von sauberen parallelen Dieselhybridbussen in Hamburg (SaHyb)* betrieben.

Vom August 2014 bis Dezember 2016 fand in Hamburg im gleichnamigen Projekt eine *Bewertung des Einsatzes von Elektrobussen mit dezentraler Ladeinfrastruktur in Metropolen* (BEEDeL) statt. Konsortialpartner waren neben der Hamburger Hochbahn AG die Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg und das Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme in Dresden (Schenk et al. 2017).

Drei Plug-in-Hybridbusse sowie drei reinelektrische Linienbusse wurden seit dem Jahr 2014 bis Dezember 2017 bei der Hamburger Hochbahn im Rahmen des Projektes *Hamburger Elektrobus Demonstration (HELD)* betrieben (Faltenbacher und Grafetstätter 2016, S. 10).

Das Modul „Projektmanagement“ entspricht der Förderung von hySOLUTIONS für die Erfüllung der Funktion der *Regionalen Projektleitstelle* (RPL). Die RPL ist der lokale Koordinator der jeweiligen *Modellregion Elektromobilität* und damit die zentrale Schnittstelle zwischen der Bundespolitik, den kommunalen Ansprechpartnern und den Projektteilnehmern, in diesem Fall den Unternehmen der freien Wirtschaft und den öffentlichen Unternehmen. So gehört zur Schnittstellenarbeit die Interessenwahrnehmung der Region auf Bundesebene, beispielsweise die Bedarfsanmeldung für Elektrofahrzeuge bei bundesweit eingeschränkter Verfügbarkeit, sowie die Vorstellung und das Werben für die kommunale Entwicklungsstrategie für Elektromobilität, um sich themenseitig frühzeitig im Projektportfolio der Programmdirektion des Ministeriums (für das damalige BMVBS und das heutige BMVI die Nationale Organisation Wasserstoff und Brennstoffzelle, NOW GmbH) zu positionieren. Ferner kann durch die Teilnahme der RPL in bundesweiten Gremien, z. B. in der wissenschaftlichen Begleitforschung, auch ein Wissenstransfer zurück in die Region erfolgen.

Bei der strategischen Begleitung der Modellregion durch die RPL besteht für die Kommune eine direkte Steuerungsmöglichkeit der Aktivitäten, da die Gesellschafter der hySOLUTIONS GmbH mehrheitlich städtisch sind – jedoch nur im Vorlauf, also bei der Planung und Beantragung von Förderprojekten. Die einzelnen Förderbescheide der Projektteilnehmer stellen in sich eigenständige Verwaltungsakte dar und bieten für die Kommune bzw. die hySOLUTIONS GmbH nach Bewilligung keine Durchgriffsmöglichkeiten während der Umsetzungsphase.

Die Laufzeit der Förderung für die initiale Wahrnehmung dieser Aufgaben durch die RPL ist zunächst vom 01.08.2009 – 31.12.2009 angesetzt und wird mit rund 54 000 Euro gefördert.[180]In einer Verlängerung des Förderantrages wird das Auftragsverhältnis auf den Zeitraum 01.01.2010 – 30.09.2011 erweitert, wofür weitere Fördermittel in Höhe von rund 80 000 Euro vom Verkehrsministerium bereitgestellt werden (Klingenberg et al. 2011c).

[180] Die erste Förderphase der Regionalen Projektleitstelle Elektromobilität Hamburg (RPL I) umfasste die Förderung mit 53 550,69 EUR, Förderkennzeichen 03KP520 (Forschungszentrum Jülich (2018f).

Die neben der *Regionalen Projektleitstelle* (und dem ÖPNV-Modul) drei weiteren Projektmodule im Wirtschaftsverkehr sind die Projekte *hh=more*, *Hamburg PURE* und *HH-Wise*, von denen das Projekt *hh=more* zeitlich als erstes beginnt.

Ziele des Projektes *hh=more* sind der Einsatz und die Erprobung von batteriebetriebenen Elektro-Pkw in gewerblichen Flotten sowie der Aufbau einer öffentlichen Ladeinfrastruktur in Hamburg. Das Projekt wird im Zeitraum November 2009 bis September 2011 durch ein Projektkonsortium von den folgenden acht Partnern und einem assoziierten Partner, der keinen eigenen Förderantrag gestellt hatte, durchgeführt (Klingenberg et al. 2011b):

- Daimler AG als Fahrzeuglieferant
- DB FuhrparkService GmbH als Mobilitätsdienstleister
- Hamburg Energie GmbH als Energieversorger
- Hamburger Hochbahn AG als Mobilitätsdienstleister
- Hamburger Verkehrsverbund GmbH als Mobilitätsdienstleister
- hySOLUTIONS GmbH als Konsortialführer
- Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, als städtische Fachbehörde
- Vattenfall Europe Innovation GmbH als Energieversorger

Die Sixt GmbH ist als assoziierter Partner und weiterer Mobilitätsdienstleister ohne eigenen Förderantrag am Projekt beteiligt. Ohne Förderung unterliegt Sixt keinen Verpflichtungen, die sich aus einem Förderbescheid ergeben, und ist auch nicht Teil des zwischen den geförderten Partnern schriftlich vereinbarten Konsortialvertrags. Die Daimler AG ist zu Beginn des Projektes ebenfalls nur assoziierter Partner, wird aber dann zur zweiten Hälfte des Projektes hin, als Fahrzeuge geliefert und damit gefördert werden können, vollwertiger Konsortialpartner und Förderempfänger.

Im Projekt werden zunächst Analysen und Studien durchgeführt, wie und in welchem Umfang Elektrofahrzeuge in verschiedenen Fuhrparks von Unternehmen und Behörden der Stadt integriert werden können. Die ins Projekt eingebrachten 50 Elektrofahrzeuge der Marke Daimler, Modell Elektro-Smart und 18 weiteren Elektrofahrzeuge der Marke Daimler, Modell elektrische A-Klasse, stehen den Nutzern im Rahmen von geförderten Leasingverträgen zur Verfügung. Parallel zur Fahrzeugvergabe wird die Standortbestimmung der öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur begonnen und deren (geförderter) Aufbau in Auftrag gegeben (Tenkhoff et al. 2012, S. 98). Zielzahl sind 100 öffentlich zugängliche Ladesäulen (Hamburgische Bürgerschaft 2009). Beim Aufbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur sind weitere Stellen der Stadt Hamburg am Abstimmungsprozess (Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer; Landesbetrieb für Verkehr; Oberbaudirektion) beteiligt, die durch die Stadt Hamburg als unterstützende Stellen gezielt angesprochen werden können. Die Ladesäulen sollen dabei allen Fahrzeugnutzern und nicht nur Projektteilnehmern zur Verfügung stehen und überdies die freie Wahl des Energielieferanten ermöglichen, wofür durch die Energieversorger ein rechtlich sicheres Betreiberkonzept entwickelt werden muss. Die Mobilitätsdienstleister im Projekt untersuchen die Entwicklung und Umsetzung eines intermodalen Mobilitätskonzeptes in Verbindung mit Carsharing als einem erweiterten Angebot des ÖPNV (Klingenberg et al. 2011b). Das Projekt erhält insgesamt 2,25 Millionen Euro Fördermittel des Bundes (NOW GmbH 2009b).

Das Projekt *Hamburg PURE* beginnt im März 2010 und endet im September 2011. Es besteht nur aus einem einzelnen Förderantrag durch die Renault Deutschland AG. Diese erhält für den geplanten Einsatz von 15 elektrischen Fahrzeugen des Modells Kangoo Fördermittel in Höhe von rund 580 000 Euro (Forschungszentrum Jülich 2018f). Die Fahrzeuge sollen vor allem die Bedürfnisse des Wirtschaftsverkehrs adressieren. Das betrifft zum einen die Auswahl der Fahrzeuggröße, zum anderen

aber auch die Entwicklung von zielgruppenspezifischen Vertriebs- und Wartungskonzepten für Elektrofahrzeuge. Nicht zuletzt will der Hersteller mehr über die realen Einsatzmöglichkeiten seiner reinelektrischen Fahrzeuge lernen (Tenkhoff et al. 2012, S. 101). Dabei arbeitet Renault auch mit anderen Stellen, wie den zwei Hamburger Energieversorgern Vattenfall und Hamburg Energie, wie auch der RPL hinsichtlich der Nutzbarkeit der bestehenden öffentlichen Ladesäulen für Renault-Kunden und einer räumlichen Erweiterung des Ladenetzes basierend auf den Nutzerbedürfnissen der in die Modellregion hinzugekommenden Renault-Kunden zusammen (Renault Deutschland AG 2011, Lindlahr, Peter o. D.), jedoch ist die Steuerung ihrer Arbeitsbeiträge als assoziierte Projektpartner durch Renault beschränkt. Mangels direkter Einbindung der RPL ist zudem die Lenkungsmöglichkeit der kommunalen Ebene im Projekt und seiner strategischen Ausrichtung (zum Beispiel bei der Identifikation von frühen Nutzergruppen, die auch der städtischen Bedarfslage entspricht) nicht mehr sicher gegeben.

Im Projekt *HH-Wise* als drittem Modul im Wirtschaftsverkehr sollen elektrisch angetriebene leichte Nutzfahrzeuge bei der Hamburger Wirtschaft und in öffentlichen Unternehmen in ihrem Einsatz untersucht werden. Neben der Projektleitung, die durch die hySOLUTIONS GmbH gestellt wird, ist die *Transporter & Wohnmobilfachbetrieb Karabag GmbH* (nachfolgend Karabag GmbH) der lokale Umsetzungsakteur. Die Karabag GmbH will dazu im Projekt 20 auf einen elektrischen Antrieb umgerüstete Lieferfahrzeuge der Marke Fiat, Modell Fiorino, in das Projekt einsteuern (Karabag und Söhns 2011). Die Laufzeit des Projektes ist angesetzt auf März 2010 bis Juni 2011 (Tenkhoff et al. 2012, S. 104). Für diesen Zeitraum erhält die hySOLUTIONS GmbH rund 18 000 Euro Fördermittel und die Karabag GmbH 500 000 Euro. Vor Ende der Laufzeit wird aufgrund einer großen Fahrzeugnachfrage das Projekt bis Ende November 2011 unter Zufluss weiterer Fördermittel in Höhe von 3 Millionen Euro für die Karabag GmbH verlängert (Karabag und Söhns 2011), um weitere Fahrzeuge in das Projekt einsteuern zu können (Forschungszentrum Jülich 2018h).

Als assoziierte Projektpartner sind folgende Hamburger Unternehmen und öffentliche Stellen im Projekt *HH-Wise* eingebunden (Tenkhoff et al. 2012, S. 104):

- Freie und Hansestadt Hamburg als Betreiber städtischer Fuhrparks
- Hamburg Port Authority als Flottenbetreiber und öffentliches Unternehmen
- Logistik-Initiative GmbH als Ansprechpartner für die Logistikbranche
- Handelskammer Hamburg als Ansprechpartner für den Handel
- Handwerkskammer Hamburg als Ansprechpartner für das Handwerk
- FGA Bank Germany GmbH als Leasingbank

Abgesehen von der bereits mehrfach erwähnten fehlenden Eingriffsmöglichkeit der kommunalen Ebenen auf assoziierte Partner, ist laut Projektdokumentation auch keine konkrete Aufgabenstellung für diese assoziierten Partner vorgesehen (Klingenberg et al. 2011a).[181]

Die Aufgaben der Karabag GmbH hingegen sind klar definiert, nämlich die Bereitstellung der Fahrzeuge nach ihrer Umrüstung auf einen elektrischen Antrieb und die werkstattseitige Betreuung der Fahrzeugnutzer. Gleichzeitig will die Karabag GmbH zusammen mit der hySOLUTIONS GmbH als Regionaler Projektleitstelle Nutzer für die Fahrzeuge finden, die „dem Erkenntnisgewinn der politischen, kommunalen und industriellen Stakeholder dienen, als auch eine idealtypische Nutzung und die damit verbundenen Vorteile für die Branche insgesamt widerspiegeln“ (Karabag und Söhns 2011,

[181] Die jeweils hinter die Namen gesetzen Funktionen sind nur zum besseren Verständnis des Lesers aufgeführt und entsprechen der ursprünglichen Intention während der Antragsphase, die der Autor in einer früheren beruflichen Position mit begleitet hat, jedoch ist dies zu unterscheiden von einer in einem Förderantrag fest verankerten Aufgabenzuteilung im Rahmen eines Projektkonzeptes.

S.6). Im Rahmen der oben beschriebenen Verlängerung der Projektdauer und Aufstockung der Fördermittel beginnt die Karabag GmbH die Entwicklung eines induktiven Ladesystems, welches optional mit den von ihr vertriebenen Elektrofahrzeugen geordert werden kann.

Parallel zu den beschriebenen Projektmodulen der *Modellregion Elektromobilität* im Rahmen des *Konjunkturpakets II* erfolgt im November 2011 die Bewerbung Hamburgs als *Schaufenster Elektromobilität* (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2011c). Diese ist erfolglos und im April 2012 erhalten vier andere Regionen diesen Titel (NOW GmbH 2014, S.85). Somit stellt diese vom Senat initiierte Aktivität keinen Beitrag zur Zielerreichung dar und wird von der Stadt Hamburg nicht weiter verfolgt.

Nach Auslaufen des *Konjunkturpakets II* werden stattdessen aus den durch das *Regierungsprogramm Elektromobilität* bereitgestellten Bundeshaushaltsmitteln in Höhe von 1 Milliarde Euro von Hamburg weitere Förderprojekte für die Erprobung von Elektrofahrzeugen und den Aufbau von Ladeinfrastruktur über die jeweilige Ressortförderung beantragt .[182]

So wird zunächst die Funktion von hySOLUTIONS als *Regionale Projektleitstelle* durch eine erneute Bewilligung in Höhe von rund 210 000 Euro für den Zeitraum von Oktober 2011 bis Dezember 2013 sichergestellt (Paulsen und Hysolutions GmbH 2014).

Im September 2012 wird das Projekt *Wirtschaft am Strom* bewilligt, welches zum Ziel hat, Elektromobilität vor allem im städtischen Wirtschaftsverkehr zu fördern und daher vermehrt klein- und mittelständische Unternehmen als neue Kunden zu gewinnen (Freie und Hansestadt Hamburg 2013c).

Während die Stadt Hamburg für die Implementation ihres *Masterplans Klimaschutz* im Projekt *Wirtschaft am Strom* noch den Einsatz „von bis zu 900 batteriebetriebenen Pkw und leichten Nutzfahrzeugen in öffentlichen und gewerblichen Flotten“ (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2013a, S. 17) vorsieht, wird diese Zahl im Rahmen der Antragsstellung auf 740 Fahrzeuge als maximale Fahrzeugfördermenge sowie den Aufbau von bis zu 250 Ladepunkten reduziert (NOW GmbH 2013, S. 97). 120 Fahrzeuge davon sollen durch kommunale Unternehmen betrieben werden (Lindlahr o.D.).

Inhaltliche Schwerpunkte sind neben dem Fahrzeugeinsatz und der Integration der Elektrofahrzeuge in bestehende Flotten von gewerblichen und öffentlichen Nutzern vor allem auch die Erfassung von Nutzungsprofilen mittels einer automatisierten Fahrdaten- und Ladedatenerfassung. Zusammen mit den in Befragungen gewonnenen Erkenntnissen zu Chancen und Hemmnissen des Fahrzeugeinsatzes in Unternehmen und kommunalen Einrichtungen sollen eine Potenzialabschätzung zur zukünftigen Nutzung von Elektromobilität in Hamburg und Deutschland ermöglicht sowie Handlungsempfehlungen für den weiteren beschleunigten Fahrzeughochlauf formuliert werden (NOW GmbH 2013, S. 96). Die Elektrofahrzeuge werden im Projekt in zwei verschiedenen Bereitstellungsverfahren eingebracht, nämlich einem „Lieferantenmodell“ (Fahrzeug wird vom Nutzer selbst über Bank geleast) und einem „Fuhrparkbetreibermodell“ (Fahrzeug wird durch einen zwischengeschalteten Mobilitätsdienstleister im unternehmenseignenen Fuhrpark betrieben). Zur Weiterentwicklung der Ladeinfrastruktur erfolgt im Projekt ferner die Erprobung von netzlastabhängigem Laden in Fuhrparks, ebenso wie der Aufbau eines stationären Batteriespeichers, welcher überschüssigen Strom im Netz speichern und diesen anschließend an einer Schnellladestation zur Verfügung stellen soll (Vattenfall AG 2015, Dornier Consulting GmbH 2013, Bayerische Motorenwerke 2014b).[183]

---

[182] Die Mittelbereitstellung erfolgt zwar ressortgebunden, stammt aber originär über das Sondervermögen des „Energie- und Klimafonds“ der Bundesregierung.

[183] Dornier Consulting GmbH war Dienstleister von Vattenfall, BMW der Batterielieferant für den Speicher.

Das Projekt hat eine anfängliche Laufzeit von September 2012 bis Dezember 2015, das Projekt wird jedoch mehrfach verlängert und finanziell aufgestockt. Die gesamte Fördersumme des Projektes beträgt am Projektende rund 9 Millionen Euro. Das Konsortium besteht zum Zeitpunkt der Antragsstellung aus folgenden Partnern, in Klammern sind die Laufzeiten der jeweiligen Förderanträge (Forschungszentrum Jülich 2018i):

- DB FuhrparkService GmbH als Mobilitätsdienstleister (2012-10-01 – 2015-12-31)
- Handelskammer Hamburg als Ansprechpartner für den Handel (2012-09-01 – 2017-06-30)
- Hamburg School of Business Administration gGmbH als wissenschaftlicher Partner (2012-09-01 – 2017-06-30)
- GE Auto Service Leasing GmbH als Mobilitätsdienstleister (2012-10-01 – 2013-12-31)
- Finanzbehörde der Stadt Hamburg als nachgeschaltete Förderinstanz für städtische Fuhrparks (2012-09-01 – 2017-06-30)
- Technische Universität Hamburg-Harburg als wissenschaftlicher Partner (2012-09-01 – 2017-11-30)
- EUROPCAR Autovermietung GmbH als Mobilitätsdienstleister (2014-10-01 – 2016-12-31)
- hySOLUTIONS GmbH als Projektleitung (2012-09-01 – 2017-06-30)
- Volkswagen Leasing GmbH als Leasingbank (2014-09-01 – 2017-06-30)
- Daimler AG als Fahrzeughersteller (2012-09-01 – 2014-08-31)
- Mercedes-Benz Leasing GmbH als Leasingbank (2012-09-01 – 016-09-30)
- RCI Banque S.A. Niederlassung Deutschland als Leasingbank (2013-01-01 – 2017-06-30)
- Vattenfall Europe Innovation GmbH als Energiedienstleister (2012-09-01 – 2017-06-30)

Die Firma GE verlässt am Ende des Jahres 2013 das Konsortium und wird durch Europcar als Mobilitätsdienstleister ersetzt. Volkswagen in Vertretung durch seine Leasingbank tritt Ende des Jahres 2014 ins Konsortium ein, nachdem einen Monat zuvor Daimler als Hersteller das Konsortium verlassen hat. Die DB FuhrparkService als Mobilitätsdienstleister verlässt zum Ende des Jahres 2015 das Konsortium. Die Mercedes-Benz Leasingbank verlässt acht Monate vor den anderen verbliebenden Partnern das Konsortium, während die Technische Universität Hamburg-Harburg als einziger Konsortialpartner noch nach dem inoffiziellen Projektende im Juni 2017 bis Ende November 2017 im Projekt arbeitet.

