

Gertz, Carsten; Maaß, Jacqueline;
Guimarães, Thiago (Hg.)

Auswirkungen von steigenden Energiepreisen auf die Mobilität und Landnutzung in der Metropolregion Hamburg

Ergebnisse des Projekts €LAN –
Energiepreisentwicklung und Landnutzung



Band 13

Harburger Berichte zur Verkehrsplanung und Logistik

Schriftenreihe des Instituts für
Verkehrsplanung und Logistik

Herausgegeben von
Heike Flämig und Carsten Gertz
Technische Universität Hamburg-Harburg

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Auswirkungen von steigenden Energiepreisen auf die Mobilität und Landnutzung in der Metropolregion Hamburg

Ergebnisse des Projekts €LAN – Energiepreisentwicklung und Landnutzung

Das dieser Publikation zugrundeliegende Forschungsvorhaben €LAN – Energiepreisentwicklung und Landnutzung wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) unter den Förderkennzeichen 033L016A-C im Rahmen der Fördermaßnahme „Innovative Systemlösungen für ein nachhaltiges Landmanagement“ gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren. Die wissenschaftliche Begleitung während der Laufzeit des Projekts (Oktober 2010 – März 2014) erfolgte durch das Leibniz-Zentrum für Agrarlandwirtschaftsforschung (ZALF) e. V.

Projektpartner

Technische Universität Hamburg-Harburg, Institut für Verkehrsplanung und Logistik (TUHH) - Prof. Dr.-Ing Carsten Gertz (Projektleitung)

Finanzwissenschaftliches Forschungsinstitut an der Universität zu Köln (FiFo Köln) - Dr. Michael Thöne

Universität Stuttgart, Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung (IREUS) - Prof. Dr.-Ing. Stefan Siedentop

Autorenteam

Dipl.-Ing. Martin Albrecht

Dipl.-Geogr. Sven Altenburg

Dipl.-Ing. Max Bohnet

Dipl.-Vw. Eva Gerhards

Prof. Dr.-Ing. Carsten Gertz

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Anna Goris

M. Sc. Thiago Guimarães

Dipl.-Ing. Jacqueline Maaß

M. Sc. Marcus Peter

Dipl.-Vw. Anna Rauch

Bearbeitungsteam des Projekts

Dipl.-Ing. Martin Albrecht

Dipl.-Geogr. Sven Altenburg

Dipl.-Ing. Max Bohnet

Dr. rer. nat. Stefan Fina

Dipl.-Vw. Laura-Christin Diekmann

Dr. Stephan Dobroschke

Dipl.-Vw. Eva Gerhards

Prof. Dr.-Ing. Carsten Gertz

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Anna Goris

M. Sc. Thiago Guimarães

Dipl.-Vw. Angelika Krehl

Dipl.-Ing. Sonja Löwa

Dipl.-Ing. Jacqueline Maaß

Dipl.-Ing. Gesa Matthes

Dipl.-Ing. Katharina Mohr

M. Sc. Hanna Motupalli

M. Sc. Marcus Peter

Dipl.-Vw. Anna Rauch

Dipl.-Ing. Christian Rudolph

Prof. Dr.-Ing. Stefan Siedentop

Dr. Michael Thöne

M. A. Norbert Uphues

Unterauftragnehmer

Dr. Michael Glatthaar (Proloco Göttingen/Bremen)

Dr.-Ing. Jens-Martin Gutsche (Hamburg)

Dr. Volker Jaenisch (inqbus Leipzig/Schongau)

Dr.-Ing. Gottfried Meinel (IÖR Dresden)

Dipl.-Ing. Rainer Müller (TextUrban Hamburg)

Dipl.-Ing. Jens Rümenapp (Berlin)

Referenz

Gertz, Carsten; Maaß, Jacqueline; Guimarães, Thiago (Hg.). Auswirkungen von steigenden Energiepreisen auf die Mobilität und Landnutzung in der Metropolregion Hamburg. Ergebnisse des Projekts €LAN – Energiepreisentwicklung und Landnutzung. [Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung und Logistik; Band 13.]. 2015.

Gertz, Carsten; Maaß, Jacqueline; Guimarães, Thiago (Hg.)
»Auswirkungen von steigenden Energiepreisen auf die Mobilität und
Landnutzung in der Metropolregion Hamburg«

© 2015 der vorliegenden Ausgabe:

Verlagshaus Monsenstein und Vannerdat OHG Münster

www.mv-wissenschaft.com

© 2015 Institut für Verkehrsplanung und Logistik

Alle Rechte vorbehalten

Satz: Nadia Nabaoui-Engelhard, Institut für Verkehrsplanung und Logistik

Umschlag Foto: Nadia Nabaoui-Engelhard (links);

www.mediaserver.hamburg.de/R.Hegeler (rechts)

Druck und Bindung: MV-Verlag

ISBN 978-3-95645-507-0

Auswirkungen von steigenden Energiepreisen
auf die Mobilität und Landnutzung in der Metropolregion Hamburg
Ergebnisse des Projekts €LAN – Energiepreisentwicklung und Landnutzung

Band 13
Harburger Berichte zur Verkehrsplanung und Logistik

Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung und Logistik
Technische Universität Hamburg-Harburg
herausgegeben von
Heike Flämig und Carsten Gertz

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	5
Abkürzungsverzeichnis	12
Glossar	14
I DAS PROJEKT – AUSGANGSBASIS	15
1 Problemstellung im aktuellen Kontext	15
2 Stand der Forschung	16
3 Ausgangsthesen und Forschungsfragen des Projekts	19
4 Methodik und Forschungsdesign	21
4.1 Integriertes Landnutzungs- und Verkehrsmodell	23
4.2 Übersetzung der Modellergebnisse	23
4.3 Abbildung politischer Entscheidungsprozesse (Planspiel)	24
4.4 Räumliche Konkretisierung politischer Strategien	24
II ENERGIEPREISE	25
1 Der globale Trend der Energiepreise	25
2 Grundannahmen im Projekt	28
3 Endverbraucherpreise in den Projektscenarien	30
4 Haushaltsentscheidungen aufgrund steigender Energiepreise	34
4.1 Die Bedeutung steigender Energiepreise für die privaten Haushalte	35
4.2 Die Bedeutung steigender Energiepreise für die öffentlichen Haushalte	46
III DAS INTEGRIERTE LANDNUTZUNGS- UND VERKEHRSMODELL	50
1 Ziele des Modells und Stand der Forschung	50
2 Modellaufbau	54
2.1 Verwendete Datenquellen	57
2.2 Simulationsmethodik	60
3 Die Ausgangslage im Basisjahr: Synthetische Haushalte, Firmen und Gebäude sowie öffentliche Haushalte	65
3.1 Gebäude und Wohnungen	66
3.2 Personen und Haushalte	67
3.3 Firmen und Arbeitsplätze	71
3.4 Gebietskörperschaften und öffentliche Finanzen	73