Während der Projektlaufzeit hat die Stadt Hamburg zum einen als Gesellschafter von der Projektleitung hySOLUTIONS Einfluss auf die inhaltliche Fortentwicklung des Projekts, als auch durch ihre direkte Teilnahme über die Finanzbehörde. Die Finanzbehörde fungiert als nachgeschaltete Förderinstanz für die städtischen Fuhrparks, indem sie als Förderempfänger für die Stadt Bundesmittel einwirbt, die dann in einem internen Verfahren an die sich für ein gefördertes Fahrzeug bewerbenden Dienststellen ausgeschüttet werden. Damit stellt die Finanzbehörde die Einhaltung der von ihr definierten Regeln zum Betrieb des Fahrzeugs oder der Ladeinfrastruktur im städtischen oder behördlichen Einsatz sicher.[184]

Kurz nach Bewilligung des Projektes *Wirtschaft am Strom*, welches sich an gewerbliche Nutzer richtet, nimmt das Projekt *e-Quartier* nach erfolgreicher Bewilligung von Fördermitteln durch das Bundesverkehrsministerium im Februar 2013 die Arbeit auf. In dem bis zum September 2017 laufenden Projekt wird durch den Fokus auf Quartiersentwicklung und Mobilität im Wohnungsbau erstmals auch privaten, nichtgewerblichen Nutzern in Hamburg im Rahmen von Carsharing-Angeboten in

[184] Die „Teilnahmeregeln“ für Dienststellen innerhalb Verwaltung der Freien und Hansestadt Hamburg oder öffentliche Unternehmen sehen u. a. die Teilnahme an wissenschaftlichen Erhebungen oder die rein dienstliche Nutzung vor. Finanzbehörde Hamburg, persönliche Mitteilung von Niels Clavien, Dezember 2012.

Wohnquartieren die Möglichkeit zur Erprobung von Elektrofahrzeugen gegeben. Der Forschungsschwerpunkt liegt dabei auf der Entwicklung unterschiedlicher Angebotsformen (offenes, geschlossenes Carsharing etc.) für die Nutzung von Elektrofahrzeugen und der Berücksichtigung von solchen Angeboten bei der nachträglichen Quartiersentwicklung oder von Neubauprojekten (z. B. Installation von Ladeinfrastuktur). Für die teilnehmenden Mobilitätsdienstleister muss zudem ein Betriebsmodell gefunden werden, welches bei geschlossenen Nutzergruppen die eventuell niedrigere Auslastungen in den Wirtschaftlichkeitsberechnungen berücksichtigt. In bis zu zehn Quartieren soll zudem die Verknüpfung erneuerbarer Energien und der Speicherung und Abgabe dieser Energie über Schnellladesäulen überprüft werden. (NOW GmbH 2014, S. 105). Die Zielzahl für die Bereitstellung von Fahrzeugen liegt bei 120, mit denen bis zu 2. 000 Nutzer angesprochen werden sollen (Hamburgische Bürgerschaft 2013, S. 22).

Das Konsortium im Projekt *e-Quartier* umfasst folgende Partner (in Klammern sind die Laufzeiten der einzelnen Fördervorhaben der Partner angegeben) (Forschungszentrum Jülich 2018j):

- Aurelis Real Estate GmbH & Co. KG als Immobilienentwickler (2013-04-01 – 2016-03-31)
- Mindways GmbH als Mobilitätsdienstleister (2013-08-01 – 2016-05-31)
- HafenCity Universität Hamburg als wissenschaftlicher Partner (2013-02-01 – 2017-10-31)
- DB Rent GmbH als Mobilitätsdienstleister (2013-02-01 – 2016-01-31)
- D&K drost consult GmbH als Immobilienentwickler (2013-02-01 – 2017-10-31)
- hySOLUTIONS GmbH als Projektleitung (2013-02-01 – 2017-10-31)
- cambio Hamburg CarSharing GmbH als Mobilitätsdienstleister (2013-12-01 – 2017-10-31)
- Vattenfall Europe Innovation GmbH als Energiedienstleister (2013-02-01 – 2016-03-31)
- STAR CAR GmbH als Mobilitätsdienstleister (2013-08-01 – 2017-10-31)
- Sparda Immobilien GmbH als Immobilienentwickler (2013-02-01 – 2016-03-31)
- GfG Hoch- Tief- Bau GmbH & Co. KG als Immobilienentwickler (2013-08-01 – 2017-10-31)

Die gesamte Fördersumme des Projektes beträgt rund 1,7 Millionen Euro (NOW GmbH 2014, S. 105). Die DB Rent GmbH verlässt Ende Januar 2016 das Projektkonsortium, Aurelis, Vattenfall und Sparda im März und Mindways im Mai des gleichen Jahres, während die übrigen Konsortialpartner bis Oktober 2017 noch im Projekt arbeiten. Die Lenkungsfunktion seitens der Kommune war außer über die Beteiligung der hySOLUTIONS GmbH nicht gegeben, da es sich bei den Wohnungsbauprojekten um private Immobilienprojekte handelte.

Im Januar 2014 bewilligt das Bundesverkehrsministerium die erneute Verlängerung der Aufgaben der *Regionalen Projektleitstelle* bis zum Ende des Jahres 2017, wofür die ausführende Stelle hySOLUTIONS Fördermittel in Höhe von rund 225 000 Euro erhält (Forschungszentrum Jülich 2018k).

Ebenfalls im Januar 2014 bewilligt das Umweltministerium die Durchführung des Projektes *ePowered Fleets Hamburg* (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit 2018). Die Projektlaufzeit geht bis zum 30. Juni 2017. Im Projekt sollen 450 Fahrzeuge in gewerblichen Flotten eingesetzt werden, um mittels der ökologischen Begleitforschung des beteiligten Öko-Instituts aus Berlin die Minderung des Schadstoffausstoßes durch die Fahrzeuge in einer mindestens 24monatigen Laufzeit zu untersuchen (ebenda). Darüberhinaus wird im Projekt eine Akzeptanzstudie in betrieblichen Flotten durchgeführt, um zusammen mit der Umweltbetrachtung „das Potenzial von Elektrofahrzeugen in gewerblichen Flotten in Deutschland und deren Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz realistisch abzuschätzen sowie Empfehlungen an Politik und Unternehmen geben zu können, wie der Anteil an Elektrofahrzeugen in Fuhrparks in den kommenden Jahren erhöht werden kann“ (Busch und Hysolutions GmbH 2017, S. 4). Um Unternehmen die Entscheidung zu erleichtern, Elektrofahrzeuge einzusetzen, wird ein online-Rechner entwickelt, der beispielsweise Betriebskosten bei unter-

schiedlichen Laufleistungen, auch unter Umweltgesichtspunkten, mit herkömmlichen Fahrzeugtechnologien vergleicht (Minnich et al. 2017, S. 77). Das Projektkonsortium besteht aus drei Partnern:

- hySOLUTIONS GmbH als Projektleitung
- Öko-Institut e.V. als wissenschaftlicher Leiter
- Alphabet Fuhrparkmanagement GmbH als Mobilitätsdienstleister

Das Fördervolumen beträgt insgesamt 9,7 Mio. Euro. Besonderheit der Förderung des Umweltministeriums gegenüber den übrigen Projekten, die vom Verkehrsministerium unterstützt werden, ist die Förderung über das Instrument der Umweltschutzbeihilfe (auf Grundlage von Abschnitt 7 der Allgemeinen Gruppenfreistellungsverordnung, Europäische Kommission 2014, Art. 36).

Im Januar 2014 startet das internationale Kooperationsprojekt *SINGER* (Sino-German Electromobility Research). Das Projekt versucht, Parallelen in der Einführung von Elektromobilität in deutschen und chinesischen Metropolen zu finden, die mit ähnlichen Problemen im Bereich Stadtentwicklung und Mobilität zu kämpfen haben. Der Projektpartner in China ist die Kommune Shenzen mit mehr als 10 Millionen Einwohnern. Untersucht werden soll unter anderem die Verknüpfung von öffentlichen und privaten Mobilitätsangeboten wie Carsharing oder die Elektrifizierung des Wirtschaftsverkehrs, genauso wie die übergeordnete Reduzierung des Verkehrsaufkommens insgesamt im Vergleich der beiden Metropolen. Unterschiedliche Markteinführungsstrategien in beiden Ländern/Metropolen werden verglichen und bewertet im Hinblick auf ihre Übertragbarkeit (Dickhaut und Lauer 2016; Lauer und Dickhaut 2018). Das Fördervolumen beträgt insgesamt rund 820 000 Euro (Forschungszentrum Jülich 2018l).

Kooperationspartner auf deutscher Seite sind (Projektlaufzeiten in Klammern angegeben):

- Hochschule für Angewandte Wissenschaften (2014-01-01 – 2017-07-31)
- Universität Hamburg (2014-01-01 – 2018-04-30)
- hySOLUTIONS GmbH als Projektleitung (2014-01-01 – 2017-10-31)
- HafenCity Universität Hamburg (2014-01-01 – 2017-07-31)

Im August 2014 beschließt die Stadt Hamburg einen *Masterplan Ladeinfrastruktur*, um den Aus- und Aufbau von Lademöglichkeiten für Elektrofahrzeuge in Hamburg zu intensivieren (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2014). Der Plan sieht vor, bis Mitte des Jahres 2016 insgesamt 592 Ladepunkte im öffentlich zugänglichen Raum[185] zu errichten (341 AC-Ladepunkte, 181 AC-Schnellladepunkte, 70 DC-Ladepunkte). Auf diese Zahlen werden die zum Zeitpunkt des Beschlusses bestehenden 138 Ladepunkten angerechnet, so dass 454 zusätzliche Ladepunkte an 227 Standorten bis zum genannten Zeitpunkt neu aufzubauen sind. Der Masterplan macht Vorgaben zu der technischen Ausgestaltung der Anlagen, z. B. dass die Ladeeinrichtungen auch ohne Vertrag über eine mobilfunktelefonbasierte Zugangsmöglichkeit freigeschaltet werden können müssen. Zudem schreibt der Masterplan den diskriminierungsfreien Zugang für Strombetriebe sowie die ausschließliche Verwendung von Grünstrom vor. Im Gegensatz zum Projekt *hh=more*, bei dem im Rahmen des Projektes genaue Vorgaben über die Qualität des Grünstroms definiert wurden, geht der Masterplan nicht weiter auf die Herkunft des Grünstroms ein. Als alleiniger Dienstleister für die Errichtung und den Betrieb der städtischen Ladesäulen wird im Masterplan die Stromnetz Hamburg GmbH benannt, welche von der Stadt als Generalunternehmer über einen Selbstkostenerstattungsvertrag beauftragt wird (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2014, S. 2). Seitens der Stadt Hamburg werden im Jahr 2014 rund 4,1 Mio. Euro für den Ladeinfrastrukturaufbau zur Verfügung gestellt, bis zum

[185] Dies inkludiert auch private Flächen, bspw. auf Tankstellen, die durchgängig für Nutzer zugänglich sind.

Jahr 2017 kommen weitere städtische Fördermittel in Höhe von rund 12 Mio. Euro für den bisherigen und weiteren Aufbau von Ladeinfrastruktur (Investitionskosten) wie auch dem Auf- und Ausbau des IT-Backendes, der Wartung und den Betrieb der Ladesäulen hinzu.[186] Am 18. Oktober 2017 konstatiert der damalige Erste Bürgermeister Olaf Scholz bei der Eröffnung des 600. Ladepunktes in Hamburg, „die Zielzahl des Masterplans Ladeinfrastruktur ist damit erreicht“ (Freie und Hansestadt Hamburg 2017b)[187].

Im Januar 2015 erfolgt mit dem Projekt *HansE: Aufbau einer auf Verkehrsströme abgestimmten Ladeinfrastruktur in der Metropolregion Hamburg* eine weitere gezielte Förderung der Ladeinfrastrukturausstattung im öffentlichen Raum. Fokus des Projektes ist dabei die Installation von Lademöglichkeiten in der Hamburg umgebenen Metropolregion, um den Übergang vom Stadtgebiet in den ländlichen Raum für die dort lebenden Menschen (vor allem Pendler) zu erleichtern (NOW GmbH o. D.). Das Projekt endet im September 2018 und hat ein Fördervolumen von 1,65 Millionen Euro (ebenda). Das Konsortium besteht aus den folgenden vier Parteien:

- hySOLUTIONS GmbH als Projektleitung
- Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen als wissenschaftlicher Partner
- Landkreis Harburg als städtischer Partner und Vertreter eins Teils der Metropolregion
- Uniper Technologies GmbH als Infrastrukturbetreiber

Inhaltliche Ziele sind die Ermittlung von geeigneten Ladestandorten anhand der Analyse des Verkehrsaufkommens und anderer Aspekte im möglichen Bedarf für Lademöglichkeiten, wie z. B. viel besuchte touristischen Orte oder Standorte mit hoher Gewerbedichte wie Einkaufszentren. Als Zielwert sollen bis zu 50 Ladestationen errichtet werden (Metropolregion Hamburg 2015). Die direkte Einbindung eines Landkreises, in dem Ladesäulen aufgebaut werden sollen, stellt dabei die Lenkungsmöglichkeiten der kommunalen Ebene sicher.

Die in den im Jahr 2017 für den *Masterplan Ladeinfrastruktur* nachträglich bereitgestellten Haushaltsmitteln enthaltene Erweiterung der Hamburger Ladeinfrastruktur sieht als Planzahl eine Vergrößerung des bestehenden Netzes auf 1 000 Ladepunkte auf öffentlich zugänglichen Flächen und 150 exklusiv durch Car-Sharing-Fahrzeuge nutzbaren Flächen bis zum Ende des Jahres 2018 vor (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2017c). Wie schon beim ersten *Masterplan Ladeinfrastruktur* ist auch bei der Erweiterung des Ladenetzes erneut das städtische Unternehmen Stromnetz Hamburg GmbH als alleiniger Betreiber vorgesehen.

Um auch den Ladeinfrastrukturaufbau innerhalb Hamburgs durch weitere Betreiber außer der Stromnetz Hamburg zu fördern, stellt die Stadt Hamburg hierfür im Jahr 2017 eigene Haushaltsmittel für ein Jahr bereit. Beantragt werden kann eine Förderung bei der Hamburgischen Investitions- und Förderbank, welche im Januar 2017 die dazu notwendige Förderrichtlinie für Ladeinfrastruktur „auf privaten, aber öffentlich-zugänglichen Flächen“ bekanntgibt (Hamburgische Investitions- und Förderbank 2017). Aufgrund der geringen Nachfrage nach Fördermitteln und der mit dem Erlass vom 13. Februar 2017 mittlerweile hinzugekommenen Fördermöglichkeit von Ladeinfrastruktur über das Bundesförderprogramms für Ladeinfrastruktur (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017b) stellt die Stadt Hamburg die Hamburger Förderrichtlinie nach sechs Wochen wieder ein.

---

186 Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation Hamburg, persönliche Mitteilung Dr. Nadja Hammami, Mai 2018.

187 Die im Masterplan noch genannte Zahl von 592 wurde im Laufe der Zeit „aufgerundet“ auf 600. Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation Hamburg, persönliche Mitteilung Dr. Nadja Hammami, Mai 2018.

Unter dem Namen *E-Drive 2017* wird im Januar 2017 von der RPL ein Beschaffungsprogramm für Wirtschaftsunternehmen und kommunale Fuhrparks in Hamburg und der angrenzenden Metropolregion vermarktet, der fördertechnisch vier Flottenprojekte basierend auf der Förderrichtlinie 2017 (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017f) zugrunde liegen (Hysolutions GmbH 2017).

Im Förderzeitraum 01.01.2017 – 31.12.2018 bietet die Volkswagen Leasing GmbH im Rahmen des Projektes *EWi-HH, Einsatz von Elektrofahrzeugen in Wirtschaftsflotten der Freien und Hansestadt Hamburg* bis zu 200 Elektrofahrzeuge zu verbilligten Leasingraten für Hamburger Wirtschaftsunternehmen an. Für die 40%ige Förderung der Differenz der Anschaffungskosten vom Elektrofahrzeug zum herkömmlichen Fahrzeug stellt die Bundesregierung der Volkswagen Leasing GmbH rund 780 000 Euro zur Verfügung; andere Projektpartner gibt es nicht (Forschungszentrum Jülich 2018m). Die Bereitstellung von Fahrdaten für die wissenschaftliche Begleitforschung ist zu Projektbeginn nicht geplant (Linke 2017), jedoch beteiligt sich die Volkswagen Leasing GmbH Mitte des Jahres 2018 doch noch an der über die von der NOW GmbH koordinierten bundesweiten Begleitforschung durch den Einsatz von Datenerfassungsgeräten in vereinzelten Fahrzeugen für die verbleibende Projektlaufzeit.[188]

Als Parallelprojekt mit gleicher Laufzeit (01.01.2017-31.12.2018) richtet sich die Volkswagen Leasing GmbH im Projekt *Eko-HH, Einsatz von Elektrofahrzeugen in kommunalen Flotten der Freien und Hansestadt Hamburg sowie in der Metropolregion Hamburg* an kommunale Fuhrparks und öffnet dabei die Fördermöglichkeiten auch für kommunale Antragssteller aus der Metropolregion Hamburg. Dafür stehen ebenfalls Bundesfördermittel in der Höhe von rund 780 000 Euro zur Verfügung, mit denen 200 Elektrofahrzeuge beschafft werden sollen (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2018c). Auch hier sind erst ab Mitte des Jahres 2018 in einzelnen Fahrzeugen Fahrdatenerhebungen geplant. Wie beim Parallelprojekt *Ewi-HH* ist die Volkswagen Leasing GmbH der einzige Vertragspartner gegenüber dem Bund, in beiden Fällen ist eine Lenkungsmöglichkeit der Stadt Hamburg, z. B. bei der Vergabe der Fahrzeuge, nicht gegeben.

Als drittes Projekt innerhalb von *E-Drive 2017* erhält die BMW-Tochter Alphabet Fuhrparkmanagement vom Verkehrsministerium Fördermittel in Höhe von rund 1,6 Millionen Euro für die Bereitstellung von bis zu 500 Elektrofahrzeugen an behördliche und Gewerbekunden (Forschungszentrum Jülich 2018b). Der Start des Projektes ist der 01. Juni 2017 und die Laufzeit beträgt zwei Jahre. Das Projekt wird beim Verkehrsministerium unter dem Titel *Alphabet Fuhrparkmanagement: 500 Elektrofahrzeuge* geführt.[189]

Mit der Zielzahl von 450 Elektrofahrzeugen erhält als viertes Projekt der Hamburger Beschaffungsinitiative die RCI Banque S.A. als Leasingbank des Renault-Konzerns Bundesfördermittel in Höhe von rund 2,6 Millionen Euro. Das *RCI Banque (Region Hamburg): 450 Fahrzeuge* genannte Projekt beginnt am 01. Juli 2017 und hat eine zweijährige Laufzeit (Forschungszentrum Jülich 2018c).[190][191]

---

188 Volkswagen Leasing GmbH, persönliche Mitteilung Guido Linke, Mai 2018.

189 Das Projekt wird in Drucksache 21/10349 der Hamburger Bürgerschaft unter dem Namen „EFFICIENCY Hamburg“ geführt.

190 Das Projekt wird in Drucksache 21/10349 der Hamburger Bürgerschaft unter dem Namen „Hamburg – modern, nachhaltig mobil, urban“ geführt.

191 Das zum gleichen Zeitpunkt gestartete Förderprojekt „GroundSTARS GmbH, 12 Fahrzeuge“ (Name laut Drucksache 21/10349 der Hamburger Bürgerschaft „Elektrische Vorfeld-Fahrzeuge am Hamburg Airport“), Förderkennzeichen 03EMI217, setzt Fahrzeuge ohne Straßenzulassung auf dem Flughafenvorfeld ein und ist deshalb nicht Teil der vorliegenden Betrachtung.

Die BMW-Tochter Alphabet Fuhrparkmanagement GmbH bietet ab dem 01. Juni 2018 für Hamburger Wirtschaftsunternehmen neben der Förderung innerhalb des *E-Drive 2017*-Programms auch eine Förderung von Fahrzeugen und Ladeinfrastruktur aus dem von der Bundesregierung initiierten *Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020* an. Mit der Fördersumme von rund 2 Mio. Euro sollen in dem unter dem Namen *Alphabet Fuhrparkmanagement GmbH_60KFZ_200NFZ_115LIS* geführten Projekt 60 Elektrofahrzeuge, 200 elektrische leichte Nutzfahrzeuge sowie 115 Ladeeinrichtungen bis Ende Juni 2020 zu vergünstigsten Konditionen angeboten werden (Forschungszentrum Jülich 2018d). Eine wissenschaftliche Begleitforschung ist im *Sofortprogramm Saubere Luft* gemäß dem Förderaufruf (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017a, Punkt 3.3.2) nicht verpflichtend vorgesehen, bzw. nur noch optional und freiwillig.