4	Dynamische Simulation	73
4.1	Verkehr und Erreichbarkeiten	73
4.2	Demographie	80
4.3	Firmographie	84
4.4	Arbeitsmarkt	86
4.5	Wohnungs- und Immobilienmarkt	90
4.6	Siedlungsentwicklung	96
4.7	Haushaltsbudgets	103
5	Stand der Modellumsetzung und Nutzung von Zwischenständen im Planspiel.....	114
IV	DAS PLANSPIEL: ABBILDUNG POLITISCHER ENTSCHEIDUNGSPROZESSE	116
1	Konzeption des Planspieldesigns	117
1.1	Policy-Analyse	117
1.2	Experimental Design	123
2	Ablauf des Planspiels.....	134
3	Ergebnisse des Planspiels: Anpassungsstrategien an steigende Energiepreise.....	145
3.1	Maßnahmen und Maßnahmenbereiche auf kommunaler Ebene	146
3.2	Maßnahmen auf der Ebene von Bund und Ländern	151
3.3	Übersetzung der Maßnahmen für eine Nutzung im Modell	154
4	Weiteres Potenzial und langfristige Perspektiven	156
V	BEWERTUNG UND ANALYSE DER ERGEBNISSE VON MODELL UND PLANSPIEL ...	159
1	Definition von Raumtypen für Maßnahmenkonkretisierung und Ergebnisdarstellung.....	161
2	Folgewirkungen eines Benzinpreises von 2,20 €/l (Zustand A).....	163
2.1	Bevölkerungsentwicklung	164
2.2	Wohnkosten, Fahrleistung und Mobilitätskosten	167
3	Auswirkungen der Anpassungsstrategien an einen Benzinpreis von 2,20 €/l (Zustand B)	171
3.1	Effekte der Planspielmaßnahmen auf die Entwicklung der Einwohnerzahlen	172
3.2	Effekte der Planspielmaßnahmen auf die Wohn- und Mobilitätskosten privater Haushalte	173

4	Folgewirkungen eines auf 3,50 € ansteigenden Benzinpreises und Effekte der Anpassungsstrategien aus dem Planspiel (Zustand C)	176
4.1	Bevölkerungsentwicklung	176
4.2	Wohn- und Mobilitätskosten privater Haushalte	179
4.3	Einordnung der Szenarien	183
VI	HANDLUNGSSTRATEGIEN	191
1	Planerische Herausforderungen.....	191
2	Einordnung in den internationalen Diskurs	192
3	Maßnahmenbündel.....	197
4	Reflektion und Ausblick.....	200
VII	LITERATURVERZEICHNIS	202
VIII	ANHANG	214

Abbildungen

Abbildung 1:	Iterative Phasen des Projekts	22
Abbildung 2:	Entwicklung des Rohölpreises (Europe Brent Spot Price FOB)	25
Abbildung 3:	Ölpreisprognosen im Wandel der Zeit	26
Abbildung 4:	Faktoren der Ölpreisbildung	27
Abbildung 5:	Reallohnentwicklung 2008-2011	28
Abbildung 6:	Regressionssystem zur Ermittlung der Endverbraucherpreise	33
Abbildung 7:	Theoretische Anpassungsreaktionen privater Haushalte bei steigenden Energiepreisen	35
Abbildung 8:	Steigender Druck innerhalb der Einkommensverwendung bei steigenden Energiepreisen	36
Abbildung 9:	Überblick über das €LAN-Simulationsmodell	55
Abbildung 10:	Klassendiagramm der Agenten-Klassen im €LAN-Modell	56
Abbildung 11:	Methodik Monte Carlo Sampling	63
Abbildung 12:	Schritte zur Generierung und Attributierung der synthetischen Gebäude und Wohnungen	66
Abbildung 13:	Vorgehensweise zur Generierung und Attributierung der synthetischen Haushalte und Personen	68
Abbildung 14:	Schritte zur Generierung und Attributierung der synthetischen Betriebe und Arbeitsplätze	71
Abbildung 15:	Überblick über die dynamische Simulation	74
Abbildung 16:	Nachfrageberechnung, Umlegung und Erreichbarkeiten im Verkehrsmodell	75
Abbildung 17:	Teilmodelle im Modul Demographie	80
Abbildung 18:	Teilmodelle im Modul Firmographie	84
Abbildung 19:	Modell Arbeitsangebot	86
Abbildung 20:	Ablauf der Arbeitsmarktsimulation	88
Abbildung 21:	Ablauf der Wohnungsmarktsimulation	91
Abbildung 22:	Suchräume für zwei Beispielhaushalte	93
Abbildung 23:	Anpassung der Suchkriterien	95
Abbildung 24:	Identifizierte Baulücken (gelb bis rot) und Nachverdichtungsflächen (hellblau bis blau)	97
Abbildung 25:	Methodik zur Identifikation von Außenentwicklungspotenzialen	98
Abbildung 26:	Außenentwicklungspotenziale für Wohnen und Gewerbe im Osten der Metropolregion Hamburg	99
Abbildung 27:	Nachfragedruck und jährliche Inanspruchnahme der Innenentwicklungspotenziale	101
Abbildung 28:	Wahrscheinlichkeit der Verhaltensänderung durch Handlungsdruck bei geringem verfügbarem Einkommen	107