Anhang 29: Detaillierte Darstellung der Akteure der Bundesebene

Das *Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur* (BMVI) (ehemals Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) zeichnet in seinem fachlichen Zuschnitt für die Regierungsaktivitäten rund um das Thema Verkehr verantwortlich. Das Ministerium hat, zusammen mit drei weiteren Ministerien (BMWi, BMBF, BMUB), im Jahr 2007 innerhalb des IEKP die Federführung im Themenbereich Elektromobilität zugesprochen bekommen (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2007). Innerhalb dieses Aufgabenfeldes fokussieren die verabschiedeten Förderprogramme auf die Erprobung von BEV und PHEV in Feldversuchen. Zusammen mit dem Wirtschaftsministerium findet zudem eine anwendungsorientierte Batterieforschung statt. Das Bundesministerium wurde Anfang des Jahres 2009 noch von Minister Wolfgang Tiefensee (SPD) geführt, der am 28. Oktober 2009 von Minister Peter Ramsauer (CSU) abgelöst wurde (Wahl zum 17. Deutschen Bundestag am 27. September 2009). Am 17. Dezember 2013 gingen die Amtsgeschäfte auf seinen Nachfolger Alexander Dobrindt (CSU) über. Innerhalb des Ministeriums wurde ein Referat *Umweltpolitik und Infrastruktur* geschaffen, innerhalb dessen das Thema Elektromobilität angesiedelt wurde (Abteilung UI 43, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017l, S. 27) welches seit der Umgestaltung des Ressorts zum BMVI im Dezember 2013 nunmehr G21 (für „Grundsatzangelegenheiten“) heißt (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2016b). Der dortige Referatsleiter für den Bereich Elektromobilität ist seit 2008 Ministerialrat Stefan Schmitt. Zur Koordination und vor allem der Strukturierung des für das Ministerium und die meisten Projektbeteiligten vollkommen neuen Themenfelds bediente sich das Ministerium, wie zuvor bei allen Wasserstoff- und Brennstoffzellenaktivitäten (Nationales Investitionsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzelle, NIP) der *Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellen* (NOW). Diese wiederum vergab in den Jahren 2009-2010 ein Beratungsmandat an die Unternehmensberatung Roland Berger Strategy Consultants, vertreten durch Herrn André Metzner, der in früherer Position bei der Daimler AG tätig war. Im Jahr 2010 lief das Beratungsmandat aus und die Rolle von Herrn Metzner wurde durch andere Mitarbeiter der NOW übernommen.

Mit Mitteln aus dem *Konjunkturpaket II* (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2009c) wurde in Ulm in den Jahren 2009 bis 2011 der Aufbau eines Batterietestzentrums mit rund 14 Mio. Euro gefördert (Döring 2012). Im Jahr 2009 starteten auch die ersten vom BMVI[192] geförderten Demonstrationsprojekte (Projektträger Jülich 2011). Deren Laufzeit endete (mit dem Ende des *Konjunkturpakets II*) im Jahr 2012. Es schlossen sich weitere Projekte an, die sich bereits im Jahr 2011 im Rahmen der im gleichen Jahr herausgegebenen Förderrichtlinie (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016a, S. 2425 ff) für eine Neuförderung oder um eine Anschlussförderung bereits laufender Vorhaben beworben hatten. Eine weitere Mittelfreigabe seitens des Ministeriums erfolgte im Rahmen der Förderrichtlinie im Jahr 2015 (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2015) . Referatsleiter Stefan Schmitt (BMVI) nahm gerade in der Anfangsphase des Modellregionen-Programms (2009-2010) oft persönlich an den gemeinsamen Arbeitssitzungen aller Modellregionen teil und konnte damit die Arbeit von Herrn André Metzner wirkungsvoll unterstützen, in dem er bei Unklarheiten die Zielsetzung des Fördergebers darstellte. Herr Metzners Verdienst ist es, über alle Projekte und Modellregionen hinweg sogenannte *Plattformen* (vgl. dazu Tenkhoff et al. 2012) geschaffen zu haben, deren Ziel ist, einen Austausch zu Querschnittsthemen zu etablieren, um über-

[192] Damals noch als BMVBS mit leicht verändertem fachlichen Zuschnitt: die Themen Bauen und Stadtentwicklung wurden abgegeben, dafür wurden unter dem Begriff „digitale Infrastruktur“ der Ausbau der Telekommunikationsnetze oder beispielsweise die satellitengestützte Navigation im Straßenverkehr in das Ressort integriert.

tragbare Erkenntnisse aus den ansonsten sehr diversen Einzelprojekten zu ziehen. Dies sah unter anderem auch die Erhebung von Fahrdaten vor. Wie oben beschrieben, lief jedoch das Mandat für Herrn Metzner bereits im Jahr 2010 aus. Der Wegfall einer treibenden Kraft für die strategische Ausrichtung der Förderaktivitäten, die zugleich über eine gewisse Vorerfahrung in der Großindustrie, speziell der Automobilindustrie verfügte, und die von vielen am Prozess Beteiligten als zögerlich oder passiv empfundene Lenkungskraft seitens der Geschäftsführung der NOW führten zu einem anschließenden merklichen Lenkungsdefizit in der Ausgestaltung der *Plattformen* und der Unterstützung der Einzelprojekte insgesamt bei aufkommenden Fragen in den Konsortien.

Das *Bundesministerium für Bildung und Forschung* (BMBF) zeichnet in seinem fachlichen Zuschnitt für die Regierungsaktivitäten rund um die Themen Bildung (außerschulische Aus- und Weiterbildung wie auch Ausbildungsförderung) sowie den Themenbereich Forschung (Grundlagen- und Spitzenforschung) verantwortlich. Der Fokus des Ministeriums im Themenbereich Elektromobilität liegt auf der Grundlagenforschung im Bereich Energiespeicher und der Effizienzsteigerung von Komponenten in Elektroautos sowie der Ausbildung und Qualifizierung von Wissenschaftlern und Technikern für die weitere Entwicklung und Anwendung von Elektromobilität (Bundesministerium für Bildung und Forschung 2016). Zusammen mit drei weiteren Ressorts (BMWi, BMVI, BMUB) hat das BMBF im Jahr 2007 innerhalb des IEKP die Federführung im Themenbereich Elektromobilität zugesprochen bekommen (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2007). Im Bereich Batterietechnologie unterstützt das Ministerium die Entwicklung von Batteriematerialien und Prozesstechnologien von Batteriezellen, mit welcher in der Zukunft (der sogenannten „Post-Lithium-Ionen-Ära“) in Deutschland Batterien für Elektrofahrzeuge hergestellt werden könnten. Im Jahr 2009 wurden im Rahmen des *Konjunkturpakets II* zwei Forschungsverbünde initiiert (*Kompetenzverbünde Elektrochemie Nord und Süd*), die neben der standortübergreifenden Forschung auch das Ziel haben, mittels gemeinsamer Ausbildungsmodule eine größere Zahl von Spezialisten für elektromobilie Themen auszubilden. Zwei Jahre zuvor wurde gemeinsam mit dem BMWi zudem das Projekt[193] *Lithium-Ionen-Batterie LIB 2015* gestartet, welches geeignete Materialien und Herstellverfahren entwickelt, um daraus Batteriezellen herzustellen (Universität Münster 2015). Im Jahr 2011 stellte das BMBF Forschungsmittel für das Förderprogramm *Schlüsseltechnologien für die Elektromobilität* (STROM) bereit, welches sich mit dem Aufbau von Energiespeichern sowie der Entwicklung zukünftiger Batteriesysteme auf Lithium-Schwefel-Basis oder Metall-Luft-Basis beschäftigt. Seit 2012 werden im Rahmen des Fördertitels *Exzellenz und technologische Umsetzung der Batterieforschung* (ExcellentBattery) an bestehenden Institutionen Zentren eingerichtet, in denen mehrere miteinander vernetzte Forschergruppen und industrielle Begleitvorhaben gefördert werden. Als zusammenfassenden Überbau initiierte das Ministerium im August 2014 mit der Fördermaßnahme *Batterie 2020* die Erforschung und Entwicklung von Batteriematerialien entsprechend ihres Reifegrades, wobei zwischen grundlegender Forschung und einem Entwicklungsgrad, der eine zeitnahe Industrialisierung zulässt, unterschieden wird (Bundesministerium für Bildung und Forschung 2016b).

Die Aufgaben des *Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie* (BMWi) sind die Überwachung und Steuerung des Marktgeschehens von Deutschlands Wirtschaft, u. a. durch lenkende Impulse mittels Investitionen oder dem Setzen von Rahmenbedingungen (z. B. ein Ordnungsrahmen für die Digitalisierung). Im Energiesektor ist das Ziel des Ministeriums, eine umweltverträgliche und bezahlbare Energieversorgung unter Sicherstellung von Wettbewerbsfähigkeit und Versorgungssicherheit zu garantieren (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016c). Zusammen mit drei weiteren

[193] Zwar sprechen die beiden fördernden Ministerien durchweg von einer „Innovationsallianz“, allerdings ist dieser Begriff nicht näher definiert und wird hier daher nicht übernommen,

Ressorts (BMWi, BMVI, BMUB) hat das BMBF im Jahr 2007 innerhalb des IEKP die Federführung im Themenbereich Elektromobilität zugesprochen bekommen (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2007; siehe oben). Im Rahmen koordiniert das BMWi die laufenden Förderprogramme und initiiert neue Vorhaben mit ressortspezifischen Schwerpunkten. Dies sind im Bereich Elektromobilität Forschungsvorhaben zu den Themen Antriebstechnik und Batterieentwicklung sowie der Netzintegration, Abrechnung und Standardisierung einer Ladesäuleninfrastruktur. Besonderer Fokus liegt auf energiewirtschaftlichen Aspekten, da diese oftmals das im Bereich des Ministerium liegende Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) berühren oder Fragen der Wertschöpfungskette, also wie und ob in Zukunft die wesentlichen Anteile von Elektrofahrzeugen in Deutschland produziert werden (können) (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016d).

Die Politikbereiche, für die das *Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit* (BMUB) innerhalb der Bundesregierung zuständig ist, umfassen den Schutz der Bevölkerung vor schädlichen Umwelteinflüssen (inklusive ionisierender Strahlung) sowie dem Schutz der Umwelt vor schädlichen anthropogenen Einflüssen (beispielsweise im Klimaschutz oder der Artenerhaltung). Seit Dezember 2013 wurden aus dem bisherigen Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) die Zuständigkeiten Stadtentwicklung, Wohnen, ländliche Infrastruktur, öffentliches Baurecht, Bauwesen, Bauwirtschaft sowie Bundesbauten ausgegliedert und in dem neu geschaffenen BMUB verankert (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2016). Zusammen mit den drei Ressorts Wirtschaft, Verkehr und Bildung (BMWi, BMVI, BMBF) hat das BMUB Verantwortlichkeiten im Bereich der Elektromobilität zugesprochen bekommen und ergänzt diese mit ressortspezifischen Förderschwerpunkten. Bis zum Jahre 2013 war Mathias Samson Leiter des Referats *Umwelt und Verkehr, Elektromobilität*, diese Position hat seitdem Ministerialrat Uwe Brendle inne (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2016b). Ein besonderes Interesse des Ministeriums liegt auf der Ermittlung der Umwelt- und Klimafaktoren von Elektromobilität durch Feldversuche im Pkw- und Wirtschaftsverkehr, Möglichkeiten der Kopplung von Elektromobilität an erneuerbare Energien und deren Netzintegration, wie auch die Etablierung von Standards beim Recycling, z. B. von Batterien oder Leichtbaumaterialien. Seit dem Jahre 2009 besteht das Förderprogramm *Erneuerbar Mobil* (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2013, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2016c), welches anfänglich mit Mitteln aus dem *Konjunkturpaket II* und danach mit den Mitteln aus dem EKF gespeist wurde.

Die *Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität* (GGEMO) dient seit Februar 2010 als „einheitliche Anlaufstelle und Sekretariat“[194] der Bundesregierung für die Arbeiten im Bereich Elektromobilität. Die GGEMO wird personell als interministerielle Geschäftsstelle geführt, deren Leiter vom BMVI und ihr Stellvertreter vom BMWi gestellt wird. Sie nimmt in diesem Sinne vor allem interne Koordinierungsaufgaben wahr und ist für die Öffentlichkeit wenig sichtbar, was sich auch daran zeigt, dass die GGEMO selbst nach mehreren Jahren Tätigkeit keine eigene Internet-Präsenz hat (Stand März 2019). Die GGEMO koordiniert insbesondere die Zusammenarbeit des Ressortkreises Elektromobilität, bestehend aus den vier mit dem Thema Elektromobilität betrauten Ministerien BMWi, BMVI, BMUB und BMBF wie auch mit den Mitgliedern der NPE. In ihrer Funktion ist sie auch Schnittstelle zwischen den von der NPE betrauten Arbeitsgemeinschaften und der Politik. Der erste Geschäftsführer der GGEMO im Jahr 2010 war Ministerialrat Dr. Guido Zielke, der jedoch in seinem Amt bereits im Herbst des gleichen Jahres von Ministerialrat Dr. Peter Sallandt abgelöst wurde. In den Medien wird kontro-

[194] Eigene Beschreibung des Verkehrsministeriums der Aufgaben der GGEMO bei Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2016c). Gemeint ist damit, dass die GGEMO auch Veranstaltungen organisiert oder Publikationen in Auftrag gibt etc.

vers diskutiert, ob der erste Leiter der GGEMO, Dr. Zielke, möglicherweise den Einfluss der Automobilindustrie in der NPE zugunsten einer Beteiligung auch anderer Industriezweige begrenzen wollte. Diese Spekulationen wurden durch den Wechsel von Dr. Zielke im Herbst 2011 in ein anderes Referat am Bonner Standort des Verkehrsministerium verstärkt (Müller und Wassermann 2012, Schrieber 2010, Tartler 2011). Dieser personelle Wechsel kurz vor der Veröffentlichung der neuen Förderrichtlinie für das *Schaufenster*-Programm (Bundesministerium für Bildung und Forschung 2016c) (Oktober 2011) sorgte für Verunsicherung in den *Modellregionen*, inwieweit dies die strategische Ausrichtung des *Schaufenster*-Programms beeinflussen würde.

Als wettbewerbsneutrale Einrichtung nimmt der *Projektträger Jülich* (PTJ) Dienstleistungen im Bereich Forschungs- und Innovationsmanagement für die Bundesministerien wahr. Trägerorganisation des Projektträgers ist die Forschungszentrum Jülich GmbH, eine der größten Forschungseinrichtungen Europas. In seiner Rolle als Projektträger prüft das PTJ alle eingehenden Förderanträge auf Grundlage der zugrundeliegenden Förderbekanntmachung des Bundes. Diese waren im Jahr 2008 die Bekanntmachung des BMVI für die Errichtung von Projektleitstellen, die anschließende Bekanntmachung zu Demonstrationsvorhaben im Rahmen von *Modellregionen* sowie der *Schaufenster*-Ausschreibung aus dem Jahr 2011 und die Förderrichtlinie aus dem Jahr 2015 (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2016d). Das PTJ berät im Vorfeld Antragssteller und unterstützt diese bei der Antragsstellung. Förmlich korrekte und geprüfte Anträge legt das PTJ anschließend dem fördernden Ressort zur Zeichnung vor. Thematisch wurde die Elektromobilität dem Fachbereich *Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien und Stromspeicher* (ERG 6) zugeordnet, in dem Dr. Wedigo von Wedel der maßgebliche Ansprechpartner war, bevor er im Jahre 2013 die Stelle als Bereichsleiter des Themenfeldes Batteriespeicher bei dem Energieforschungszentrum Next Energy in Oldenburg annahm und Dr. Sophie Haebel die zentrale Ansprechpartnerin für den Themenbereich wurde. Im Juli 2016 wurde im Rahmen einer organisatorischen Neuausrichtung im PTJ das Thema Elektromobilität in einem eigenen Bereich *Elektromobilität und Verkehrskonzepte* (ESN 6) unter Leitung von Dr. Michael Schultz zusammengefasst (Projektträger Jülich 2016). Im Rahmen seiner Tätigkeiten für das BMVI (BMVBS) bewilligte der Projektträger Jülich in enger Zusammenarbeit mit der NOW zwischen den Jahren 2009-2011 die gesamten Demonstrations- und Forschungsprojekte des *Konjunkturpaketes II* (Schwerpunkt: „Modellvorhaben und Demonstrationsprojekte im Bereich innovativer Mobilitätskonzepte“, siehe dazugehörige Bekanntmachung, Titelgruppe 89161-622). Ab dem Jahr 2012 ist der Projektträger nur noch[195] für die laufenden Förderprojekte des Verkehrsministeriums zuständig. Während der Jahre 2009-2011 (*Konjunkturpaket II*) stand die politische Vorgabe seitens des Verkehrsministeriums im Raum, die noch unverbrauchten Fördergelder zügig zur Umsetzung weiterer Demonstrationsprojekte zu verwenden, da mit der Mittelabfluss auch zwischen den Ressorts der Bundesregierung oftmals als Leistungsindikator genutzt wird. Zusammen mit den RPL musste das PTJ anschließend unter Zeitdruck oftmals vollkommen förderunerfahrenen Institutionen und Organisationen zu einem förderfähigen Antrag verhelfen. Dabei hatten viele laufende Projekte Probleme mit der Nutzungsdauer der manches Mal nur zögerlich oder sehr verspätet ausgelieferten Elektrofahrzeuge. Projekte mussten entsprechend verlängert werden, damit die Fahrzeuge noch eine Mindestdauer im Projekt fahren können, was dann zu sehr kurzen Prüfzeiträumen bei PTJ für die Abschlussberichte und die Freigabe der finalen Abrechnungen führte. Die Mitarbeiter im der betroffenen Abteilung im PTJ haben durch ihre intensive Betreuungsarbeit nicht nur eine Vielzahl von

[195] Jedes Ressort hat bei der Wahl des Projektträgers Präferenzen, das BMVBS/BMVI nutzt traditionell den PT Jülich, insofern ist die gesamthafte Bearbeitung aller Demonstrationsprojekte im *Konjunkturpaket II* (im genannten Haushaltstitel) eine Ausnahme und die „Rückkehr“ zur alleinigen Bearbeitung der Anträge für das Verkehrsministerium der „normale“ Zustand und keine negative Entwicklung für das PTJ.

Unternehmen und Institutionen zu einem erfolgreichen Förderantrag verhelfen können, sondern auch durch eine in Absprache mit dem Ministerium flexible Anpassung von Projektlaufzeiten zu einer hohen Anzahl von Elektrofahrzeugen auf Deutschlands Straßen beigetragen.

Die *Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie* (NOW) wurde im März 2008 als GmbH zur Koordination von Projekten im *Nationalen Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie* (NIP) des damaligen BMVBS gegründet. Einziger Gesellschafter der NOW ist das BMVI.[196] Die NOW ist verantwortlich für die Koordination und Steuerung des Programms *Modellregionen Elektromobilität* des BMVI. Darüber hinaus unterstützt die NOW das Verkehrsministerium bei der Fortentwicklung der MKS, der Umsetzung der EU-Richtlinie über den Aufbau von Infrastruktur für alternative Kraftstoffe (2014/94/EU, Clean Power for Transport) und koordiniert die Forschungs- und Demonstrationsaktivitäten des BMVI im Bereich Wasserstoff (NIP). Nach Beendigung des *Konjunkturpaketes II* Ende des Jahres 2011 wurde das Mandat der NOW für die Koordination von Elektromobilitätsthemen unbestimmt verlängert.[197] Sprecher der Geschäftsführung ist Dr. Klaus Bonhoff, der zuvor bei der DaimlerChrysler AG im Bereich Alternative Antriebe und Brennstoffzellen beschäftigt war. Er ist Mitglied in den Kuratorien des Fraunhofer ISE und des Energieforschungszentrum Next Energy in Oldenburg. Die NOW hat (vor der Prüfung durch PTJ) Hunderte von Projektanträgen begutachtet und dem BMVI zur Förderung empfohlen. Aufbauend auf den damit gemachten Erfahrungen hat die NOW das Verkehrsministerium bei der verbesserten Erstellung neuer Förderbekanntmachungen unterstützt. Wie bereits erwähnt, hat die NOW nach Auslaufen einer externen Beratung durch Roland Berger Strategy Consultants die strategischen wie auch koordinativen Aufgaben intern neu zuordnen müssen. Die Geschäftsführung der NOW sah ihr Engagement vor allem im Bereich Wasserstoff und Brennstoffzelle, so dass die damalige Projektmanagerin Christina Tenkhoff die operativen wie auch koordinativen Aufgaben für den Bereich erledigen wie auch auftretende Fragen und Probleme der im Programm beteiligten Projektkonsortien beantworten musste. Für die Koordination der im *Konjunkturprogramm II* zwischen den Jahren 2009-2011 insgesamt durchgeführten 422 Projekte standen Christina Tenkhoff noch zwei weitere Mitarbeiter und eine studentische Hilfskraft zur Verfügung. Entsprechend wurde aus einigen Konsortien schnell Kritik laut hinsichtlich der eingeschränkten Unterstützung inhaltlicher Art sowie, mangels Beteiligung der Geschäftsführung, politischer Unterstützung bei Verhandlungen mit der Automobilindustrie in Sachen Fahrzeug- und Datenbereitstellung. Nach dem Ausscheiden von Christina Tenkhoff Ende des Jahres 2013 übernahm Oliver Braune erst kommissarisch, dann dauerhaft die Leitung des Bereiches.