Abbildung 29:	Energiepreise und kommunale Einnahmen	108
Abbildung 30:	Energiepreise und kommunale Ausgaben	108
Abbildung 31:	Die „politischen Gewalten“ und ihre Berücksichtigung im Experimental Design	118
Abbildung 32:	€LAN-Untersuchungsraum und die zugehörigen Bundesländer	120
Abbildung 33:	Grad der Betroffenheit am Beispiel der Verkehrsausgaben einer Familie	121
Abbildung 34:	Verschnitt der Dimensionen Gewalten, Politikfelder und Verwaltungsebenen	122
Abbildung 35:	Mitwirkende Gemeinden, Ämter und Städte auf kommunaler Ebene	125
Abbildung 36:	Veranstaltungen auf kommunaler und überregionaler Ebene im Planspiel	125
Abbildung 37:	Zweiteilung des Planspiels nach kommunaler sowie Bundes- und Länder-ebene	127
Abbildung 38:	Für das Projekt erstellter Regionsmonitor 2015 und einige Schlagzeilen 2015	129
Abbildung 39:	Einige von den Kommunen identifizierte Handlungsbereiche von Bund und Ländern	138
Abbildung 40:	Beispiel einer Konkretisierung von Planspielmaßnahmen im Bereich Verkehr	139
Abbildung 41:	Zentrale Strategierichtungen für den Bund und die Länder bei steigenden Energiepreisen	142
Abbildung 42:	Maßnahmen des Bereiches Energiesparen (Wohnen)	147
Abbildung 43:	Maßnahmen des Bereiches Energiesparen (Verkehr)	147
Abbildung 44:	Maßnahmen des Bereiches Siedlungsentwicklung	148
Abbildung 45:	Maßnahmen des Bereiches Infrastrukturen der Daseinsvorsorge	149
Abbildung 46:	Maßnahmen des Bereiches Verkehrsinfrastrukturen	150
Abbildung 47:	Maßnahmen des Bereiches Energieversorgung	151
Abbildung 48:	Übersetzung der Maßnahmen aus dem Planspiel für eine Nutzung im Simulationsmodell – Beispiel: dezentrale Unternehmensansiedlungen	155
Abbildung 49:	Übersetzung der Maßnahmen aus dem Planspiel für eine Nutzung im Simulationsmodell – Beispiel: ÖPNV-Kapazitätsausbau und ÖPNV-Neubau	155
Abbildung 50:	Strukturierung der Darstellung der Modellergebnisse bzw. der Einführung in die neue Planspielsituation 2025 anhand von drei Zuständen A, B und C	160
Abbildung 51:	Verortung unterschiedlicher Raumtypen	162
Abbildung 52:	Konstanter Benzinpreis von 2,20 €/l: Entwicklung der Einwohnerzahl nach Raumtypen	165
Abbildung 53:	Konstanter Benzinpreis von 2,20 €/l: Entwicklung der Anzahl der EinwohnerInnen unter 18 Jahre	166
Abbildung 54:	Konstanter Benzinpreis von 2,20 €/l: Entwicklung der Anzahl der EinwohnerInnen über 65 Jahre	167
Abbildung 55:	Konstanter Benzinpreis von 2,20 €/l: Entwicklung der Wohnkosten am Beispiel von Familien mit Kindern und mittlerem Einkommen	168

Abbildung 56:	Konstanter Benzinpreis von 2,20 €/l: Entwicklung der Verkehrskosten am Beispiel von Familien mit Kindern und mittlerem Einkommen	170
Abbildung 57:	Konstanter Benzinpreis von 2,20 €/l: Anteil der Wohn- und Verkehrskosten am Haushaltsnettoeinkommen am Beispiel von Familien mit Kindern und mittlerem Einkommen	171
Abbildung 58:	Konstanter Benzinpreis von 2,20 €/l inklusive Planspielmaßnahmen: Entwicklung der Einwohnerzahl nach Raumtypen	172
Abbildung 59:	Konstanter Benzinpreis von 2,20 €/l inklusive Planspielmaßnahmen: Entwicklung der Wohnkosten am Beispiel von Familien mit Kindern und mittlerem Einkommen	173
Abbildung 60:	Konstanter Benzinpreis von 2,20 €/l inklusive Planspielmaßnahmen: MIV-Fahrleistung (km pro Person und Tag)	174
Abbildung 61:	Konstanter Benzinpreis von 2,20 €/l inklusive Planspielmaßnahmen: ÖV-Fahrleistung (km pro Person und Tag)	175
Abbildung 62:	Konstanter Benzinpreis von 2,20 €/l inklusive Planspielmaßnahmen. Verkehrskosten in € pro Monat am Beispiel von Familien mit Kindern und mittlerem Einkommen	175
Abbildung 63:	Anstieg des Benzinpreises von 2,20 €/l (2015) auf 3,50 €/l (2025): Entwicklung der Einwohnerzahl nach Raumtypen	177
Abbildung 64:	Anstieg des Benzinpreises von 2,20 €/l (2015) auf 3,50 €/l (2025): Entwicklung der Anzahl der EinwohnerInnen unter 18 Jahre	178
Abbildung 65:	Anstieg des Benzinpreises von 2,20 €/l (2015) auf 3,50 €/l (2025): Entwicklung der Anzahl der EinwohnerInnen über 65 Jahre	178
Abbildung 66:	Anstieg des Benzinpreises von 2,20 €/l (2015) auf 3,50 €/l (2025): Entwicklung der Wohnkosten am Beispiel von Familien mit Kindern und mittlerem Einkommen	179
Abbildung 67:	Anstieg des Benzinpreises von 2,20 €/l (2015) auf 3,50 €/l (2025): Entwicklung der MIV-Fahrleistung	180
Abbildung 68:	Anstieg des Benzinpreises von 2,20 €/l (2015) auf 3,50 €/l (2025): Entwicklung der ÖV-Fahrleistung	181
Abbildung 69:	Anstieg des Benzinpreises von 2,20 €/l (2015) auf 3,50 €/l (2025): Entwicklung der Verkehrskosten am Beispiel von Familien mit Kindern und mittlerem Einkommen	181
Abbildung 70:	Anstieg des Benzinpreises von 2,20 €/l (2015) auf 3,50 €/l (2025): Anteil der Wohn- und Mobilitätskosten am Haushaltsnettoeinkommen	182
Abbildung 71:	Veränderung der zurückgelegten Distanzen in Abhängigkeit des Energiepreises	184
Abbildung 72:	Veränderung der zurückgelegten Distanzen bei einem Benzinpreis von 5 €/l gegenüber heute	185
Abbildung 73:	Pkw-Netzbelastung: Veränderung gegenüber heute bei einem Benzinpreis von 5 €/l	186
Abbildung 74:	Maßnahmen des ÖV-Ausbauszenarios „2030 Umwelt“	187