Die Gründung der *Nationalen Plattform Elektromobilität* (NPE) geht aus einer *Gemeinsamen Erklärung* (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2010) der Bundesregierung und der Industrie aus dem Jahr 2010 hervor, in der gemeinsame Ziele und Maßnahmen zur Etablierung der Elektromobilität in Deutschland definiert wurden. Das Sekretariat der NPE wird von der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (Acatech), einem eingetragenen Verein, gestellt. Seit ihrer Gründung fungiert die NPE als Beratungsgremium der Bundesregierung, in dem rund 150 Vertreter aus Industrie, Wissenschaft, Politik, Gewerkschaften und Verbänden in den Dialog über die strategische (Weiter)entwicklung der Elektromobilität in Deutschland treten und in regelmäßigen Berichten den Stand der Technik reflektieren sowie sich daraus ergebene Handlungsempfehlungen an Politik und Wirtschaft geben. Vorsitzender der NPE ist Prof. Dr. Henning Kagermann, der zugleich auch Präsident der Acatech ist. Die NPE hat kurz nach ihrer Gründung eine Sachstandsaufnahme durchgeführt und bereits im Jahr 2010 ihren ersten Zwischenbericht (Nationale Plattform Elektromobilität 2010b) heraus-

196 Gesellschafterliste gemäß §40 GmbHG vom 10.02.2014, hinterlegt beim Amtsgericht Berlin-Charlottenburg.

197 Beschluss der Gesellschafterversammlung vom 13.09.2011, hinterlegt beim Amtsgericht Berlin-Charlottenburg.

gegeben, in der sie die aus ihrer Sicht vorrangigen Ziele bei der Entwicklung der Elektromobilität in Deutschland schildert. In der Normungs-Roadmap 1.0 aus dem gleichen Jahr (Nationale Plattform Elektromobilität 2010a) veröffentlichen die Mitglieder der NPE ihre gemeinsamen Empfehlungen für die Normung und Standardisierung auf dem Gebiet der Elektromobilität. Wesentliche Teile dieses ersten Zwischenberichtes sind in das Regierungsprogramm Elektromobilität aus dem Jahr 2011 eingeflossen. Die NPE begann ihre Arbeit gemäß der *Gemeinsamen Erklärung* mit sieben Arbeitsgruppen. Nur in der AG 7 („Rahmenbedingungen“) waren Vertreter der Zivilgesellschaft vertreten, um unter anderem Umweltstandards und die Ausgestaltung der unterschiedlichen Aspekte der Elektromobilität nach ökologischen Gesichtspunkten zu skizzieren. Schon im Mai 2011, mit Übergabe des zweiten Berichts der NPE an die Bundesregierung, rügten Umweltverbände, die in der Arbeitsgruppe tätig waren, die einseitige und intransparente Arbeitsweise der NPE sowie den großen Einfluss der Automobilindustrie (Verkehrsclub Deutschland 2011). Diese Kritik wurde vor Veröffentlichung des dritten Berichts der NPE noch einmal wiederholt (World Wide Fund for Nature et al. 2012). Im Abschlussbericht der AG 7 wurde aufgrund des fehlenden Konsens in der Darstellung der Arbeitsergebnisse und der unterschiedlichen Positionen auf fünf Seiten nur ein Wirtschaftlichkeitsmodell des Fraunhofer-ISI vorgestellt, welches zwar einen wichtigen Beitrag für die Frage nach dem Nutzungspotenzial von Elektrofahrzeugen bei Privatpersonen und Unternehmen darstellt, aber Themenkomplexe wie ökologische Rahmenbedingungen, Stromherkunft, Aufteilung des städtischen Raums, Flächenversiegelung etc. nicht berührt.

Der *Verband der Automobilindustrie* (VDA) ist der Interessenverband der deutschen Automobilindustrie. In dem eingetragenen Verein sind neben Herstellern von Kraftfahrzeugen und Bussen auch Lieferanten von Motoren und Aufbauten sowie Zulieferbetriebe vertreten. Der VDA ist in der NPE vertreten. Vorsitzender ist Matthias Wissmann, der auch von 1993 bis 1998 Bundesminister für Verkehr war. Leiterin des Geschäftsbereiches A, in der die „Koordinierungsstelle der Industrie für Elektromobilität im VDA“ angesiedelt ist, ist Frau Kerstin Bratz. Dem VDA wird ein maßgeblicher Einfluss in der NPE nachgesagt, was durch die damit verbundene Ausrichtung der bundespolitischen Förderpolitik im Bereich Elektromobilität sowie der Einführung von umweltpolitischen Schwerpunkten im Themenfeld als kritisch gesehen wird (siehe Abschnitt NPE).

Das Pendant zum VDA ist für die nicht-deutschen Hersteller der *Verband der Internationalen Kraftfahrzeughersteller* (VDIK)**.** In dem eingetragenen Verein sind fast alle in Deutschland ansässigen Generalvertretungen der internationalen Kraftfahrzeughersteller mit insgesamt 34 Pkw- und Nfz-Marken vertreten. Analog zum VDA vertritt der VDIK die Interessen seiner Mitglieder gegenüber Politik, Behörden und der Öffentlichkeit. Präsident des VDIK ist seit Mitte 2016 Reinhard Zirpel, zuvor Renault-Kommunikationsvorstand (John 2016). Auch wenn kein Mitglied des VDIK Produktionskapazitäten in Deutschland besitzt[198] und somit der Verband mitunter nicht die gleiche Rolle wie der VDA gegenüber der deutschen Politik einnimmt, so repräsentiert er dennoch eine große Anzahl von deutschen Fahrzeugnutzern und braucht für den hiesigen Marktzugang frühzeitige Informationen zu zukünftigen Rahmenbedingungen. Aus diesem Grund beklagte der VDIK in einer Pressemitteilung im Jahr 2014, von der NPE benachteiligt zu werden, da bei der Standardisierung von Ladeinfrastruktur die „nicht heimischen“ Hersteller außen vor gelassen würden (Verband der internationalen Kraftfahrzeughersteller 2014).

Die *CarMedialab GmbH* (CML) mit Sitz in Bruchsal bei Mannheim ist spezialisiert auf die mobile Datenerhebung in Fahrzeugen. Die Gesellschaft ist deutschlandweit Dienstleister in einer Anzahl von Demonstrationsprojekten für Elektromobilität, auch in Hamburg. Sie nimmt dabei die Rolle des Da-

198 VDIK, Pressestelle, telefonische Auskunft von Thomas Böhm, Oktober 2016.

tenerfassers ein, der mit den Herstellern der Fahrzeuge vertragliche Regelungen hinsichtlich des Zugangs zu den Fahrdaten im Fahrzeug trifft und den Nutzern der Fahrzeuge oder den Auftraggebern der Datenerhebung die erhobenen Fahrdaten. Geschäftsführer von CarMedialab sind Heiko Bauer und Dr. Gottfried Greschner. CML hat seit dem Jahr 2013 nach und nach Kooperationen mit Herstellern von Elektrofahrzeugen getroffen und ist innerhalb der Aktivitäten aus der Förderrichtlinie 2015 (Stand 12/2016) der Anbieter mit dem umfassendsten Portfolio an Marken in der Fahrzeugbreitenerprobung des Verkehrsministeriums. Ursprünglich war CML vor dem Jahr 2009 vor allem Dienstleister für die Daimler AG, die nur wenige Anbieter für die Erfassung von Daten in Fahrzeugen ihrer Marke zertifiziert hat. Die seitens des Verkehrsministeriums ab dem Jahr 2012 vorgeschriebene Datenerfassung führte dazu, dass CML zwangsläufig für die eingesetzten Elektro-Smarts als Dienstleister in den Elektromobilitäts-Projekten des BMVI eingesetzt wurde. In den Gremien des Verkehrsministeriums zu der Begleitforschung in den Modellregionen zeichnete sich schnell ein großer Bedarf an spezialisierten Dienstleistern ab, welche auch mit weiteren Marken (als Daimler) Verträge unterhielten hinsichtlich des Zugangs zu deren Fahrzeugdatenentschlüsselungsinformationen. CML konnte diese Dienstleistungen in vielen Fällen anbieten und wurde daraufhin ab Mitte des Jahres 2015 zu den Sitzungen der Elektromobilitäts-Projekte des BMVI als technischer Berater/Ansprechpartner für die Datenerhebung eingeladen.

Das *Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung* (Fraunhofer-ISI) ist ein Forschungsinstitut mit Sitz in Karlsruhe mit dem Schwerpunktfeld „Innovationen“. Dazu zählen neben den kurz- und langfristigen Entwicklungen von Innovationsprozessen auch die gesellschaftlichen Auswirkungen neuer Technologien und Dienstleistungen (Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI 2016). Schwerpunkt des in Karlsruhe ansässigen Instituts ist im Bereich Elektromobilität u. a. die Untersuchung von Markthochlaufszenarien, Studien zur Nutzerakzeptanz und der Elektrifizierung von Flotten. Ansprechpartner für Elektromobilität am ISI ist der Leiter des Geschäftsfelds Energiewirtschaft, Dr. Martin Wietschel, der im Bereich sozialwissenschaftlicher Fragen von Dr. Elisabeth Dütschke unterstützt wird, die auch die operative Arbeit in der vom ISI betreuten *Plattform Sozialwissenschaften* koordinierte. Das Institut, welches in den vergangenen zehn Jahren vor allem im Bereich Wasserstoff und Brennstoffzellen aktiv war (im Förderprogramm NIP), war in den Jahren 2009-2016 durch die NOW mittels Ausschreibung mit Leitungsaufgaben in der projektübergreifenden Bundesbegleitforschung des BMVI beauftragt worden. Das ISI hat u. a. auch den zusammenfassenden Abschlussbericht der AG 7 der NPE zum Markthochlauf und der Wirtschaftlichkeit von Elektrofahrzeugen verfasst (Wietschel et al. 2013).

Das als gemeinnützige GmbH aufgestellte *Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg* (IFEU) betreibt Forschung zu einem breiten Spektrum von umweltrelevanten Fragen. Das IFEU war an einer Anzahl von Forschungsprojekten, vor allem in der Rolle der Begleitforschung, beteiligt. Zwischen den Jahren 2009-2014 waren dies im Bereich Elektromobilität zwei Projekte des BMUB.[199] Im weitergefassten Begriff der Elektromobilität engagiert sich das IFEU auch bei der Projektbegleitung von Projekten mit Pedelecs bzw. Schwerlastverkehren an Häfen etc. Ansprechpartner für den Bereich „Verkehr & Umwelt“ ist Udo Lambrecht; Teilnehmer bei Sitzungen im Verkehrsministerium war der Bereichsleiter Hinrich Helms. Im Kontext der Elektromobilität ist das IFEU relevant, weil der Gründer und ehemalige Geschäftsführer des IFEU, Dr. Ulrich Höpfner, Leiter der Umweltbegleitforschung beim ersten deutschen Großversuch im Bereich Elektromobilität auf Rügen (1991-1996) war. Aufgrund dieser Vorerfahrung wurde das IFEU vom BMVI regelmäßig auf die *Plattform*-Treffen in bera-

[199] Für das BMU zwischen 2008-2011: *Umbrela* und *Twin Drive.*

tender Funktion mit eingeladen. Eine Konsultation des IFEU zu den Erfahrungen aus den 1990er-Jahren fand jedoch nicht statt.

Der *Bundesverband Solare Mobilität* (BSM) ist ein in Berlin ansässiger Verein mit nach eigenen Angaben ca. 400 Mitgliedern, hauptsächlich juristischen Personen. Als Verein setzte sich der BSM ursprünglich für die Nutzung von Solarstrom in Elektrofahrzeugen ein, hat dieses Konzept aber seither auf erneuerbare Energie insgesamt erweitert und mehrere alternative Nutzungskonzepte im Bereich Elektromobilität entwickelt (Ladeinfrastrukturnutzung und Besteuerung), die der Verein auf politischen Veranstaltungen oder Messen der Öffentlichkeit präsentiert. Der BSM wird durch seinen Vorsitzenden Thomic Ruschmeyer vertreten. Der BSM ist in der AG 7 in der NPE vertreten, in der die Rahmenbedingungen (ökonomisch/ökologisch) für die Etablierung von Elektromobilität beleuchtet werden sollten und bei der auch Vertreter der Zivilgesellschaft sich einbringen können. Der BSM setzt sich seit Beginn der öffentlichen Debatte zur Elektromobilität für eine ökologische Komponente in der Förderung aus, z. B. bei finanziellen Anreizen für Fahrzeuge oder aber Ladeinfrastruktur.

Der *Bundesverband eMobilität* (BEM) wurde im Jahre 2009 kurz nach (Wieder)einführung des Themas Elektromobilität auf die politische Agenda gegründet. Derzeit hat der Verein nach eigenen Angaben ca. 75 Firmenmitglieder (Stand 12/2017). Der eingetragene Verein stellt sich selbst als „Vertretung einer sich über mehrere Branchen erstreckenden, neuen Akteurssparte, die das Ziel eint, die straßengebundene Mobilität in Deutschland unter Einsatz erneuerbarer Energien auf Elektromobilität umzustellen“. Maßgeblicher Vereinsgründer war Christian Heep, der als Geschäftsführer eines Unternehmens für PR und Strategisches Marketing (Cymage Media 2016) auch aktueller Vizepräsident des Vereins ist (Bundesverband Elektromobilität 2016), dessen Firma die Öffentlichkeitsarbeit des Vereins abwickelt und die Mitgliederzeitschrift herausbringt (Cymage Media 2016b, New Work SE 2016), von der Herr Heep Chefredakteur ist. Präsident ist Kurt Sigl, der von 1991-2010 auch Präsident des Vereins „Deutscher Allrad-Verband; Interessengemeinschaft Deutscher Allradfahrer: Pkw und Geländewagen sowie Spezialfahrzeuge e.V.“ war[200] und als Leiter einer Fahrschule Fahrtrainings für Allradfahrer anbot (Off-Road-Magazin 2008, New Work SE 2016b, Cylex Dienstleistungs GmbH 2016). Der Verein publiziert eine Zeitschrift, in der u. a. die eigenen Vereinsmitglieder über allgemeine Neuigkeiten zum Thema Elektromobilität wie auch eigene Produkte berichten.

Der *Verkehrsclub Deutschland* (VCD) initiiert zum einen Projekte in seiner Rolle als als Fach- und Umweltverband, zum anderen betreibt er politische Lobbyarbeit für seine satzungsmäßigen Ziele auf regionaler wie Bundesebene. Dem Verein gehören nach eigenen Angaben rund 55 000 Mitglieder an. Im Bereich Elektromobilität liegt ein thematischer Schwerpunkt auf der Etablierung ökologischer Rahmenbedingungen (wie Stromherkunft) sowie der Unterstützung elektromobiler Mobilitätskonzepte außerhalb des MIV, wie Carsharing. Beim Thema Elektromobilität wird der Verein meist durch seinen verkehrspolitischen Sprecher Gerd Lottsiepen vertreten. Als Mitglied der AG 7 in der NPE hat der VCD seine oben genannten Positionen auch in dieses Gremium eingebracht.

Der *Allgemeine Deutsche Automobil-Club* (ADAC) gilt als größter europäischer Verkehrsclub mit nach eigenen Angaben annähernd 20 Millionen Mitgliedern. Als Verkehrsclub beschäftigt sich der ADAC in seiner politischen Arbeit unter anderem mit dem Thema Elektromobilität, in dem er Einschätzungen zu den aktuellen politischen Rahmenbedingungen abgibt und diese mit auch mit eigenen Forderungen verbindet. Über seine Mitgliedszeitschrift informiert der ADAC seine Mitglieder über den Stand der Technik bei Elektroautos und gibt Kaufempfehlungen ab. Einzelne Personen treten beim Thema Elektromobilität (und sonst auch) nicht in den Vordergrund, auch im Blog des ADAC im Internet nicht,

[200] Vereinsregister des Amtsgerichts Bamberg, Eintrag VR 1147.

sondern vielmehr veröffentlicht der ADAC Positionen generell als Meinung des Vereins. Durch die Tradition, nur als Verein statt als Einzelakteur aufzutreten, sind keine akteursbasierten Maßnahmeneinflüsse zu erkennen.

Das *Wuppertal-Institut* ist ein Forschungsinstitut mit Sitz in Wuppertal. Es beschäftigt sich vor allem mit nachhaltiger Entwicklung auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene. Während des *Konjunkturpakets II* (2009-2011) hatte das Wuppertal-Institut die Leitung einer *Plattform* zur Umweltbegleitforschung der NOW inne. Geleitet wurde die oben genannte *Plattform* von Dr. Karl Otto Schallaböck zusammen mit Dr. Georg Wilke. Unter der Leitung des Wuppertal-Instituts wurden grundlegende Fragen zur Umweltverträglichkeit von Elektrofahrzeugen in die Diskussion eingebracht. Die vom Wuppertal-Institut geleitete *Plattform* war die konfliktreichste aller NOW-Foren in der Zeit vom Jahr 2009-2011, was sich vor allem aus den unterschiedlichen Meinungen der beteiligten Fahrzeug- und Automobilindustrie und der Umweltforschung ergab. Dr. Schallaböcks Verdienst ist es, mangels der Beisteuerung von Daten seitens der Industrie zur Energiebereitstellung keine pauschale Ausweisung der Elektromobilität als klimaschonende Technik vorzunehmen, sondern vielmehr die offenen Fragen in dieser Sache aufzuzeigen.

Anhang 30: Detaillierte Darstellung der Akteure der Landesebene

Der *Senat der Freien und Hansestadt Hamburg* bildet die Landesregierung im Stadtstaat Hamburg und vertritt die Stadt politisch und verwaltungsrechtlich nach außen. Seine Aufgaben der staatlichen Ebene (Landesebene) sind von den Aufgaben der kommunalen Ebene (Gemeindeebene) zu trennen, die im Wesentlichen die Bezirke (Bezirksversammlungen) wahrnehmen. Der Senat als Regierung initiiert den Erlass von Landesgesetzen oder setzt mittels Bundesgesetzgebung erhaltener Ermächtigungsgrundlage Bundesgesetzgebung in Landesgesetzgebung (Verordnungen) um. Durch das Elektromobilitätsgesetz (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2015c) beispielsweise konnte der Senat ein Bündel an Maßnahmen nach eigenem Ermessen umsetzen. Der von 2011-2018 amtierende Erste Bürgermeister Olaf Scholz (SPD) engagierte sich gemäß der Leitlinie seiner Partei für die verstärkte Einführung von alternativen Antrieben im Straßenverkehr in Hamburg. Die Hamburger Landesregierung hat in den Jahren 2010-2013 im Bundesrat Gesetzesinitiativen für eine rechtssichere und bundesweit einheitliche Regelung beim Laden von Elektrofahrzeugen im öffentlichen Straßenraum eingebracht. Teil dieser Initiativen war es, es den Kommunen als Anreiz für die Nutzung von Elektrofahrzeugen zu ermöglichen, generell oder punktuell einen Gebührenverzicht für das Parken auf öffentlichen Parkplätzen einzuführen. Dies wurde mit dem Elektromobilitätsgesetz aus dem Jahr 2015 umgesetzt (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 2015c). Fahrzeugführer elektrisch betriebener Fahrzeuge können ab dem 01.11.2015 in ganz Hamburg an Parkscheinautomaten unter Beachtung der jeweils angegebenen Höchstparkzeit gebührenfrei parken. Voraussetzung für das gebührenfreie Parken eines elektrisch betriebenen Kraftfahrzeugs an einem Parkscheinautomaten ist die Auslage einer Parkscheibe, damit die Höchstparkzeit kontrollierbar ist. Außerdem muss das Kraftfahrzeug anhand des neu eingeführten Kraftfahrzeugkennzeichens für elektrisch betriebene Kraftfahrzeuge (Zusatz „E“) als solches zu erkennen sein. Für eine Übergangszeit bis Ende Februar 2016 genügte ersatzweise eine entsprechende Bescheinigung des Hamburger Landesbetriebs für Verkehr (LBV), die allen Hamburger Haltern elektrisch betriebener Kraftfahrzeuge bereits Anfang Oktober übersandt wurde. Bereits Ende August 2014 hat der Senat im Rahmen des Masterplans zur Weiterentwicklung der öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2014) den Qualitativen und quantitativen Ausbau der Kapazitäten auf rund 600 Ladeplätze bis Ende 2016 beschlossen. Zwischen den Jahren 2008-2011 wurde der Senat von einer schwarz-grünen Koalition angeführt (CDU/GAL). Während dieser Zeit hat sich vor allem die GAL-Abgeordnete und Senatorin für Stadtentwicklung und Umwelt, Anja Hajduk, für das Thema Elektromobilität engagiert. Schon im Jahre 2008 hat beispielsweise ihr Staatsrat Christian Maaß einen Toyota Prius Hybrid als Dienstwagen benutzt, alle grünen Senatsmitglieder folgten daraufhin (Veit und Unfried 2008, Hamburger Morgenpost 2008). Die Präsentation der ersten vollelektrischen Fahrzeuge (Marke Daimler, Modell „Smart“) in Hamburg im Rahmen des Projektes *hh-more* wurde am 23.11.2010 vom damaligen Ersten Bürgermeister Christoph Ahlhaus (CDU) vorgenommen. Bei diesem Anlass wurde auch bekannt gegeben, dass sieben Fahrzeuge in den Fuhrpark der Stadt übernommen würden (Franz 2010). Von 2011-2015 wurde Hamburg von der SPD alleinregiert, ab dem Jahre 2015 in einer Koalition von SPD und GAL. In beiden Legislaturperioden bekannte sich der Erste Bürgermeister Olaf Scholz zu der Elektrifizierung des Verkehrs. So erteilte Olaf Scholz als Teil seines Wahlkampfs zur Bürgerschaftswahl 2011 den sich bereits im Planfeststellungsverfahren befindlichen Plänen für den Bau einer Straßenbahn eine Absage und propagierte den Ausbau des Busnetzes (Iken 2013). Damit einhergehend erläuterte Olaf Scholz in seiner Regierungserklärung am 23. März 2011, dass Hamburg das „modernste Bussystem Europas“ bekommen und ab dem Jahr 2020 „nur noch emissionsfreie Busse“ beschaffen solle (Hamburgische Bürgerschaft 2011, S.18). Dies führte zu einer starken politischen Unterstützung für Demonstrationsprojekte im Bereich elektrisch angetriebener Busse wie auch anderer elektrischer Fahrzeuge. Die Inhalte und Forderungen der Pro-

jekte bekräftigte Scholz mit großem Medienecho im Juni 2013 auf der Veranstaltung „Tagesspiegel eMobility Summit“ vor Industrie und Bundespolitik (Scholz 2013), sowie ebenfalls in der Regierungserklärung zur 21. Legislaturperiode im Mai 2015 (Scholz 2015). Dieses klare Bekenntnis zur Einführung elektrifizierter Antriebe hatte eine stark lenkende Wirkung in die Hamburger Verwaltungen und führte letztlich zu der Änderung der Hamburger Kfz-Beschaffungsrichtlinie („Bürgermeister-Erlass“). Diese sieht eine Regelbeschaffung von Elektrofahrzeugen und eine Beweislastumkehr bei Ausnahmen vor, bei der Beschaffungsstellen Gründe nennen müssen, wenn sie von dieser Regelung abweichen und ein verbrennungsmotorisches Fahrzeug beschaffen möchten (Finanzbehörde Hamburg 2015).

Zum Zuschnitt der *Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation* (BWVI) gehören die Wirtschafts- und Verkehrspolitik in Hamburg, die Verkehrsplanung und Förderprogramme für die Einführung von innovativen Mobilitätskonzepten oder neuartigen Fahrzeugtechnologien. Das Thema Elektromobilität ist innerhalb des Verkehrsbereiches im Geschäftsbereich „Innovation, Technologie und Cluster“ angesiedelt (Freie und Hansestadt Hamburg 2016). Die Behörde arbeitet in den zu ihrem Bereich gehörenden Themenfeldern die Umsetzungen der politischen Vorgaben aus. Für Elektromobilität umfasst dies unter anderem den Aufbau von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge. Mit Beginn der 20. Legislaturperiode (März 2011) steht der Behörde als Wirtschaftssenator der parteilose Frank Horch vor, ehemaliger Präses der Hamburger Handelskammer. Als verantwortliche Sachbearbeiterin im Bereich Innovation, Technologie und Cluster, Elektromobilität (Amt I, Clustersteuerung und -förderung) ist Dr. Nadja Hammami seit dem Jahr 2014 für die Koordination der Förderung für öffentliche Ladeinfrastruktur zuständig. Zusammen mit dem Hamburger Netzbetreiber Stromnetz Hamburg GmbH wurde im Jahr 2014 ein Plan zum weiteren Aufbau einer öffentlichen Ladeinfrastruktur entwickelt, der im August des gleichen Jahres im Landesparlament als *Masterplan Ladeinfrastruktur* (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2014) für die Umsetzung genehmigt wurde. Der parteilose Senator Frank Horch hat bereits vor seiner Wahl zum Präses der Wirtschafsbehörde in den Medien deutlich gemacht, dass er Fahrverbote, Einfahrbeschränkungen oder andere (restriktive) Maßnahmen im Verkehrssektor zur Verbesserung der innerstädtischen Luftqualität in Hamburg ablehnt. Diese Forderung wurde von ihm zusammen mit dem Bundesverkehrsminister Dobrindt auf der in Hamburg ausgerichteten Bundesverkehrsministerkonferenz am 28.04.2017 noch einmal bekräftigt (Norddeutscher Rundfunk 2017). Stattdessen unterstützt Senator Horch Elektromobilitätsprojekte in der Stadt Hamburg und hat sich für einen Förderbescheid für Hamburg im Rahmen der Ladeinfrastrukturförderung (als Teil des Förderrichtlinie *Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland* vom 13. Februar 2017) eingesetzt.

Die heutige *Behörde für Umwelt und Energie* (BUE) wurde bis zum Jahre 2015 als Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt mit leicht verändertem fachlichen Zuschnitt, d. h. ohne den Energiesektor, geführt. Bis zum Jahr 2011 war ihr (unter Senatorin Hajduk) das Amt für Verkehr (Amt V) angegliedert (Freie und Hansestadt Hamburg 2011c). Entsprechend des vormaligen fachlichen Zuschnitts wurden das Thema Elektromobilität und alle Fragen rund um den Aufbau öffentlicher Ladeinfrastruktur in dieser Behörde bearbeitet. Ab dem Jahr 2011 wurde das Amt V der neu gegliederten Behörde für Wirtschaft und Innovation (BWVI) zugeordnet (Freie und Hansestadt Hamburg 2012b). Innerhalb der BUE sind zudem die *Leitstelle Klimaschutz* sowie das *Amt für Immissionsschutz und Betriebe* angesiedelt, die sich im Rahmen ihrer Referatsschwerpunkte ebenfalls mit dem Thema Elektromobilität beschäftigen. Bis zum Jahr 2011 waren Jens Seute und Robin Hinz, die auf städtischer Seite auch die thematisch eingebundenen Landesbetriebe (*Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer* (LSBG) und *Landesbetrieb Verkehr* (LBV) koordinieren mussten, wichtige Akteure. Leiterin der *Leitstelle Klimaschutz* ist seit dem Jahr 2014 Dr. Birgit Schiffmann. Im *Amt für Immissionsschutz und Betriebe* ist seit dem Jahr 2012 Dr. Gabriele Wahler für Aktivitäten rund um die Elektromobilität zuständig. Da

Elektrofahrzeuge sowohl eine klimaentlastende Wirkung versprechen als auch lokale Emissionsfreiheit ermöglichen, und damit sowohl die Themen der *Leitstelle Klimaschutz* als auch des *Amtes für Immissionsschutz und Betriebe* berühren, fördert die BUE Elektromobilität mit Mitteln aus ihrem Klimaschutzbudget. Bis zum Jahr 2011, als die thematische Zuständigkeit für Elektromobilität an die BWVI überging (und dort mit entsprechender Mittelausstattung versehen wurde), musste das Amt für Verkehr mangels einer klaren fachlichen Zuordnung des neuen Themas Elektromobilität alle Anfragen, Ausarbeitungen und Sitzungen zusätzlich zu ihrer gewöhnlichen Referatsarbeit erledigen. Vor allem die Koordination der zwei Landesbetriebe erforderte dabei einen hohen Zeitaufwand. Eine tiefergehende strategische Aufarbeitung der herangetragenen Fragestellungen war für die Behörde demnach schwierig.

Der *Landesbetrieb Verkehr* (LBV) ist ein unternehmerisch geführter Dienstleistungsbetrieb der Freien und Hansestadt Hamburg und untersteht dem Geschäftsbereich der Behörde für Inneres und Sport (BIS). Der LBV betreut administrativ den Fuhrpark der Hamburger Behörden (außer Polizei, Senat und Feuerwehr) und ist an der Umsetzung und Überwachung der Einhaltung der behördlichen Kfz-Beschaffungsrichtlinie (Finanzbehörde Hamburg 2015) beteiligt. Durch den Zugriff auf die gesammelten Bestandsdaten der Behördenfuhrparks führt der LBV für die übergeordneten Behörden auch Potenzialanalysen zum Einsatz von Elektrofahrzeugen durch. Neben dem Geschäftsführer des LBV, Dr. Jörg Oltrogge, ist vor allem Heinz-Jürgen Waldfried als Sachbearbeiter für den Bereich Strategische Projekte zu nennen, der im Jahr 2014 maßgeblich an der Formulierung der Ausarbeitung der Aktualisierung der Hamburger Kfz-Beschaffungsrichtlinie (Finanzbehörde Hamburg 2015) beteiligt war. Für die über Fördermittel laufenden Elektrofahrzeuge im Bestand der Kernverwaltung der Freien und Hansestadt Hamburg führte der LBV ein Monitoring zum Einsatz der Fahrzeuge (Kilometerlaufleistung und Energieverbrauch) durch. Im Projekt *ERNTE* versuchte der LBV, das weitere Einsatzpotenzial für Elektrofahrzeuge in der Hamburger Verwaltung zu ermitteln[201]. Schon Ende des Jahres 2013 hat der LBV in Zusammenarbeit mit der Finanzbehörde eine solche Potenzialhochrechnung für den Einsatz von Elektro-Pkw in den städtischen Fuhrparks durchgeführt, bei dem ein Substitutionspotenzial von 30 % ermittelt wurde (Hammami 2015). Das Thema Elektromobilität war, abgesehen von der Geschäftsführungsebene, letztlich einem einzelnen Sachbearbeiter, Heinz-Jürgen Waldfried, zugeordnet, der für Strategische Projekte beim LBV verantwortlich ist. Herr Waldfried hat die teils bestehenden formal-juristischen Lücken bei der Einführung von Elektrofahrzeugen in Hamburg (keine Kfz-Kennzeichen) und vor allem in der Verwaltung (keine Fahrtenbüchervorlagen für Ladevorgänge etc.) unbürokratisch gelöst und vor allem das Monitoring der Elektrofahrzeuge in den Flotten der Kernverwaltung vorangetrieben.

Der *Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer* (LSBG) ist ein unternehmerisch geführter Dienstleistungsbetrieb der Freien und Hansestadt Hamburg und untersteht dem Geschäftsbereich der Behörde für Wirtschaft und Innovation (BWVI). Er sorgt für den Unterhalt der verkehrlichen Infrastruktur in Hamburg. Der LSBG war in den Jahren 2009-2015 für die Standortsuche für öffentliche Ladeinfrastruktur in Hamburg zuständig und prüfte die Möglichkeiten der Realisierung von Standorten anhand selbst entwickelter Kriterien. Geschäftsführer des LSGB war seit seiner Gründung im Jahr 2007 Hans-Jochen Hinz, der im Januar 2017 in den Ruhestand ging. Bei der Entwicklung des Kriterienkatalogs wirkte der Referatsleiter für „Technische Anlagen auf Stadtstraßen“, Gérard Rose, mit. Der größte Beitrag des LSBG im Bereich Elektromobilität war die Entwicklung und Abstimmung des oben genannten Kriterienkatalogs mit den anderen Hamburger Akteuren im Bereich der Elektromobilität. Die begrenzte Vorerfahrung des LSBG beim Aufbau öffentlicher Ladeinfrastruktur und

[201] Ein Projektabschlussbericht wurde nicht veröffentlicht.

dem somit nur groben Selektionsraster im Kriterienkatalog zur Identifikation von Ladeinfrastrukturplätzen führte zu einer teils fehlerbehafteten Ermittlung möglicher Ladestandorte im Hamburger Straßenraum, z. B. der Identifikation von Ladeinfrastrukturstandorten auf Gullideckeln.

Der *Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung* (LGV) ist ein unternehmerisch geführter Dienstleistungsbetrieb der Freien und Hansestadt Hamburg und untersteht dem Geschäftsbereich der Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen (BSW). Er erstellt und aktualisiert Kataster- und Vermessungsdaten für die Hamburger Behörden und stellt der Verwaltung wie auch der Öffentlichkeit Geoinformationen, z. B. für die Liegenschaftsbewertung, bereit. Der LGV war in der Zeit von 2009-2011 für die damaligen Förderprojekte Ansprechpartner für die Bereitstellung von öffentlich zugänglichen Informationen (Karten) zur neu aufgebauten Ladeinfrastruktur im öffentlichen Straßenraum. Der LGV war unterstützend tätig durch die Erstellung digitaler Verzeichnisse von öffentlicher Ladeinfrastruktur[202] und der Pflege dieses Bestandes auf den Internet-Seiten der Stadt Hamburg. Für die Umsetzung einer auch auf mobilen Geräten nutzbaren Ladestandortkarte und der Verbindung mit Daten zur Ladeplatzbelegung fehlten dem LGV die nötigen Ressourcen, so dass den ersten Nutzern von Elektrofahrzeugen in Hamburg nur eine statische Übersichtskarte im Internet zur Verfügung stand.

Die *Finanzbehörde der Freien und Hansestadt Hamburg* überwacht die Ein- und Ausgaben der Stadt und ist für den Hamburger Haushalt zuständig. Die Finanzbehörde ist im Jahr 2012 Akteur im Bereich Elektromobilität in Hamburg geworden, indem sie Konsortialpartner im Projekt *Wirtschaft am Strom* wurde. Hier übernahm sie die Rolle einer Förderbank, indem sie Fördergelder beim Bund akquirierte, die sie gemäß den Fördervorgaben an mittelbare Förderempfänger des öffentlichen Sektors, wie Verwaltung und teil- oder vollständig städtisch beherrschte Organisationen, zuteilte. Im Projekt und dem Thema involviert waren für die Finanzbehörde stellvertretend Hans Randl sowie der Sachbearbeiter Niels Clavien (beide Referat 11, Grundsatzangelegenheiten der Organisation) (Freie und Hansestadt Hamburg 2016b). Die Finanzbehörde war formal für die Entwicklung und Anwendung der Kfz-Beschaffungsrichtlinie (Finanzbehörde Hamburg 2015) der Stadt verantwortlich, die eine vorrangige Beschaffung batterieelektrischer Fahrzeuge vorsieht. Im Projekt *Wirtschaft am Strom* definierte sie für die Vergabe von Förderung für Elektrofahrzeuge für Behörden und Beteiligungsgesellschaften der Stadt neben den bundeseinheitlichen Fördervorgaben zudem eigene, zusätzliche Schwerpunktsetzungen. So wurde eine Mindestjahreskilometerleistung Voraussetzung für die erfolgreiche Beantragung einer Fahrzeugförderung. Zusammen mit dem LBV führte sie Ende des Jahres 2013 eine eigene Potenzialabschätzung für den Einsatz von Elektro-Pkw in behördlichen Fuhrparks durch. Im Vorfeld der Änderung der Kfz-Beschaffungsrichtlinie hat die Finanzbehörde die unterschiedlichen Beteiligten aus dem Bereich Fuhrpark in der Hamburger Verwaltung zu gemeinsamen Abstimmungsrunden zusammengebracht, z. B. die Polizei, die einen der größten Fuhrparks innerhalb der Stadt hat und diesen selbst verwaltet, und somit für eine bessere Akzeptanz der Richtlinie gesorgt. Hans Randl nutzte zudem seine Kontakte in die Hamburger Verwaltung, um öffentliche Nutzer von Fahrzeugen (Behörden etc.), die sich an der Begleitforschung des Projektes nicht hinreichend beteiligten, persönlich anzuschreiben und um Eingabe der fehlenden Fuhrparkdaten in die entsprechenden Web-Formulare der Technischen Universität Hamburg (wissenschaftliche Leitung im Projekt *Wirtschaft am Strom*) zu bitten.

[202] Diese wurde maßgeblich im Projekt *hh=more* (Klingenberg et al. 2011b) aufgebaut.

Gegründet wurde die *hySOLUTIONS GmbH* im Jahr 2006[203] als Public-Private-Partnership für die „Förderung und Betreuung der Wasserstofftechnologie und des Einsatzes von Brennstoffzellen in Hamburg“[204]. Gesellschafter der hySOLUTIONS GmbH sind die Hamburger Hochbahn (56 %), die Vattenfall Europe Innovation GmbH (12,5 %), die Stromnetz Hamburg GmbH (12,5 %), die Gasnetz Hamburg GmbH (3 %), die Hamburg Port Authority (3 %), die Verkehrsbetriebe Hamburg-Holstein AG (5 %) sowie die Handelskammer Hamburg und die Handwerkskammer Hamburg (jeweils 4 %). Die Gesellschafter können durch Geschäftsbesorgungsverträge Arbeiten, wie die Akquise von Fördermitteln, unterstützen und somit der Gesellschaft zusätzliche Finanzmittel zukommen lassen, müssen aber unabhängig davon jegliche Finanzierungsdefizite decken, die hySOLUTIONS nicht durch das Initiieren und die Teilhabe an Projekten auszugleichen vermag. Die hySOLUTIONS GmbH wurde nach einer erfolgreichen Bewerbung beim BMVBS (heute BMVI) am 01.08.2009 zur *Regionalen Projektleitstelle* im Rahmen der Elektromobilitätsförderaktivitäten des Bundesverkehrsministeriums ernannt. Somit fiel ihr die Aufgabe zu, die relevanten Akteure für Demonstrationsaktivitäten mit Elektroautos in Hamburg und der Metropolregion zu identifizieren und zur Teilnahme an entsprechenden Projekten zu bewegen (Förderaufruf im Rahmen des *Konjunkturpakets II*). Vor dem Ende des *Konjunkturpakets II* und der sich anschließenden Förderrichtlinie 2011 des BMVI im Bereich Elektromobilität (*Schaufenster*-Ausschreibung[205]) hatte der Senat die für die in Vorbereitung befindliche Bewerbung als *Schaufenster* eine (für die Bewerbung notwendige) Änderung des Haushaltsplans 2011/2012 beantragt, in dem die Stadt die im Falle einer erfolgreichen Bewerbung aufzubringenden Eigenmittel als nachbewilligte Verpflichtungsermächtigung festschreibt. In dem entsprechenden Senatsantrag sind die bisherigen Aktivitäten im Bereich Elektromobilität zusammengefasst und hySOLUTIONS als gesamthafte Koordinierungsstelle für alle Förderaktivitäten im Bereich Elektromobilität in Hamburg benannt.[206] Zusätzlich zum bisher alleinigen Geschäftsführer von hySOLUTIONS, Heinrich Klingenberg, wurde im März 2010 der vormalige Leiter der Leitstelle Klimaschutz der BSU (jetzt BUE), Peter Lindlahr, als zweiter Geschäftsführer bestellt, der seitdem die Projekte im Bereich Elektromobilität im Unternehmen leitet. Die hySOLUTIONS GmbH ist als RPL in allen Förderprojekten selbst Konsortialpartner und stellt jeweils die Projektleitung. So kann sie eine kohärente Ausrichtung aller Aktivitäten entlang der Strategie für innovative Antriebe der Stadt Hamburg gewährleisten. Seit der Ernennung zur RPL hat sie eine Vielzahl von Projekten betreut. Sie bildet die Schnittstelle zwischen der Hamburger Politik, dem Handel und Handwerk und der Bundespolitik, d. h. sie repräsentiert die *Modellregion Elektromobilität Hamburg* auch gegenüber den Ministerien in Berlin. Seit dem Jahr 2009 hat die hySOLUTIONS im Rahmen von Elektromobilitätsprojekten mehrere Millionen Euro Bundesförderung (Stand Jahr 2016) für die Modellregion Hamburg einwerben können. Die guten Beziehungen der beiden Geschäftsführer von hySOLUTIONS in die Hamburger wie auch die Bundespolitik haben den Erfolg für die Hamburger Förderprojekte im Bereich Elektromobilität maßgeblich beeinflusst – sowohl im Vorfeld der Mittelakquise als auch der Durchführung selbst. So konnte die Stadt Hamburg, obwohl sie im Jahr 2011 nicht *Schaufenster* wurde, im Jahre 2016 die höchste Anzahl von geförderten Elekt-

---

203 Im Jahre 2004 bereits als Mantel-GmbH der Hamburger Gesellschaft für Vermögens- und Beteiligungsmanagement mbH (HGV), Quelle: Handelsregister Hamburg B, Nr. 90353.