Abbildung 75:	ÖV-Netzbelastung: Veränderung gegenüber heute bei einem Benzinpreis von 5 €/l	188
Abbildung 76:	Modal Split: Anteil der Wege nach Verkehrsmitteln an den Wegen insgesamt (verschiedene Szenarien)	189
Abbildung 77:	Pkw- und ÖV-Fahrleistung in verschiedenen Szenarien	190

Tabellen

Tabelle 1:	Preiskorrelationen von Rohöl- und Endverbraucherpreisen	31
Tabelle 2:	Endverbraucherpreisszenarien im Projekt €LAN	33
Tabelle 3:	Anzahl der Agenten im Basisjahr	69
Tabelle 4:	Liste der beteiligten Akteure im Nordwestkorridor	132
Tabelle 5:	Liste der beteiligten Akteure im Nordostkorridor	132
Tabelle 6:	Liste der beteiligten Akteure auf der Ebene von Bund und Ländern	134
Tabelle 7:	Cluster von Maßnahmenrichtungen zur Anpassung an Energiepreiserhöhungen	197
Tabelle 8:	Steckbriefe: Clusterung und Bewertung der Planspielmaßnahmen	214

Abkürzungsverzeichnis

€	Euro
\$	US-Dollar
€LAN	Energiepreisentwicklung und Landnutzung (Projekt)
ALG I	Arbeitslosengeld I
ALG II/“Hartz IV“	Grundsicherung für Arbeitsuchende/Sozialleistungen für Hilfebedürftige, Grundsicherung
ATKIS	Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem
bbf	barrel of oil (Volumenmaßeinheit im angloamerikanischen Maßsystem, 1 bbl entspricht ca. 159 Liter)
BGB	Baugesetzbuch
BIP	Bruttoinlandsprodukt
EIA	Energy Information Administration (Department of Energy)
F+B	F+B Forschung und Beratung für Wohnen, Immobilien und Umwelt GmbH
FiFoSiM	Steuer- und Transfersimulationsmodell
GemFinRefG	Gesetz zur Neuordnung der Gemeindefinanzen (Gemeindefinanzreformgesetz)
GFZ	Geschossflächenzahl
ha	Hektar
HVV	Hamburger Verkehrsverbund GmbH
IEA	International Energy Agency
ILS	Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung (Dortmund)
IÖR	Institut für ökologische Raumentwicklung (Dresden)
iTREN-2030	Integrated transport and energy baseline until 2030 (Projekt)
IV	Individualverkehr
km	Kilometer
l	Liter
m	Meter
m ²	Quadratmeter
MiD	Mobilität in Deutschland (Befragung)
Mio.	Million(en)
MIV	motorisierter Individualverkehr
ÖPNV	öffentlicher Personennahverkehr
ÖV	öffentlicher Verkehr
p.a.	per anno (pro Jahr)
PECAS	Production, Exchange, Consumption Allocation System (Modell)
Pkw	Personenkraftwagen
SEMENTA	SettlementAnalyzer (Programmteil)
SGB	Sozialgesetzbuch
SGBII	Sozialgesetzbuch II

SOEP	Sozio-Ökonomisches Panel (Befragung)
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
STEPS	Scenarios for the Transport System and Energy Supply and their Potential Effects (Projekt)

Glossar

Cellular Automata	Modelle, die die zukünftigen Zustände von Zellen in Abhängigkeit ihrer Nachbarn und vorgegebenen mathematischen Regeln abbilden
Distance-Decay-Funktion	Mathematische Darstellung des Raumwiderstandes
Elastizität	Das Verhältnis der relativen Änderung einer (abhängigen) Variablen zur relativen Änderung einer Einflussgröße
Energieaudit	Prozess des Energiemanagements, der zur Optimierung der Energienutzung und zur Steigerung der Energieeffizienz dient
Hartz IV	Viertes Gesetz für moderne Dienstleistungen am Arbeitsmarkt
Hedonisches Preismodell	Ökonometrisches Modell zur Erklärung von (Immobilien-) Preisen in Abhängigkeit von deren Attributen
homoskedastisch	Streuung innerhalb einer Datenmessung, bei der die Varianz der erklärten Variablen für alle Ausprägungen der anderen Variablen als nicht signifikant unterschiedlich eingestuft wird
Logit-Modell	Kategorie von Regressionsmodellen (logistische Regression), die eingesetzt werden können, wenn die abhängige Variable nominal skaliert ist
Logsum	Logarithmus einer Summe über die potenzierte Werte
Multikollinearitätsbeziehung	Die Werte der unabhängigen Variablen können frei festgelegt werden, da keine Korrelation zwischen ihnen besteht
Multinominales Logit-Modell	Logit-Modell, bei dem die abhängige Variable mehr als zwei Ausprägungen haben kann
OLS-Verfahren	Ordinary least Squares oder Methode der kleinsten Quadrate, die bei linearen Regressionsmodellen zur Anwendung kommt
Proxies	Platzhalter oder Stellvertreter
synthetischer Haushalt	Im Modell generierter Haushalt, der die statistischen Eigenschaften existierender Haushalte möglichst realistisch nachbildet

Allgemeine Gleichstellung

Aus Gründen der Lesbarkeit wurde in diesem Bericht auf die gleichzeitige Nennung beider Geschlechtsformen verzichtet. Trotzdem beziehen sich alle Angaben auf Angehörige beider Geschlechter.

I Das Projekt – Ausgangsbasis

1 Problemstellung im aktuellen Kontext

Energiepreise haben einen erheblichen Einfluss auf die Landnutzung und die Raumstruktur. Strategische Entscheidungen von Firmen, Individuen und politischen Entscheidungsträgern sind insbesondere von den Kosten wichtiger Produktionsfaktoren abhängig. Energiepreise (Kraftstoff, Heizung und Elektrizität) wirken sich direkt auf die Kosten in den Bereichen Wohnen und Verkehr aus. Daher spielen sie eine zentrale Rolle bei der Standortwahlentscheidung von Haushalten und Unternehmen sowie für die stadtplanerische Gestaltung attraktiver Wohn- und Wirtschaftsräume.

Die Entwicklung raumplanerischer Ansätze für den Umgang mit steigenden Energiepreisen folgt einem eher sprunghaften Verlauf. Das Thema ist in der Öffentlichkeit sowie in der politischen und wissenschaftlichen Agenda eher während kurzer Krisenperioden sehr präsent und verliert dann jedoch wieder an Bedeutung gegenüber anderen politisch aktuellen Fragen bzw. planerisch relevanten Themen. Aus diesem Grund wurden viele der im Rahmen der Ölkrisen der 1970er Jahre diskutierten Ansätze und des abrupten Energiepreisanstieges im Jahr 2008 nicht in konsequente Planungsansätze überführt.

Sowohl in den Medien als auch in Planungsdokumenten wird die Erwartung zum Ausdruck gebracht, dass die deutliche Erhöhung der Energiepreise die Zukunftsfähigkeit von peripherer gelegenen und vom öffentlichen Verkehrsnetz schlecht angebundenen ländlichen Räumen gefährden kann. Für Investitionen, die Bereitstellung neuer Infrastrukturen, die Schaffung von Arbeitsplätzen und nicht zuletzt als Wohnort der neuen Generationen gelten diese daher als weniger attraktiv. Insofern bringt die Energiefrage relevante Implikationen für die Raumordnung mit sich, indem sie das in der Bundesverfassung verankerte Prinzip der Gleichwertigkeit unterschiedlicher Lebensräume (noch stärker) in Frage stellt. Des Weiteren werden auch unterschiedliche Effekte für unterschiedliche sozioökonomische Gruppen bzw. Haushaltstypen erwartet. Aber welche gesellschaftlichen und räumlichen Folgen ein solches wirtschaftliches Szenario für die Landnutzung in einer konkreten Region mit sich bringen könnte, wurde bislang kaum in seinen Gesamtsimplikationen untersucht.

Dennoch sind weitere Energiepreiserhöhungen nicht ausgeschlossen. Ganz im Gegenteil: Der Peak-Oil-Theorie zufolge rückt der historische Ölangebotshöhepunkt immer näher bzw. ist bereits überschritten. Dabei ist die Welt mit einer Situation konfrontiert, in der der Preis von Öl und seinen Derivaten bei steigender Nachfrage systematisch nach oben gedrückt wird. Das zeigt die Notwendigkeit und Dringlichkeit, die Folgen auch noch nicht beobachtbarer Energiepreisszenarien auf unterschiedliche Räume genauer zu betrachten und das Spektrum von Anpassungsmöglichkeiten von unterschiedlichen Entscheidungsträgern darzustellen und zu analysieren.

Es besteht also sowohl eine Forschungs- als auch eine Umsetzungslücke im Spannungsfeld der Energiepreisentwicklung und der nachhaltigen Landnutzung. Nach unserem Wissen existieren keine integrierten konzeptionellen Ansätze und Instrumente des Landnutzungsmanagements, die diese Fragestellung ausreichend abdecken.

Das Forschungsprojekt „Energiepreisentwicklung und Landnutzung“ (Kurztitel: €LAN) hat sich mit den Auswirkungen von erhöhten Energiepreisen bei fossilen Energieträgern wie Haushaltsenergie (Elektrizität und Wärme) und der Mobilität auf Entscheidungen von privaten Haushalten, Unternehmen und Politik in der Metropolregion Hamburg beschäftigt. Dabei handelt es sich insbesondere um die Folgen für die Landnutzung und das Mobilitätsverhalten.

2 Stand der Forschung

Die in der spezialisierten Literatur bereits behandelten Schnittstellen zwischen Energie und Landnutzung sind vielfältig. Dieses Kapitel gibt knapp die wichtigsten wissenschaftlichen Erkenntnisse wieder, die einen Bezug zwischen Energiepreisen und den modellierbaren Handlungsoptionen für kommunale Körperschaften und Bewohner der Metropolregion herstellen. Aus der Perspektive des Forschungsprojektes €LAN sind insbesondere die für private Haushalte zur Verfügung stehenden mittel- bis langfristigen Anpassungsmöglichkeiten – welche Autobesitz und -nutzung, Wohnstandortwahl unter anderem betreffen – relevant.

Auch wenn die Abschätzung der zukünftigen Entwicklungspfade der Energiepreise keinen Hauptfokus des Forschungsprojektes darstellt, sind konsistente Szenarien von wesentlicher Relevanz für die Ermittlung von Wirkungen und Betroffenheitsgraden auf unterschiedliche Haushalts- und Raumstrukturtypen. Komplexe ökonometrische Modelle wurden mit dem Ziel entwickelt, Energiepreise zu prognostizieren (March 2012). Dennoch ist die Erstellung von Progno-

sen aufgrund marktspezifischer Besonderheiten - erhebliche Volatilität, starker Einfluss von politischen Faktoren – mit großer Unsicherheit behaftet. Selbst die von renommierten Institutionen erstellten Prognosen können von den beobachteten Preisentwicklungen deutlich abweichen.

Energiepreiserhöhungen führen zu höheren privaten Ausgaben für Wohnen und Mobilität und setzen bei starkem und anhaltendem Anstieg private und öffentliche Haushaltsbudgets unter Druck. Dieser Prozess, welcher gleichzeitig unterschiedliche Lebensbereiche und Finanzposten betrifft, wird in der Literatur nur partiell erfasst. So zielen z. B. wenige Studien darauf ab, die mittel- oder langfristigen Auswirkungen von Energiepreissteigerungen gänzlich durch modellgestützte Szenarienberechnungen zu betrachten.

Das Projekt „Integrated transport and energy baseline until 2030“ (iTREN-2030) verwendet eine ähnliche Methodik wie das Projekt €LAN, bei der von Stakeholdern validierte Szenarien eine Grundlage für die Modellberechnungen darstellen. Dabei werden ein Referenzszenario und ein alternatives Szenario mit erhöhtem Einsatz von erneuerbaren Energiequellen generiert. Allerdings sind die Annahmen bezüglich der Ölpreissteigerungen deutlich moderater und das Untersuchungsgebiet viel umfangreicher als bei €LAN (Schade 2011).