204 Gegenstand des Unternehmens laut Handelsregister.

205 Vom BMVBS veröffentlicht im Bundesanzeiger am 16. Juni 2011, Nr. 100/2011 S. 2425 ff.

206 Drucksache 20/2088 der Bürgerschaftder Freien und Hansestadt Hamburg (Hamburgische Bürgerschaft (2011b), nach Überweisung an den Haushaltsausschuss wurde aufgrund einer erfolglosen Bewerbung Hamburgs der Antrag am 01.06.2012 vom Präsident des Senats zurückgezogen (siehe Drucksache 20/4410, Hamburgische Bürgerschaft 2012); da die Beauftragung der hySOLUTIONS GmbH jedoch kostenneutral erfolgte, bleibt dieser Teil der Drucksache von der Rücknahme der Drucksache unberührt (die Beauftragung gilt als Teil des „Senatsteils“ der Drucksache fort, lediglich der kostenbehaftete „Bürgerschaftsteil“ ist von der Rücknahme betroffen).

rofahrzeugen im Bundesgebiet aufweisen.[207] Gleichzeitig wurden in den Konsortien Unternehmen an Förderprojekte herangeführt, die bisher mit diesem Themenfeld keine Erfahrung hatten. Ebenso sprach vor allem Peter Lindlahr mit einer großen Anzahl Hamburger Unternehmen persönlich, um diese zur testweisen Nutzung eines Elektrofahrzeugs im Rahmen eines Förderprojektes zu motivieren.

Die Bezirke stellen die „Regionalverwaltung" im Stadtstaat Hamburg dar. Das *Bezirksamt Harburg* ist dabei für den südlichsten Teil der sieben Hamburger Bezirke zuständig. Das Bezirksamt tritt mit seinem Fuhrpark als Beschaffer von Fahrzeugen für die unterschiedlichen Aufgabenfelder im Bezirk auf und hat zudem eine Vorbildfunktion auf kommunaler Ebene für Bürger, Handel und Handwerk. Neben dem Bezirksamtsleiter Thomas Völsch, welcher in seiner Position die generelle Richtung beim Thema Fuhrparkumstellung vorgibt, ist als verantwortlicher Mitarbeiter für Fuhrparkangelegenheiten Bernd Vincenti zu nennen. Das Bezirksamt integrierte im Rahmen des Projektes *Wirtschaft am Strom* mehrere BEV in seinen Fuhrpark, um die Tauglichkeit für die diversen Aufgaben im Bezirk zu prüfen. Innerhalb des Projektes steht das Bezirksamt Harburg innerhalb der Hamburger Kernverwaltung dabei an erster Stelle bei der Beschaffung elektrischer Fahrzeuge. Seit dem Jahr 2015 muss das Bezirksamt zwar wie alle anderen Teile der Hamburger Verwaltung die Anpassungen der Kfz-Beschaffungsrichtlinie befolgen und soweit möglich Elektrofahrzeuge beschaffen, jedoch besitzt die Richtlinie Außnahmetatbestände, von denen Gebrauch gemacht werden kann. Die gute Rezeption der Elektrofahrzeuge beim Fuhrparkleiter Vincenti und sein Werben innerhalb des Bezirksamtes für die neue Technologie führte zu einer frühen Regelbeschaffung gemäß der oben genannten Beschaffungsrichtlinie, für die das Bezirksamt zusätzlich bei der Umweltbehörde (BUE) im August 2016 eine Förderung aus den Klimaschutzmitteln beantragte. Diese wurde in dem beantragten Umfang abgewiesen, da ansonsten ein Großteil der zur Verfügung stehenden Mittel ausschließlich für die Beschaffung von Fahrzeugen des Bezirksamtes Harburg verwendet werden würde. Daraufhin bestellte das Bezirksamt im Herbst 2016 neue Elektrofahrzeuge und stellte damit als erster Hamburger Bezirk seinen kompletten Fuhrpark (im Bereich Pkw) auf Elektrofahrzeuge um.

Das *Bezirksamt Altona* übt die gleichen Aufgaben wie das genannte Amt in Harburg für den Bezirk Altona, den westlichsten der sieben Hamburger Bezirke, aus. Das Bezirksamt tritt mit seinem Fuhrpark als Beschaffer von Fahrzeugen für die unterschiedlichen Aufgabenfelder im Bezirk auf und hat zudem eine Vorbildfunktion auf kommunaler Ebene für Bürger, Handel und Handwerk. Bezirksamtsleiterin in Altona ist Dr. Liane Melzer (Freie und Hansestadt Hamburg 2016c). Das Bezirksamt hat trotz der von der Finanzbehörde Hamburg bereitgestellten Fördermittel im Zeitraum 2009-2015 keine Elektrofahrzeuge beschafft. Ebenso hat das Bezirksamt von der seit August 2014 geltenden, neuen Kfz-Beschaffungsrichtlinie bisher (Stand 10/2016) keinen Gebrauch gemacht und wird somit in Zusammenhang mit der vorliegenden Analyse ebenfalls als Akteur geführt, da seine Entscheidungen Signalwirkungen auf andere Bezirke haben könnte oder als Beispiel für fehlerhafte Implementationen von Rahmenbedingungen gelten kann. Entscheidungsträger im Sachen Elektromobilität ist formal die Bezirksamtsleiterin. Ihre in den Medien geäußerte Überlegung, dass es ökologischer sei, die bestehenden Fahrzeuge im Bezirksfuhrpark weiter zu betreiben, statt diese abzuschaffen und sich am Förderprogramm Elektromobilität der Stadt Hamburg zu beteiligen, könnte die Entwicklung der Elektromobilität im Bezirk Altona erklären.

Die *Polizei Hamburg* untersteht der Behörde für Inneres und Sport (BIS) und besitzt neben der Feuerwehr einen der größten Behördenfuhrparks in der Stadt, der im Gegensatz zur Feuerwehr neben Sonderfahrzeugen vor allem einen großen Anteil „normaler" Pkw umfasst. Die Polizei betreut neben

[207] NOW GmbH, persönliche Mitteilung Silke Wilhelm, November 2016.

ihrem eigenen Fuhrpark seit Auflösung des städtischen Behörden-Transport-Services (BTS) auch den Fuhrpark des Senats. Als städtischer Fuhrparkbetreiber ist die Polizei an die seit dem Jahr 2015 geltende Kfz-Beschaffungsrichtlinie gebunden. Zusätzlich hat die Polizei auf bezirklicher Ebene bei allen den Verkehr betreffenden baulichen Maßnahmen, wie beispielsweise der Errichtung von Ladeinfrastruktur im öffentlichen Straßenraum, ein Mitsprache- und Vetorecht, falls ihrer Einschätzung nach die verkehrliche Sicherheit nicht gegeben ist. Der Referatsleiter des Fuhrparkmanagements bei der Polizei Hamburg ist Thorsten Krumm. Die Polizei hat im Rahmen des Projektes *Wirtschaft am Strom* mehrere BEV in ihrem Fuhrpark integriert und damit den Beleg erbracht, dass auch die Fahrzeuge, die aufgrund der Funk- und Sondersignalanlagentechnik und des damit einhergehenden Strombedarfs bislang als schwierig zu ersetzen galten, mit Elektrofahrzeugen in vielen Fällen substituierbar sind. Aufgrund der verpflichtenden Genehmigung von verkehrlichen Baumaßnahmen in den Bezirken durch die Polizei konnten zwischen den Jahren 2009-2012 mehrere vom LSBG vorgeschlagene Ladeplätze nicht oder nur nach veränderter Planung umgesetzt werden. Gleichzeitig war bei den Abstimmungsgesprächen zwischen Finanzbehörde und LBV im Vorwege der Kfz-Beschaffungsrichtlinie der Referatsleiter des Fuhrparkmanagements der Polizei, Thorsten Krumm, ein starker Befürworter der Umsetzung der Richtlinie.

Der *Handwerkskammer Hamburg* gehören nach eigenen Angaben rund 15 000 Betriebe in Hamburg an. Schon seit mehreren Jahren bietet die Handwerkskammer über ihr *Zentrum für Energie-, Wasser- und Umwelttechnik* Energie- und Umweltberatungen für angeschlossene Innungsbetriebe an. Die Handwerkskammer bietet ihren Mitgliedern eine Beratung zu den Vor- und Nachteilen eines Einsatzes von Elektrofahrzeugen an. Über eine zusammen mit der Handelskammer initiiertes Beschaffungsprogramm ermöglicht sie ihren Mitgliedern, Elektrofahrzeuge zu reduzierten Preisen zu beschaffen. Präsident der Handwerkskammer ist Josef Katzer, Ansprechpartner für das Thema Elektromobilität bei der Handwerkskammer ist der Leiter des Bereichs Mittelstands- und Handwerkspolitik, Andreas Rönnau. Zusammen mit der Handelskammer bietet die Handwerkskammer seit September 2014 im Rahmen der gemeinsamen Beschaffungsinitiative *Hamburg macht E-mobil* Nachlässe bei der Beschaffung für Elektrofahrzeuge für seine Mitgliedsunternehmen an (Hysolutions GmbH 2016, Handelskammer Hamburg 2016, Handwerkskammer Hamburg 2016). Am 18.09.2012 kündigte der Präsident der Handwerkskammer, Josef Katzer, im Rahmen der Unterzeichnung einer *Partnerschaft für Luftgüte und schadstoffarme Mobilität* mit dem Hamburger Senat (um angesichts anhaltender Emissionsgrenzwertüberschreitungen Fahrverbote oder eine Umweltzone politisch abzuwenden) den Start einer Initiative an, bei der die Handwerkskammer sich für den Einsatz von mindestens 1 000 Elektroautos im Handwerk „in den nächsten Jahren“ einsetzt (Mester 2012). Dazu sollten zunächst 1 000 Absichtserklärungen über den Kauf von Elektroautos bei den Mitgliedsbetrieben gesammelt und dann die Konditionen mit den Automobilherstellern abklärt werden. Daraufhin wurden Mitgliedsbetriebe im Rahmen der von der Kammer durchgeführten Energieberatungen auch über die Vor- und Nachteile eines Einsatzes von E-Fahrzeugen informiert. Da die Anzahl an Absichtserklärungen nur langsam zunahm und die Handelskammer nach Erstellen einer Potenzialanalyse ebenfalls eine ähnliche Initiative plante, haben die beiden Kammern am 30.09.2014 ihre Kräfte in der gemeinsamen Beschaffungsinitiative *Hamburg macht E-mobil* zusammengefasst (Hysolutions GmbH 2016, Handelskammer Hamburg 2016, Handwerkskammer Hamburg 2016). Auf Seiten der Handwerkskammer engagiert sich vor allem Andreas Rönnau für die Informationsarbeit bei den Mitgliedsbetrieben, indem er regelmäßig Elektromobilitätsexperten zu Ausschusssitzungen einlädt oder in den Rundschreiben der Kammer auf die Anschaffungsvorteile bei Elektrofahrzeugen hinweist.

Die *Handelskammer Hamburg* ist die eigenverantwortliche öffentlich-rechtliche Körperschaften der wirtschaftlichen Selbstverwaltung von Handelsunternehmen in der Freien und Hansestadt Hamburg. Ihr gehören nach eigenen Angaben rund 150 000 Unternehmen über eine Pflichtmitgliedschaft an

(Handelskammer Hamburg 2016b). Die Handelskammer bietet ihren Mitgliedern eine Beratung zu den Vor- und Nachteilen eines Einsatzes von Elektrofahrzeugen an. Über ein zusammen mit der Handwerkskammer initiiertes Beschaffungsprogramm (siehe oben) ermöglicht sie es ihren Mitgliedern zudem, Elektrofahrzeuge zu reduzierten Preisen zu beschaffen. Verantwortlicher für den Bereich Elektromobilität bei der Handelskammer ist Tobias Knahl, Abteilungsleiter im Geschäftsbereich *Industrie, Energie, Umwelt* (VI/1) (Handelskammer Hamburg 2016b). Ansprechpartner für Unternehmen und Elektromobilitätsberater der Handelskammer ist Frank Thießen. Die Handelskammer dient ebenso wie die Handwerkskammer als Multiplikator bei potentiellen Nutzern in der gewerblichen Hamburger Wirtschaft und berät Mitgliedsunternehmen zum möglichen Einsatz von Elektrofahrzeugen im eigenen Fuhrpark. Selbst nutzt die Handelskammer zwei Elektrofahrzeuge, die sie im Rahmen des Förderprojektes *Wirtschaft am Strom* im Jahre 2013 beschafft und nach Ablauf des ersten Leasingvertrages noch einmal im Leasing verlängert hat. Im Rahmen des Forschungsprojektes *Wirtschaft am Strom* hat die Handelskammer (aufgrund administrativer Gründe im Konsortium vertreten über die HKS Handelskammer Hamburg Service GmbH) alle ihre rund 45 000 Mitgliedsunternehmen zum Thema Elektromobilität befragt und auf diesem Wege Interessensbekundung der befragten Unternehmen eingeholt. Sie hat daraufhin, basierend auf den rund 2 % Rückläufern, ein Potenzial für Elektrofahrzeuge für Hamburg im Jahr 2020 prognostiziert (Knahl und Sommer 2013). Zusammen mit der Handwerkskammer leitet sie die Beschaffungsinitiative für Elektromobilität der Hamburger Wirtschaft (*Hamburg macht E-Mobil,* siehe oben). Ziel der Beschaffungsinitiative ist es, über die Bündelung von Fahrzeugbeschaffungen generalisierte Kaufpreisrabatte bei den Herstellern erwirken zu können. Die oben angesprochene Potenzialerhebung mittels Fragebogen erfolgte im genannten Forschungsprojekt in Abstimmung und Kooperation mit der wissenschaftlichen Leitung des Projektes, der Technischen Universität Hamburg (TUHH). Das von der TUHH vorgeschlagene, wissenschaftlich fundierte Fragebogendesign wurde von der Hausleitung der Handelskammer als zu lang und zu komplex empfunden, so dass der Umfang wie auch das Gerüst des Fragebogens verändert werden musste. Die erhobenen Daten hinsichtlich eines Einsatzpotenzials für Elektrofahrzeuge wiesen dadurch Lücken auf und ihre Interpretation, so zeigten spätere Auswertungen (Flämig et al. 2016c), hatte systematische Schwächen.

Die *Hamburgische Investitions- und Förderbank* (IFB Hamburg) fördert nach ihrer Weiterentwicklung von der Hamburgischen Wohnungsbaukreditanstalt zur Hamburgischen Investitions- und Förderbank im Jahre 2013 (Senat der Freien und Hansestadt Hamburg 2013) öffentliche und private Investitionsvorhaben im Bereich der Wohnraum- und Wirtschaftsförderung sowie im Bereich Umweltschutz. Die Bank unterstützt seit dem Jahr 2016 die Errichtung von Ladestationen im Hamburger Stadtgebiet mit pauschalisierten Investitionszuschüssen in Verbindung mit dem städtischen *Masterplan Ladeinfrastruktur* für den Aufbau von Ladepunkten für E-Fahrzeuge. Die Programmbetreuung der Innovationsagentur leitet Benjamin Fischer. Die IFB hat auf mehreren öffentlichen Veranstaltungen zum Thema Elektromobilität das Konzept der Ladeinfrastrukturförderung vorgestellt und arbeitet auch eng mit den beiden Kammern zusammen, deren Beschaffungsprogramm für Fahrzeuge von den Fördermitteln für Ladeinfrastruktur flankiert werden kann.

Die *Transporter & Wohnmobilfachbetrieb Karabag* (TWK) ist ursprünglich als Karabag & Hoitz GmbH 1995 gegründet worden und 1997 zur Transporter & Wohnmobilfachbetrieb Karabag GmbH umfirmiert worden.[208] Nach weiteren Namensänderungen ist die gesamte Gesellschaft mit Wirkung zum 13.01.2015 erloschen. Inhaber der TWK war der Hamburger Kaufmann und Fiat-Nutzfahrzeughändler Sirri Karabag. Die TWK ist im Jahr 2009 in ein Förderprojektkonsortium (Projekt *HH-Wise)* eingetre-

[208] Siehe Handelsregister B Amtsgericht Hamburg, Eintrag 59381.

ten, um umgerüstete Elektrofahrzeuge aus Italien für Hamburger Wirtschaftsunternehmen zur Verfügung zu stellen Forschungszentrum Jülich 2018h). Anschließend hat die TWK eigene Kapazitäten zur Umrüstung aufgebaut, Fahrzeugumrüstsets auf den Markt gebracht und eine eigene, induktive Ladesäule entwickelt. Im Jahr 2009 (und den Folgejahren) konnten die großen Massenmarktherstellen keine Fahrzeuge in ausreichenden Stückzahlen für den durch die Förderung im *Konjunkturpaket II* in acht Modellregionen entstandenen Bedarf zur Verfügung stellen. Die Hamburger Firma CCF Centro Commerciale, deren Inhaber, alleiniger Gesellschafter und Geschäftsführer ebenfalls Sirri Karabag ist, hatte schon einige Zeit zuvor Elektroautos der italienischen Firma MicroVett mit Sitz im Imola importiert. Die Firma MicroVett musste jedoch im Februar 2013 Konkurs anmelden (Raccanelli 2014). Die TWK, die aus haftungsrechtlichen Gründen zum Schutz der CCF alle Elektromobilitätsaktivitäten abwickelte, begann daraufhin, eigene Umrüstkapazitäten aufzubauen und zusammen mit regionalen Zulieferern dreistellige Stückzahlen von unterschiedlichen Fahrzeugmodellen (Kleinwagen bis Nutzfahrzeuge) auf den elektrischen Betrieb umzurüsten. Aufgrund der Lieferschwierigkeiten der etablierten AUTOMOBILHERSTELLER war die TWK der einzige Fahrzeuglieferant, der zu diesem Zeitpunkt hinreichende Stückzahlen für die Modellregion Hamburg zur Verfügung stellen konnte, und zu diesem Zeitpunkt deutschlandweit der größte Anbieter von Elektrofahrzeugen, gemessen an den Neuzulassungen (Wassink 2012). Nach Abschluss des Förderprojektes am 30.11.2011 begann die TWK, ihre Fahrzeuge deutschlandweit zu vermarkten. Unter anderem firmierte sie dazu ab Juli 2012 in die Karabag Elektroauto GmbH um.[209] Ab Juli 2014 kaufte der in Schwerin ansässige Energieversorger WEMAG 70 % der Gesellschaftsanteile und der Fokus der Gesellschaft erweiterte sich auf die Verbindung von Hausenergiespeichern mit Elektrofahrzeugen (Scheiner 2005).[210] Im Januar 2015 erlosch die TWK und ging in der ReeVOLT GmbH mit Sitz in Schwerin auf. Unter dem Markennamen ReeVOLT wurden vor allem elektrifizierte Fiat 500 sowie elektrische Umrüstsätze für verbrennungsmotorische Fahrzeuge, beispielsweise alte VW Käfer, angeboten. Im Mai 2015 verkaufte Sirri Karabag seine Geschäftsanteile und schied aus der ReeVOLT GmbH aus. Im November 2015 hat die WEMAG das Geschäft mit der Umrüstung von Fahrzeugen auf Elektroantrieb in Form eines Asset-Verkaufs an die emovum GmbH, eine Tochtergesellschaft des Hamburger Unternehmens Wulf Gaertner Autoparts AG, veräußert (Ecomento 2015).[211]

Renault ist ein französischer Automobilhersteller. Die Deutschlandzentrale von Renault, firmierend als *Renault Deutschland AG*, liegt in Brühl bei Köln. Renault bietet seit dem Jahr 2009 drei vollelektrisch angetriebene Batteriefahrzeuge am Markt an.[212] Ansprechpartner und verantwortliche Projektleiterin für deutsche Förderprojekte, auch in Hamburg, war bis Anfang des Jahres 2015 Beatrice Degand. Seit ihrem Rückgang zur Renault Bank nimmt der Abteilungsleiter für strategische Projekte, Ralf Benecke, diese Aufgaben wahr. Renault hat deutschlandweit, vor allem in Hamburg und Nordrhein-Westfalen, seit dem Jahr 2010 Elektrofahrzeuge für Demonstrationsprojekte bereitgestellt. Der Konzern beteiligte sich in allen Projekten, in denen er als Konsortialpartner mittel- oder unmittelbar beteiligt ist, über seinen Vertrieb an der Begleitforschung. Beatrice Degand setze sich persönlich für die Bereitstellung von Elektrofahrzeugen für den deutschen Markt, vor allem auch die Demonstrationsprojekte in Hamburg, ein. Die zu diesem Zeitpunkt sehr limitierten Stückzahlen mussten weltweit auf anfragende Märkte verteilt werden. Ihre Vermittlerrolle zwischen der Konzernzent-

209 Siehe Handelsregister B Amtsgericht Hamburg, Eintrag 59381.

210 Siehe Handelsregister B Amtsgericht Hamburg, Eintrag 59381.

211 Siehe auch Handelsregister B Amtsgericht Schwerin, Eintrag 12045.

212 Modelle Kangoo Z.E., Zoe und Twizzy. Der auf dem Megane basierende Fluence Z.E. wurde ab dem Jahr 2009 zwar in einigen Demonstrationsprojekten noch stets eingesetzt (z. B. Modellregion Hamburg zwei Stück, Stand Nov. 2016), wird aber seit 2014 nicht mehr produziert.

rale in Frankreich und den deutschen Modellregionen ist es zudem zuzuschreiben, dass Renault im Modellregionenprojekt der Bundesregierung zu den Herstellern mit den weitreichendsten Datenbereitstellungen für wissenschaftliche Institutionen gehört. Degand ist jedoch keine originäre Renault-Mitarbeiterin, sondern von der RCI Banque, der konzerneigenen Leasingbank, entsandt. Sie wurde zu Beginn des Jahres 2015 in die Leasing-Bank zurückberufen.

Die *Renault Retail Group Deutschland GmbH* ist die in zwölf europäischen Ländern vertretene Vertriebsgesellschaft der Renault Gruppe. Ihre Deutschland GmbH ist in fünf Regionalbereiche gegliedert. Die Hamburger Niederlassung der Gesellschaft verfügt über drei Standorte in Hamburg (Renault Retail Group Deutschland GmbH 2016). Alle drei Autohäuser vertreiben neben dem üblichen Modellportfolio auch die verfügbaren Elektrofahrzeugmodelle. Die Niederlassungen sind Ansprechpartner für Privatkunden und Großkunden, über sie kann neben den Fahrzeugen auch Ladeinfrastruktur des Infrastrukturpartners RWE geordert werden. Geschäftsführer der Hamburger Niederlassungen war bis 2018 Thomas Pilling, beim Thema Elektrofahrzeuge wurde er durch Simon Hanusch unterstützt, der sich um Förderprojekte und die übergeordneten Vertriebsangelegenheiten kümmert. Hanusch koordinierte auch die Zusammenarbeit der eigenen Werkstätten in Hamburg mit den Begleitforschungsinstituten, z. B. der Technischen Universität Hamburg, die in einigen der geförderten Fahrzeuge im Zeitraum der Jahre 2013-2017 Datenerfassungsgeräte verbauten. Die Renault Retail Group hatte 235 Elektrofahrzeuge in das Projekt eingebracht, 192 davon über die konzerneigene Leasingbank *RCI Banque*.[213] Sie stattete 65 Fahrzeuge in ihrer Werkstatt im Nedderfeld mit Datenerfassungsgeräten aus und beriet auf den Informationsveranstaltungen der Projektleitung von *Wirtschaft am Strom* gewerbliche Nutzer zu der Integration von Elektrofahrzeugen in Fuhrparks. Pilling und sein Team haben sich im Projekt *Wirtschaft am Strom* für das Thema Elektromobilität dahingehend engagiert, dass sie neben der Beratung von Unternehmen auch mehrfach ihre Großkunden auf die Sonderkonditionen angesprochen haben, obgleich das Thema beratungsintensiver ist und nicht notwendigerweise höhere Margen verspricht. Die Finanzierung der Fahrzeuge fand dabei jeweils über die konzerneigene RCI Banque statt, mittels derer die Förderung einberechnet und somit die Fahrzeuge für die Fahrzeugnutzer vergünstigt bereitgestellt werden konnten. Am Standort Nedderfeld wurde in Zusammenarbeit mit Renault Deutschland die erste Elektrofahrzeugwerkstatt für Renault-Fahrzeuge in der Region ausgerüstet. Für die Aktivitäten des Vertriebs in Hamburg und die (durch die Förderprojekte) hohen Absatzzahlen im Elektrofahrzeugsegment wurde Pilling im Jahr 2014 vom Vorstandsvorsitzenden des Konzerns in Paris als einer der 29 weltweit besten Vertriebsleiter ausgezeichnet (Baeuchle 2014).

Als Aktienunternehmen französischen Rechts bietet die *RCI Banque S.A. Niederlassung Deutschland* Finanzgeschäfte mit Schwerpunkt auf Fahrzeugleasing der Marken Renault und Nissan in Deutschland an. Wie auch bei konventionellen Fahrzeugen bietet die RCI Fahrzeugfinanzierung von Elektrofahrzeugen über verschiedene Leasingmodelle an. Projektleiter für alle Arbeiten im Projekt *Wirtschaft am Strom* war der Koordinator des Flottenbetriebs, Andreas Prinz. Im Förderprojekt *Wirtschaft am Strom* in Hamburg trat die Bank als Fördernehmer des Bundes auf, um durch Verrechnung der Förderung mit den Leasingraten Nutzern von Fahrzeugen ein vergünstigtes Leasing gegenüber den Listenpreisen anzubieten. Dabei trat die Bank nicht dem Kunden gegenüber auf, sondern wickelte nur intern die in den Autohäusern geschlossenen Leasingverträge ab. Aufgrund der Allianz der beiden Konzerne Renault und Nissan wickelte die RCI Banque auch die Leasinggeschäfte der zwei Hamburger Nissan-Autohäuser ab. Da die von Nissan anvisierten Absatzzahlen im Bereich der projektgebundenen Elektrofahrzeuge absehbar nicht erreicht werden würden, setzte Prinz sich bei der

[213] 43 Fahrzeuge wurden für die städtischen Fuhrparks über die Finanzbehörde direkt gefördert.

RCI Banque intern dafür ein, dass die ungebundenen Finanzmittel stattdessen für Beschaffungen über die Marke Renault umgewidmet werden und ermöglichte so, weitere geförderte Fahrzeuge für Wirtschaftsunternehmen in Hamburg bereitzustellen.

Nissan ist ein japanischer Automobilkonzern, der eine Entwicklungszusammenarbeit mit Renault unterhält und mehrere Elektrofahrzeugmodelle am Markt anbietet. Über seine zwei Niederlassungen in Hamburg (Autohaus Günther und Autohaus Thomsen) bot der Konzern seit dem Jahr 2012 ein reinelektrisches Fahrzeugmodell („Leaf“) an, welches seit Ende des Jahres 2014 durch ein zweites, besser für Transporte geeignetes Modell („e-NV 200“) ergänzt wurde. Potentielle Fahrzeugnutzer konnten sich im Förderprojekt *Wirtschaft am Strom* in den Jahren 2012-2015 die Anschaffungen über die Renault Leasingbank öffentlich fördern lassen. Nissan war als Konzern selbst nicht in die Hamburger Projektaktivitäten eingebunden, sondern wurde projektseitig über die RCI Banque vertreten. Dennoch waren das Autohaus Günther wie auch das Autohaus Thomsen mittelbar im Projekt *Wirtschaft am Strom* eingebunden, da dort die geförderten Nissan-Elektrofahrzeuge erworben werden konnten. Beim Nissan-Händler Günther sind Frank Solbrig und Philipp Gura Verkäufer mit Spezialisierung Elektrofahrzeuge. Gura koordinierte auch den Verbau von Erfassungsgeräten in die Projektfahrzeuge im Rahmen des Projektes. Beim Autohaus Thomsen war bis Ende 2015 Dagmar Willer spezialisierte Verkaufsberaterin für Elektrofahrzeuge. Die Leitung des regionalen Vertriebs hat Gerrit Luth inne, im deutschlandweiten Vertrieb ist Michel Jansen verantwortlich. Nissan konnte im Projekt *Wirtschaft am Strom* deutlich machen, dass auf kommunaler Ebene mit bestehenden Kundenkontakten die eigene Identifikation mit neuartigen Produkten wie Elektrofahrzeugen für den Erfolg der Vertriebsaktivitäten unabdingbar ist. Da im Autohaus Thomsen die Identifizierung mit dem neuen Bereich Elektrofahrzeuge nicht den Erwartungen des deutschlandweiten Vertriebs entsprach, wurden keine weiteren Kontingente für diese Filiale allokiert. Auch wurde der Verbau von Erfassungsgeräten durch das Autohaus nicht unterstützt. Bis ins Jahr 2017 waren auf der Website des Autohauses Thomsen keine Elektrofahrzeuge zu kaufen (Thomsen GmbH 2017). Im Vertrieb für den Bereich Nord ist Gerrit Luth zu nennen, der sich angesichts niedriger Absatzzahlen von Nissan-Fahrzeugen im Projekt gegenüber der Deutschlandzentrale (Verantwortlich: Michel Jansen) dafür einsetzte, beispielsweise für das Taxengewerbe eine höherwertige Innenausstattung der Fahrzeuge ab Werk anzubieten, um in dieser Branche stärker auf die Nutzerbedürfnisse einzugehen, da Rückmeldungen der Kunden dort ein Defizit identifizierten (Löwisch 2014).

Die *Volkswagen AG* ist ein deutscher Automobilhersteller mit Sitz in Wolfsburg. Über seine regionalen Niederlassungen vertreibt Volkwagen seit Ende des Jahres 2014 Elektrofahrzeuge. Auf Konzernebene gibt es keinen zentralen Ansprechpartner für Demonstrationsvorhaben (Stand 06/2018), vielmehr werden Aktivitäten auf kommunaler Ebene durch die entsprechenden Vertriebsbeauftragten an den Konzern herangetragen, der dann Fahrzeuge des noch begrenzten Marktkontingents für ein anfragendes Demonstrationsprojekt, bzw. eine Vertriebsregion bereitstellt. Oftmals geschieht dies über die in solchen Projekten eingebundenen konzerneigenen Leasingbanken (siehe Renault). Der konzernseitige Vertriebsleiter der Region Hamburg ist Stefan Mecha. Über seine als Konsortialpartner im Projekt *Wirtschaft am Strom* eingebundene hauseigene Leasingbank konnte Volkswagen im Zeitraum der Jahre 2015-2016 auch öffentlich geförderte und damit kostengünstigere Elektrofahrzeuge für Gewerbetreibende in Hamburg bereitstellen. In Niedersachsen ist Volkswagen als Partner im Großdemonstrationsprojekt *Schaufenster der Elektromobilität* der Bundesregierung beteiligt (PO-LO+10 GmbH 2012). Volkswagen trat im Vergleich zu der europäischen und vor allem der asiatischen Konkurrenz verhältnismäßig spät mit BEV in den Markt ein. So waren in den Förderprojekten während des *Konjunkturpaketes II* keine Elektrofahrzeuge der Marke VW vertreten. Erst mit der Ernennung Niedersachsens zum *Schaufenster Elektromobilität* im Jahre 2012 (zweite Förderrichtlinie des BMVI) begann Volkswagen, sukzessive Fahrzeuge in Demonstrationsprojekte einzubringen, in der

Modellregion Hamburg beispielsweise erst Ende des Jahres 2014. Um zu diesem Zeitpunkt den Vertrieb in Hamburg zu intensivieren, wurde Volkswagen von der Firma E8-Energy in Hamburg bei der Kundenansprache unterstützt. Volkswagen hat sich erst im Jahre 2016 durch einen Vorstandsbeschluss zu der eingeschränkten Bereitstellung von Fahrdaten aus seinen Fahrzeugen für die Begleitforschung der von der Bundesregierung unterstützten Forschungsvorhaben bekannt.

Analog zu der RCI Banque (siehe oben) bietet die *Volkswagen Financial Services AG* Finanzgeschäfte mit Schwerpunkt auf Fahrzeugleasing der Marke VW an. Wie auch bei konventionellen Fahrzeugen, bietet das Unternehmen Fahrzeugfinanzierung von Elektrofahrzeugen über verschiedene Leasingmodelle an. In Hamburg ist Guido Linke als Key Account Manager bei der Volkswagen Leasing GmbH für den Vertrieb an Sonderabnehmer und Behörden zuständig. Im Projekt *Wirtschaft am* Strom konnte die Volkswagen Financial Services trotz des späten Beitritts in das Konsortium (im Jahr 2015) über 160 Elektrofahrzeuge einbringen. Zusammen mit den Niederlassungen der Volkswagen AG ist es der Volkswagen Financial Services gelungen, vor allem bei behördlichen Nutzern erfolgreich geförderte Fahrzeuge zu platzieren, da hier neben den bestehenden Beschaffungskooperationen offenbar auch langjährige Markenbindungen existieren.

Die *GE Auto Service Leasing GmbH* war bis zu ihrem Erlöschen im Jahr 2016 eine Finanzierungsgesellschaft für Leasingverträge von Fahrzeugen unterschiedlicher Marken (konzernungebunden). Im Juli 2016 ist die Gesellschaft, die ursprünglich als Teil des Sixt-Konzerns gegründet wurde, mit der ARVAL Deutschland GmbH, einem internationalen Leasing-Unternehmen aus der BNP Paribas Gruppe, verschmolzen und als eigenständige Gesellschaft erloschen.[214] Die GE ist in der gleichen Rolle wie die RCI Banque im November 2012 in das Projektkonsortium des Projektes *Wirtschaft am Strom* eingetreten. Ein Unterschied besteht darin, dass sie als nicht an einen Hersteller gebundenes Unternehmen die Möglichkeit besaß, potentiellen Nutzern Elektrofahrzeuge aller Marken anzubieten. Ferner wollte GE größere Fahrzeuggruppen in Unternehmen als Dienstleistung selbst betreiben (*Corporate Carsharing*). Vertriebsbeauftragter von der GE Auto Service Leasing für die Region Nord war Ludger Reffgen. Nachdem bei den bestehenden Großkunden der GE Leasing keine größeren Stückzahlen von Elektrofahrzeugen in die Fuhrparks integriert werden konnten und der Vertrieb für die Abwicklung der Vielzahl an Einzelanfragen aus Handel und Handwerk keine hinreichenden Ressourcen geplant hatte, beschloss die GE Auto Service Leasing Ende 2013, aus dem Projektkonsortium auszuscheiden.

Die *Daimler AG* ist ein schwäbisches Automobilunternehmen mit Sitz in Stuttgart und Hersteller von Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen. Das Unternehmen bietet in Förderprojekten und seit dem Jahr 2011 auch im freien Markt Elektrofahrzeuge (vollelektrisch und hybridisiert) über seine Marken Smart und Mercedes-Benz an. Ansprechpartner für Demonstrationsprojekte und Elektromobilität im Konzern waren ab dem Jahre 2009 Ronald Grasmann und Peter Froeschle, die beide aus dem Geschäftsfeld Wasserstoff/Brennstoffzellen und Strategische Projekte hinzugezogen wurden (aber beide seit Ende 2016 nicht mehr in den Abteilungen arbeiten), und zusätzlich von dem Unternehmensberater Wolf Rumpelt unterstützt wurden. Auf Vertriebsseite war die Smart-Niederlassung Hamburg im Projekt *Wirtschaft am Strom* eingebunden, dort koordinierte der Verkäufer Christian Pantermühl die Anfragen von Kunden und die Ausgestaltung von Leasingverträgen. Die Daimler AG hat über seine regionale Niederlassung seit dem Jahr 2009 Elektrofahrzeuge für Demonstrationsprojekte bereitgestellt, im Projekt *Wirtschaft am Strom* knapp 200 Fahrzeuge. Die Aktiengesellschaft beschäftigt sich bereits seit vielen Jahren mit alternativen Antrieben und hat in diesem Zusammenhang Prototypen für Wasserstoff- wie auch Elektroantriebe hergestellt, von denen es einige in die Kleinstserie geschafft haben (Breitinger und Schwarzer 2015). Dazu gehört die Elektrovariante des Modells ‚“Smart

[214] Registereintrag Amtsgericht München HRB 44641 (erloschen).

Trümper (2020): Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität – https://doi.org/10.15480/882.3082

ED Electric Drive“, von dessen zweiter Generation (ED2, Baureihe 451) ab dem Jahre 2009 rund 2 000 Stück im französischen Werk in Hambach gebaut wurden (Hoeffner 2015, Stroh 2011). Diese Stückzahl musste anschließend auf alle weltweiten Demonstrationsprojekte verteilt werden, was entsprechende Engpässe bei der Fahrzeugverfügbarkeit für Projekte in der Laufzeit des *Konjunkturpakets II* (Jahre 2009-2011) verursachte. Rumpelt, als Ansprechpartner für Demonstrationsprojekte in Deutschland und speziell Hamburg, verfügte über sehr gute Kontakte innerhalb des Konzerns und verstand sich als Vermittler zwischen den einzelnen, sich oftmals nur mäßig gegenseitig unterstützenden Abteilungen. So war die Fahrzeugentwicklung, die in der Regel eigene hinreichende Forschung mit Fahrzeugen betreibt, nicht an Forschungsprojekten interessiert, bei denen zudem noch verpflichtend Daten für eine Begleitforschung erhoben werden sollten. Dem stand der Vertrieb gegenüber, der an der Sichtbarkeit der Marke interessiert und über seine Vertriebsorganisationen auch stärker in den Regionen eingebunden war, wo Kunden über die Informationsaktivitäten der Regionalen Projektleitstelle hySOLUTIONS, der lokalen Politik, der Kammern und nicht zuletzt der Medien von den neuen Elektrofahrzeugen erfuhren und diese auch nutzen wollten. Hier half ebenfalls die langjährige Zusammenarbeit der hySOLUTIONS GmbH mit Grasmann und Froeschle im Bereich Wasserstoff/Brennstoffzellen auf Deutschland- und EU-Ebene, eine verhältnismäßig große Zahl von E-Smarts (gemessen an der weltweiten Verfügbarkeit) in die Region Hamburg zu bringen. Hinsichtlich der Datenerfassung in den Elektrofahrzeugen half das ausdauernde Engagement von Rumpelt, Daimler für die Bereitstellung von Daten aus Elektrofahrzeugen (im Umfang des MDS) zu bewegen. Ab dem Jahre 2011 stellte Daimler die dritte Generation des Elektro-Smarts (Baureihe 453) in Hambach in etwas größeren Stückzahlen her, so dass beispielsweise im Projekt *Wirtschaft am Strom* die Nachfrage nach Fahrzeugen besser bedient werden konnte. In diesem Projekt trat der Konzern in mehreren Funktionen auf. Der Konzern selbst, also die Daimler AG, der sich auf Sitzungen von dem Unternehmensberater Wolf Rumpelt vertreten ließ, beabsichtigte im Forschungsprojekt *Wirtschaft am Strom* zusammen mit dem ansässigen Energieversorger Vattenfall, eine Schnittstelle für netzsignalgesteuertes Laden zu entwickeln. Da jedoch absehbar war, dass die eingesetzten Fahrzeugbaureihen bald aus der Produktion gehen würden und Daimler zudem einen veralteten Protokollstandard einsetzen wollte, lehnte Vattenfall eine Entwicklungskooperation ab und die Daimler AG ist Ende des Jahres 2014 aus dem Projektkonsortium ausgeschieden. Im August 2015 hat Daimler die Smart-ED-Produktion der dritten Generation eingestellt, um im Werk Hambach die komplette Produktionskapazität für die Belieferung der Märkte in den USA und China mit dem neuen Benzin-Modell der Baureihe 453 zu nutzen (Jordan 2015, Mortsiefer 2015).