Auch im Rahmen des Projektes „Scenarios for the Transport System and Energy Supply and their Potential Effects“ (STEPS) wurden Verkehrs- und Energieszenarien für sechs vorhandene integrierte Landnutzungs- und Verkehrsmodelle von europäischen Gebieten entwickelt und deren Ergebnisse anschließend verglichen. Trotz erheblicher Unterschiede (bezüglich innerer Struktur, zeitlicher und räumlicher Auflösung sowie verwendeter Indikatoren) konnten alle Modelle die Grundrichtung der Auswirkung von Energiepreissteigerungen auf die zurückgelegten Entfernungen mit dem Pkw sowie auf die Verkehrsmittelwahl bestätigen (Wegener 2010).

Zahlreiche Studien haben darauf abgezielt, die Auswirkung von Energiepreisveränderungen auf die Verkehrsleistung durch Elastizitätsberechnungen zu quantifizieren. Dabei wurde die Auswirkung von Kraftstoffpreiserhöhungen sowohl auf die Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln (Wegener 2010; Chen et al. 2011; Lane 2010, 2012; Rose 1986) als auch auf die MIV-Fahrleistung bzw. den Verbrauch von Kraftstoffen für die MIV-Nutzung untersucht (Greening et al. 2000; Hymel et al. 2010; Li et al. 2012; Litman 2013).

Chen et al. (2011) belegen in ihrer empirischen Studie, dass die Erhöhung der Kraftstoffpreise einen kleinen, aber signifikanten Einfluss auf die Erhöhung der

ÖV-Nachfrage besitzt. Die positive Auswirkung von Energiepreissteigerungen auf die ÖV-Nachfrage verteilt sich auf bis zu 13 Monate. Lane (2010) merkt an, dass sich die rückläufige Entwicklung der ÖV-Nachfrage in einigen US-amerikanischen Städten durch erhöhte Kraftstoffpreise umkehrte. Gerade Städte, die als autoabhängig wahrgenommen werden, zeigen das größte Potenzial für die Verlagerung der Nachfrage auf öffentliche Verkehrsmittel.

Das Ausmaß der Kraftstoffnachfrageveränderung in Reaktion auf Preiserhöhungen ist zwischen den Autoren aufgrund verschiedener Modellierungsansätze und empirischer Grundlagen sehr unterschiedlich (Lin und Prince 2013). Gegenwärtige Studien weisen z. B. auf eine relativ niedrige Elastizität hin, was suggeriert, dass der Verbrauch von Kraftstoffen nicht stark mit dem Preisniveau gekoppelt ist. Gillingham (2013) hat die mittelfristige Elastizität der Fahrleistung in Bezug auf die Kraftstoffpreise zwischen -0,15 und -0,20 geschätzt. Das bedeutet, dass die Verkehrsteilnehmer relativ unsensibel auf steigende Energiepreise reagieren. Doch fügt der Autor hinzu, dass die Elastizität hinsichtlich Fahrzeugtyp, Raum und Einkommensklassen heterogen ist. Dahl und Sterner (1991) fassen 97 Studien zusammen und leiten ab, dass die kurzfristige Elastizität zwischen -0,22 und -0,31 liegt, während die langfristige Elastizität zwischen -0,8 und -1,01 eingeordnet wird. Hughes et al. (2006) haben eine Verringerung der kurzfristigen Preiselastizität im Zeitraum 2001-2006 im Vergleich zum Zeitraum 1975-1980 festgestellt. Und laut Litman (2013) tendieren die Preiselastizitäten dazu, anzusteigen, wenn die Kraftstoffpreise schneller zunehmen als die Einkommen.

Infolge deutlich höherer Energiepreise wäre neben der Verbrauchsreduzierung durch den Verzicht auf bestimmte Wege eine weitere denkbare Option für private Haushalte die Abschaffung des Pkws, was auch zu einer Verringerung der Anzahl von zurückgelegten Kilometern beitragen würde. In zahlreichen nord-amerikanischen, australischen und europäischen Städten wird seit dem Jahrhundertwechsel die Tendenz einer rückläufigen Verkehrsfahrleistung mit dem MIV beobachtet. Diese Tendenz – welche mit dem englischen Ausdruck „peak car use“ in der Literatur häufig vorkommt – lässt sich durch eine Vielzahl von Faktoren erklären. Hierzu zählen unter anderem die gesellschaftliche Alterung, der Ausbau von öffentlichen Verkehrsinfrastrukturen, die Umsetzung von Stadtentwicklungsstrategien, welche der Innenentwicklung Vorrang geben, und der dauerhafte Energiepreisanstieg, der all den oben genannten Faktoren zugrunde liegt (Newman und Kenworthy 2011).

Ergänzend dazu erläutern Untersuchungen mögliche Folgen einer Verteuerung des Öls für die Siedlungsentwicklung und präsentieren regionalplanerische An-

sätze für den Umgang mit der neuen Situation (Huang und Chen 2005; Newman 2007; Kenworthy 2007).

Die Kernaussagen dieser Studien bestätigen wichtige Forschungsergebnisse aus der Zeit der Ölkrise der 1970er Jahre (Romanos 1978):

- Erhöhte Energiepreise dürften sowohl Reaktionen aus dem öffentlichen als auch aus dem privaten Sektor provozieren.
- Vom öffentlichen Sektor sind die Entwicklung neuer Regulatorien, der Einsatz fiskalischer Instrumente und neue Impulse zur Forschung und Entwicklung im Bereich der alternativen Energie zu erwarten.
- In Kombination mit anderen Faktoren stellt die Energiepreisentwicklung einen Antrieb für neue Muster der Raumentwicklung, für das Abbremsen des residentiellen und gewerblichen Suburbanisierungsprozesses und der Zersiedlung („Urban Sprawl“) sowie für die Entstehung bzw. Konsolidierung kompakter und dichter urbaner Formen dar.
- Effekte sind insbesondere für Haushalte mit mittlerem oder geringem Einkommen zu spüren, indem sie gezwungen werden, andere Ausgaben zum Erhalt der Etats für Wohnen und Mobilität zu kürzen.