Die *DB FuhrparkService GmbH* ist eine Tochtergesellschaft der Deutschen Bahn AG und betreibt das Mobilitätsmanagement für die Straßenfahrzeuge des DB Konzerns (DB Rent GmbH 2016). Sie ist Betreiberin der DB Autohäuser, in denen Dienstwagen und Servicefahrzeuge der Deutschen Bahn AG vertrieben werden. Die *DB Rent GmbH* hingegen erarbeitet individuelle Mobilitätskonzept für die Bahn wie auch für externe Kunden. Die Basis dafür sind vielfältige Mobilitätsprodukte, die auch die Angebote von Flinkster Carsharing und Call a Bike umfassen (DB Rent GmbH 2016). Im Projekt *Wirtschaft am Strom* war zwar die DB FuhrparkService GmbH formal Konsortialpartner, aber ausführende Stelle war die DB Rent. Seit dem Jahr 2009 hat die DB an zwei Standorten in Hamburg elektrische Carsharing-Fahrzeuge unter ihrer eigenen Marke *Flinkster* angeboten: am Hauptbahnhof Hamburg sowie in der Hopfenstraße in St.-Pauli (Projekt *e-Quartier*). Wegen technischer Probleme, niedriger Nutzungszahlen und hoher Kosten für den Betrieb gab die DB den Standort Hopfenstraße Anfang 2016 auf (DB Rent GmbH 2016b, 2016c; Mindways GmbH 2016). Am Standort Hauptbahnhof wurden nach Auslaufen des Leasingvertrags die zwei Elektro-Smarts, mit denen der Standort eröffnet wurde, Anfang 2016 durch zwei Kleinwagen Citroën C-Zero ersetzt, die aus ausgelaufenen Projekten in Süddeutschland abgezogen wurden. Im Sommer 2016 wurde ein Fahrzeug vom Hamburger Hauptbahn-

hof an einen anderen Standort in Hamburg verlegt (Reeseberg, Hamburg-Harburg), so dass sich daraufhin im Zentrums Hamburg nur noch ein Elektrofahrzeug zur Miete befand. Als Tochter der Deutschen Bahn war die GmbH im Projekt *Wirtschaft am Strom* analog zu den Leasingbanken als Fördernehmer des Bundes dafür verantwortlich, preisvergünstigte Fahrzeuge für gewerbliche Nutzer im Projekt bereitzustellen. Projektverantwortlich war die Referentin für Kurzzeitmieten der DB Rent GmbH, Anke Borcherding. Die DB plante im Projekt *Wirtschaft am Strom,* alternativ zu den reinen Leasingmodellen, ein Betreiberkonzept umzusetzen, bei dem die DB die Fahrzeuge formal betreibt und einem Fuhrpark zur Nutzung gegen Entgelt zur Verfügung stellt. Das nutzende Unternehmen sollte dann die Fahrzeuge im offenen Mehrbenutzerbetrieb („Pool“) verwenden, während die DB die Buchungsvorgänge entweder direkt koordiniert oder den Unternehmen mittels einer vermieteten Software ermöglicht, die Buchungsvorgänge der Fahrzeuge abzuwickeln (*Corporate Carsharing*). Ergebnis hätte sein können, dass in den nutzenden Unternehmen die Elektrofahrzeuge z. B. auch am Wochenende von den Mitarbeitern genutzt und somit die Kilometerleistungen (wichtig für die Amortisation) angehoben werden könnte. Borcherding hatte es, trotz persönlichem Einsatz, aufgrund interner Vorgaben und Hemmnisse innerhalb des Vertriebs nicht geschafft, am Markt akzeptable Preise für die Fahrzeuge den Kunden anzubieten und musste somit mehrfach ihre Zielzahlen im Projekt nach unten anpassen. Die DB hat im Gegensatz zum restlichen Konsortium daher ihren Förderantrag für das Projekt *Wirtschaft am Strom* nicht verlängert, sondern zum ursprünglichen Enddatum 31.12.2015 beendet.

Die *Europcar Autovermietung GmbH* ist der deutsche Ableger der in Frankreich ansässigen Autovermietung mit Sitz in Hamburg. Ähnlich wie die Deutsche Bahn und GE versuchte Europcar im Rahmen des Projektes *Wirtschaft am Strom*, ein *Corporate Carsharing* in Unternehmen zu etablieren, bei dem Europcar die Fahrzeuge betreiben und mittels einer im Unternehmen eingesetzten Buchungssoftware den Fahrzeugeinsatz koordinieren würde. Leiter der Geschäftsentwicklung bei Europcar in Hamburg ist Malte Hock. Europcar wollte, ebenso wie die Deutsche Bahn, durch einen Betrieb der Elektrofahrzeuge im Auftrag die Nutzungsschwelle für die noch neue Technologie bei Unternehmen senken. Die angepasste Buchungssoftware sollte zudem vermeiden, dass Fahrzeuge nicht hinreichend geladen sind, wenn sie von den Fahrern genutzt werden. Hock hatte Schwierigkeiten, auch aufgrund interner Umstrukturierungsprozesse, bei der das Geschäftsmodell mehrfach umbenannt und abgeändert wurde, innerhalb der Europcar-Großkunden Abnehmer für die angebotenen Elektrofahrzeuge zu finden. Europcar hat daher, ohne ein einziges Fahrzeug in der Umsetzung, im September 2016 das Projekt verlassen.

Als Teil des Vattenfall-Konzerns wurde die *Vattenfall Europe Innovation GmbH* im Jahre 1999 mit dem Ziel der „Entwicklung von neuen Geschäftsfeldern, Produkten, Dienstleistungen und Technologien im Bereich von Energietechnik und Energiedienstleistungen sowie verwandter Geschäftsfelder“ gegründet.[215] Dazu gehörten anfangs vor allem Projekte mit Wasserstoff.[216] Mit den Fördermöglichkeiten im Rahmen des *Konjunkturpakets II* wurde der Fokus auf Wasserstoffprojekte um Elektromobilitätsanwendungen erweitert.[217] In dieser Funktion wickelt die Vattenfall Europe Innovation

[215] Handelsregister B des Amtsgerichts Hamburg, Eintrag Nr. 112773

[216] Im Rahmen des Nationalen Innovationsprogramm Wasserstoff und Brennstoffzelle (NIP).

[217] Vattenfall war, bzw. ist Konsortialpartner in den Projekten *hh=more* (E-Autos im Wirtschaftsverkehr, Förderkennzeichen 03KP523G)*, e-Quartier Hamburg* (E-Autos in Wohnanlagen, Förderkennzeichen 03EM0203K)*, Wirtschaft am Strom* (E-Autos im Wirtschaftsverkehr, Förderkennzeichen 03EM0201C), *BESIC* (E-Schwerlastfahrzeuge im Hafen, Förderkennzeichen 01ME12094), *E-REV* (Range-Extender-Fahrzeuge, Förderkennzeichen 03EM0506B), *Be-Mobility* (E-Autos für Privatpersonen, Förderkennzeichen 03KP511H, durchgeführt durch die Vattenfall GmbH), *EMKEP* (E-Kleintransporter, 16EM0064), *Mini-E* (E-Pkw, Förderkennzeichen 16EM0002 und 16EM0069).

Elektromobilitätsprojekte mit Schwerpunkten in Hamburg und Berlin (den beiden Geschäftsgebieten des Vattenfall-Konzerns für Elektrizitätsprodukte) ab. Seit dem Jahre 2010 ist der Geschäftsführer für die operativen Geschäfte Herr Dr. Oliver Weinmann. Unterstützt wurde Vattenfall bei seinen Elektromobilitätsprojekten bis zum Jahre 2014 durch die Unternehmensberatung Dornier Consulting GmbH, dort vor allem von Ulf Schulte und Dr. Carl Friedrich Eckhardt. Auf technischer Seite wurde die technische Auslegung und Installation über den Hamburger Verteilnetzbetreiber abgewickelt, der ebenfalls zu der Vattenfall-Gruppe gehörte. Hier leitete Frank Bomke aus dem Bereich „Distribution, Netzaufbau, Mittel- und Niederspannungsnetz" die Zusammenarbeit. Die Vattenfall Europe Innovation hat in den Jahren 2009-2011 die ersten öffentlichen Ladesäulen für Elektrofahrzeuge in Hamburg aufgebaut. Sie sorgte dabei für die nötige Integration der Systeme in das Netz und setze ein neues Zugangs- und Abrechnungssystem ein. Aufgrund der technischen Vorerfahrung baute Vattenfall alle Ladesäulen im Besitz der städtischen Hamburg Energie GmbH mit auf und übernahm den technischen Betrieb. Im Forschungsprojekt *Wirtschaft am Strom* baute Vattenfall einen Batteriespeicher zur Netzstabilisation auf, der zugleich Schnellladesäulen für Elektrofahrzeuge speist. Bei der Zusammenarbeit mit der Hamburger Verwaltung beim Aufbau einer öffentlichen Ladeinfrastruktur in den Jahren 2009-2011 hat sich besonders Ulf Schulte im Namen Vattenfalls eingesetzt. Hierfür war oftmals eine persönliche Ansprache einer Vielzahl von Akteuren auf kommunaler Ebene und der Besuch von abendlichen Bezirksversammlungen nötig. Bei der Installation öffentlicher Ladesäulen hat sich vor allem Frank Bomke für eine Kompatibilität mit zukünftigen technischen Entwicklungen (was im Jahr 2016 eine unaufwendige Ertüchtigung der bestehenden Ladeinfrastruktur auf eine höhere Leistungsabgabe ermöglichte) und der energiewirtschaftsgesetzlichen Umsetzung eines diskriminierungsfreien Zugangs zu den Ladesäulen stark gemacht, einem so bisher nicht bestehendem Tatbestand im Energiewirtschaftsgesetz[218]. Zwischen den Jahren 2009-2011 arbeiteten bei der Vattenfall Europe Innovation an den beiden Standorten Berlin und Hamburg bis zu 30 Personen, davon mehrere Unternehmensberater der Firma Dornier Consulting, an der Entwicklung neuer Geschäftsideen wie induktives Laden, gesteuertes Laden, Regelenergiebereitstellung oder dem Aufbau eines „Backends" für die öffentliche Ladeinfrastruktur. In Folge der wirtschaftlichen Schwierigkeiten des gesamten Vattenfall-Konzerns und der anschließenden vom schwedischen Mutterkonzern angewiesenen Sparmaßnahmen bei den deutschen Töchtern, hat auch die Vattenfall Europe Innovation die Mandate für die externen Berater über das Jahr 2014 nicht verlängert. In Folge dessen wechselten Ulf Schulte sowie mehrere Berater aus dem Projektteam zum Ladeinfrastrukturanbieter Allego. Die gleiche Anzahl an Mitgliedern des Projektteams wechselte nach dem Übergang des Hamburger Verteilnetzes von der Vattenfall Europe Distribution Hamburg GmbH Anfang 2013 auf die städtische Stromnetz Hamburg GmbH zum neuen Betreiber. Hier bauten sie beispielsweise das dortige „Backend" für die nach der Übernahme des Verteilnetzes ebenfalls übernommenen öffentlichen (aber der Vattenfall Europe Innovation GmbH projektseitig betreuten) Ladesäulen auf. Somit ist zwar für die Vattenfall Europe Innovation Know-How abgewandert, jedoch haben sich aufgrund der kleinen Anzahl an Experten auf dem Gebiet in Hamburg trotz großer Änderungen bei den Zuständigkeiten nur wenige Akteure verändert. Nachdem weder die Entwicklung induktiven Ladens, noch das Gesteuerte Laden realisiert werden konnten, beschränkte die Vattenfall Europe Innovation GmbH im Projekt *Wirtschaft am Strom* ihre Aktivitäten auf die Optimierung eines Batteriespeichers.

Hamburg Energie ist ein Elektrizitätsversorger mit Sitz in Hamburg. 2009 gründete der Senat die Gesellschaft, um die Energieversorgung neben Vattenfall auch durch einen eigenen städtischen Versorger anbieten zu können. Hamburg Energie ist eine 100%ige Tochter der im Besitz der Freien und

[218] Die Stromnetz Hamburg GmbH als neuer Betreiber der öffentlichen Ladesäulen arbeitet mit einem System der „Beistellung", um den Anforderungen des EnWG mangels gesonderter Regelung dennoch gerecht zu werden.

Hansestadt Hamburg befindlichen Versorgungsgesellschaft Hamburg Wasser (Hamburg Energie 2016).[219] Als Stromanbieter bietet Hamburg Energie Stromverträge mit Ökostrom an, die die Nutzung öffentlicher Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge ermöglichen. Ab dem Jahr 2009 wurden projektbasiert 50 geförderte Ladesäulen im öffentlichen Raum in Hamburg installiert. Diese wurden im Projekt *hh=more* je zur Hälfte von Vattenfall und Hamburg Energie aufgebaut und betrieben. Da Hamburg Energie erst im Jahr 2009 gegründet wurde, gab es keine Vorerfahrung im Bereich Elektromobilität oder Innovationsmanagement im Bereich Infrastruktur, so dass Hamburg Energie die von ihr formal betriebenen Ladesäulen von Vattenfall in einem Dienstleistungsverhältnis errichten und betreiben ließ und anschließend nur das *Factoring*, also die Abrechnung gegenüber dem Kunden übernahm.

Im Forschungs- und Transferzentrum „Applications of Life Sciences" in Hamburg-Bergedorf, kurz FTZ-ALS, bündelt *die Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg* (HAW) die Projektaktivitäten rund um das Thema Life Sciences und forscht zu Themen wie Energie, Klimaschutz und Nachhaltigkeit. Elektromobilität wird zudem auch an der Fakultät für Technik und Informatik der HAW in der Lehre und Forschung abgedeckt und dort im Competence Center Logistik und Nachhaltigkeit (CCLN) koordiniert. Als Hochschule für Angewandte Wissenschaften versucht die HAW, praxisnahe Forschung im Themenbereich durchzuführen. Leiter des Forschungszentrums FTZ-ALS ist Prof. Dr. Walter Leal. Leiter des Competence Center Logistik und Nachhaltigkeit (CCLN) im Department Maschinenbau und Produktion an der Fakultät für Technik und Informatik war bis Ende des Jahres 2015 Prof. Jochen Kreutzfeldt (Jungheinrich Vertrieb Deutschland AG & Co. KG 2016). Unterstützt wurden die beiden Leiter im Projektmanagement von Franziska Wolf (geb. Mannke) (Bereich Leal) und Tessa Taefi (Bereich Kreutzfeldt). Im Projekt *North Sea Electric Mobility Network* (Projektrahmen INTERREG IVB North Sea Region) (Leal et al. 2014), einem nordeuropäischen Kooperationsprojekt mit Laufzeit in den Jahren 2011-2014, haben das FTZ-ALS sowie das Competence Center Logistik und Nachhaltigkeit (CCLN) ihre Kompetenzen gebündelt und die Forschung zur transregionalen Zusammenarbeit bei unterschiedlichen Markteinführungsstrategien mit der Nutzung von Elektrofahrzeugen im logistischen Einsatz kombiniert.

Die *HafenCity Universität Hamburg* (HCU) ist eine im Jahr 2006 gegründete staatliche Hamburger Universität mit Schwerpunkt auf Bauwesen sowie Stadtentwicklung. Im Fachbereich *Umweltgerechte Stadt- und Infrastrukturplanung* verknüpft die HCU als akademischer Partner im Projekt *e-Quartier* (Laufzeit: 08/2013 – 09/2017, Ressort beim Bund: BMVI) Nutzungsmodelle für Elektromobilität mit den Erkenntnissen der technischen Infrastrukturplanung und der Stadt- und Raumplanung (Forschungszentrum Jülich (2018j). Ziel des Projektes war der Einsatz und die gemeinschaftliche Nutzung von Elektrofahrzeugen in Wohnanlagen. Leiter des Fachbereichs an der HCU ist Prof. Wolfgang Dickhaut, der im Projekt von Laura Ehrenberg (bis Mitte 2016, danach Behörde für Energie und Umwelt Hamburg) und Daniel Kulus und Thomas Prill unterstützt wurde. Nachdem Anfang des Jahres 2016 aufgrund einer mangelnden Anzahl von Einsatzmöglichkeiten bei der Hamburger Wohnungsbauwirtschaft der Fortbestand des Projektes ungewiss war, konnte das Projekt dennoch Anfang 2018 erfolgreich beendet werden, wenn auch die Fahrzeugzahlen von der geplanten Gesamtmenge von rund 120 Elektrofahrzeugen (Hamburgische Bürgerschaft 2013) auf 16 Fahrzeuge reduziert werden musste.

Die *Universität Hamburg* (UHH) ist mit rund 41 000 Studierenden und über 150 Studiengängen die größte Universität in der Freien und Hansestadt Hamburg und eine der größten Hochschulen in Deutschland (Universität Hamburg 2016). Der Forschungsschwerpunkt des *Instituts für Anorganische*

[219] Informationen auch im Handelsregister, Registernummer Amtsgericht Hamburg HRB 109583.

und Angewandte Chemie an der UHH liegt im Kontext der Elektromobilität auf der Weiterentwicklung von Batteriematerialien für die Energiespeicher von E-Fahrzeugen. Geschäftsführender Direktor des Instituts ist Prof. Dr. Michael Fröba. Die Universität Hamburg war u. a. über das Projekt *SINGER* mit China am internationalen Austausch zum Thema Elektromobilität beteiligt (Universität Hamburg 2014).

Die *Technische Universität Hamburg* (TUHH) mit Sitz im Bezirk Harburg hat über 7 000 Studenten, die ein Angebot von 43 Studiengängen vorfinden (Technische Universität Hamburg-Harburg (2016). Das *Institut für Verkehrsplanung und Logistik* an der TUHH leitete die wissenschaftliche Begleitforschung im Projekt *Wirtschaft am Strom*, einem der bisher größten deutschen Demonstrationsprojekte im Bereich Elektromobilität (Krug et al. 2018). Der Fokus der Forschungsaktivitäten lag auf dem Einsatz von Elektrofahrzeugen im Wirtschaftsverkehr sowie den Möglichkeiten, durch ein tieferes Verständnis der für die Fuhrparknutzung relevanten Rahmenbedingungen das Einsatzpotenzial für Elektrofahrzeuge im gewerblichen Einsatz zu erhöhen. Die Professur für Transportketten und Logistik hält Prof. Dr.-Ing. Heike Flämig. Die TUHH hat im Projekt *Wirtschaft am Strom* ab dem Jahr 2012 Fuhrparkbefragungen in mehr als 350 Unternehmen durchgeführt und von den im Projekt eingesetzten rund 850 Elektrofahrzeugen mehr als 140 Fahrzeuge mit Datenerfassungsgeräten ausgestattet. Dadurch war die *Modellregion Elektromobilität Hamburg* einer der wichtigsten Bereitsteller für Fahrdaten für die Bundesbegleitforschung des Verkehrsministeriums. Über einen in diesem Technologiefeld deutschlandweit einmaligen wissenschaftlichen Ansatz, der Triangulation, bewertete die TUHH nicht nur die Einsatztauglichkeit von Elektrofahrzeugen aufgrund von technischen Parametern, sondern bezog auch die Kaufentscheidungen von Unternehmen und das Mobilitätsempfinden auf Nutzerebene mit ein. Durch die im Projekt *Wirtschaft am Strom* gewonnenen Erkenntnisse und das technische Know-How in der Fahrdatenerhebung übernahm die TUHH ab Mitte 2016 im Auftrag der HCU auch im Projekt *e-Quartier* die technische Abwicklung der Fahrdatenerhebung.