Ein Aspekt, welcher zunehmend Aufmerksamkeit im internationalen Diskurs mit dem Schlagwort „fuel poverty“ oder „energy poverty“ bekommen hat, bezieht sich auf die Verwundbarkeit bestimmter sozialer Gruppen durch verteuerte Energiepreise. In Großbritannien werden die „Energiearmen“ offiziell definiert als diejenigen, die mehr als 20 % ihres gesamten Haushaltseinkommens für energetische Dienstleistungen ausgeben (Fahmy und Gordon 2007; Fahmy et al. 2011). In Deutschland wird „Energiearmut“ zunehmend thematisiert, auch wenn die Definition umstritten ist. Haushalte mit Einkommen knapp oberhalb der offiziellen Armutsgrenze seien stärker betroffen als diejenigen, die Sozialtransfers beziehen (Kopatz et al. 2010).

3 Ausgangsthesen und Forschungsfragen des Projekts

Für die Szenarienentwicklung basiert das Forschungsprojekt nach dem unter Kapitel I.2 dargestellten Forschungsstand daher auf der Annahme, dass sich die Preise essentieller energetischer Dienstleistungen und Güter (wie Elektrizität, Wärme und Kraftstoffe) im Vergleich zu den aktuellen Preisen deutlich und dauerhaft erhöhen werden. Es wird davon ausgegangen, dass weder das Ausmaß der technischen Entwicklung im Bereich Effizienzsteigerung von Verbrennungsmo-

toren usw., noch die Geschwindigkeit ihrer gesellschaftlichen Verbreitung in den kommenden Jahrzehnten die Effekte der Energiepreiserhöhung völlig kompensieren werden.

Infolge dessen werden private und öffentliche Haushalte stärker als heute finanziell belastet sein. Private Haushalte werden in Abhängigkeit ihrer Sozialstruktur, Einkommen und Lebensstile unterschiedlich betroffen sein. Während einige Haushalte über einen finanziellen Spielraum für die Erhöhung der Ausgaben für Wohnen und Mobilität verfügen (welche bereits einen großen Anteil des Nettoeinkommens privater Haushalte beanspruchen), werden andere Haushalte schneller herausgefordert sein, sich der neuen Situation anzupassen.

Im Fokus des Forschungsprojektes stehen die mittel- und langfristigen Anpassungsstrategien von kommunalen und privaten Haushalten. Auch wenn Kommunen und private Haushalte gewisse Handlungsmöglichkeiten (wie z. B. energieeffizienteres Autofahren) haben, fokussiert sich die Forschungsmethodik auf die möglichen Reaktionen mit einer klaren Verbindung zu Landnutzung und Mobilität (räumliche Reorganisationen, infrastrukturelle Maßnahmen im Wohnbereich wie Gebäudesanierung, Verlagerung von Wegen auf andere Verkehrsmittel, Verzicht auf nicht essentielle Aktivitäten etc.).

Dabei ist die Intensität der finanziellen Belastung und somit die Stärke und die Richtung des Handlungsbedarfs nach Haushalts- und Raumtyp zu differenzieren. Unterschiedliche Räume werden aufgrund ihrer Lage, Dichte und infrastrukturellen Eigenschaften unterschiedlich betroffen sein. Dauerhaft höhere Energiepreise werden komparative Kostenvor- und -nachteile urbaner, suburbaner und ländlicher Räume verändern und sich auf die demographische und wirtschaftliche Entwicklung auswirken.

Im Spannungsfeld zwischen knappen Finanzmitteln und Herausforderungen der Energiepreiserhöhung ist die Politik aufgefordert, die bestehenden Instrumente im Bereich des Landmanagements zu überprüfen, um z. B. die Standortwahl von Personen und Unternehmen besser nachvollziehen oder auch lenken zu können. Allerdings wird für den optimalen Ablauf des Planspiels angenommen, dass die Entscheidungsträger strikt unter realitätsähnlichen finanziellen und institutionellen Rahmenbedingungen agieren. Da sich auf der einen Seite die Zuständigkeiten und die Höhe des Etats für Investitionen an aktuellen Standards orientieren und entsprechend eingeschränkt sind, auf der anderen Seite die Effekte räumlich differenziert sind, wird die Entstehung einer politisch angespannten Situation erwartet, welche gleichzeitig neue Perspektiven und Chancen mit sich bringt.

Auf Basis dieser Ausgangsthesen wurden Forschungsfragen konkretisiert, die mit einem transdisziplinären Ansatz beantwortet werden sollen:

Was kommt auf uns zu?

- Wie stark wird ein dauerhafter Anstieg der Energiepreise Haushalte und Unternehmen treffen und sie zu Budgetanpassung oder verändertem Mobilitäts- oder Standortverhalten zwingen?
- Wie unterscheidet sich diese Betroffenheit zwischen mannigfaltigen Haushaltstypen (Sozialstruktur, Einkommen, Lebensstil), differenzierten Wirtschaftsbranchen und unterschiedlichen Raumstrukturtypen sowie Wohn-/Betriebsstandorten (im Sinne von Mikrostandortgemeinschaften)?
- Welche Wechselwirkungen ergeben sich zwischen dem Anstieg der Energiepreise und anderen starken Trends der Raum-, Sozial- und Wirtschaftsentwicklung? Sind sich wechselseitig verstärkende oder eher kompensierende Entwicklungen zu erwarten?

Was können wir tun?

- In welchem Umfang haben „Politik“ und „Planung“ die Möglichkeit, diese Betroffenheit abzumildern a) in der Theorie? b) in der Realpolitik?
- Welche Rückwirkungen hätten diesbezügliche Politikoptionen auf andere Handlungsfelder des Staates sowie auf ökonomische, ökologische und soziale Systeme?

Was folgt daraus?

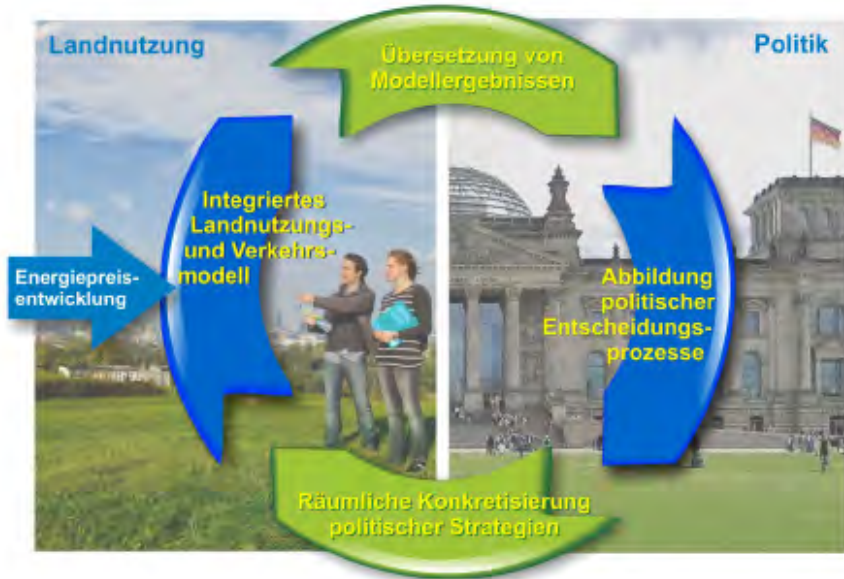
- Welche realpolitische Handlungsstrategie lässt sich daraus für Politik und Planung ableiten?
- Wie kompatibel ist eine solche Handlungsstrategie mit den sich abzeichnenden Strategien in anderen großen Politikfeldern (Klima, Demographie, soziale Gerechtigkeit, etc.)?

4 Methodik und Forschungsdesign

Um die Fragestellungen des Projekts beantworten zu können, wurde das Forschungsdesign auf eine Zusammenarbeit von Forschung und Praxis ausgelegt. Im Rahmen transdisziplinärer Zusammenarbeit wurde daher der Prozess der Entscheidungsfindung auf der Seite der Praxis sowie ein integriertes Landnutzungs- und Verkehrsmodell für die Szenarien auf der Seite der Forschung für die Beantwortung der gestellten Fragen in den Vordergrund gestellt.

Hierfür wurde eine Methodik entwickelt, die sich als ein aus vier wesentlichen Phasen bestehenden Regelkreis darstellen lässt. Die beiden genannten Bereiche agieren dabei im Regelkreis vor dem Hintergrund von steigenden Energiepreisen in Abhängigkeit voneinander (Abbildung 1).

Abbildung 1: Iterative Phasen des Projekts



Quelle: Eigene Darstellung (Fotos: www.mediaserver.hamburg.de/R.Hegeler (links), Wikimedia (rechts))

Vereinfacht dargestellt laufen die vier Phasen nacheinander ab und werden in iterativen Schleifen wiederholt: In der ersten Phase des Regelkreises werden die vorhandenen Daten aufgearbeitet und für die Teilnehmer aus der Praxis in anschaulichere Informationen und Szenarien übersetzt. Mit Hilfe dieser Szenarien können dann in der zweiten Phase die politischen Entscheidungsträger auf diese Szenarien reagieren und entsprechend Maßnahmen ergreifen. In der dritten Phase werden die Maßnahmen der Entscheidungsträger räumlich für das im Modell erfasste Plangebiet konkretisiert und als Modellparameter aufgearbeitet, so dass das Modell diese Entscheidungen im nächsten Durchlauf mitberücksichtigen kann. In der vierten Phase werden die übersetzten Parameter in ein integriertes Landnutzungs- und Verkehrsmodell eingepflegt, das die Folgen von steigenden

Energiepreisen auf die Bereiche Siedlungswesen, Verkehr, Infrastruktur, Unternehmen und Haushalte (öffentlich und privat) abbilden kann. Das Modell generiert nunmehr aus den Informationen Daten für die folgende Periode.

Dieser Regelkreis wurde im Rahmen des Projekts insgesamt zwei Mal durchlaufen, um für den Zeitraum von 20 Jahren (2010-2030) entsprechende Szenarien und Antworten auf die Forschungsfragen zu erhalten. Im Folgenden werden die einzelnen Phasen des Regelkreises genauer vorgestellt.

4.1 Integriertes Landnutzungs- und Verkehrsmodell

Das integrierte Landnutzungs- und Verkehrsmodell berücksichtigt die Auswirkungen von zukünftigen Energiepreisentwicklungen auf die öffentlichen und privaten Haushalte im Spannungsfeld von Siedlungsentwicklung, Verkehr, Arbeitsplätzen und Infrastruktur. Das Modell wird dazu genutzt, die Reaktionen von Unternehmen und Haushalten abzuschätzen, die sich als Folge steigender Energiepreise als Wechselwirkungen zwischen Siedlungsstrukturen, Infrastruktur, Verkehrsverhalten und den damit zusammenhängenden planerischen oder politischen Auswirkungen ergeben. Insbesondere die Wirkungen der politischen und planerischen Entscheidungen wie beispielsweise die Anpassungen des Steuer- und Transfersystems, die raumplanerischen und infrastrukturellen Veränderungen im Gefüge und ihre Auswirkungen auf die Landnutzung sind von Interesse (Abschnitt III).

4.2 Übersetzung der Modellergebnisse

Das Modell generiert mit den vorhandenen Daten Ergebnisse für die nächsten Jahre, die für die Praxisteilnehmer „übersetzt“ werden müssen. Hierzu wurden die wesentlichen Indikatoren identifiziert und die Modellergebnisse dieser Indikatoren in eine anschauliche und informative Weise überführt. Es wurde sowohl die fachlichere als auch die subjektivere Ebene angesprochen, damit es den Praxispartnern leichter fällt, mit der zeitlichen Distanz der Szenarien und den Veränderungen umzugehen. Ein Raummonitor für die Szenarien-Jahre stellte die fachliche Seite der Daten dar. Durch einen Journalisten wurden zusätzlich fiktive Zeitungsartikel für die Szenarien-Jahre erstellt. Für den zweiten Durchlauf wurden durch das Projekt kleine filmische Beiträge erstellt (Abschnitt III).

4.3 Abbildung politischer Entscheidungsprozesse (Planspiel)

Ausgestattet mit den Materialien und Darstellungen haben die Entscheidungsträger im Hinblick auf ihre Funktion und räumliche Zuständigkeit Maßnahmen und Strategien zum Umgang mit den Auswirkungen der gestiegenen Energiepreise erarbeitet. Dieser Prozess beinhaltete zunächst die Identifikation der Betroffenheit der eigenen Kommune oder des Zuständigkeitsbereiches und des individuell daraus ableitbaren Handlungsdrucks. Anschließend sind Strategien und Maßnahmen aus den bisherigen Arbeitsschritten entwickelt und eventuelle Hürden für eine „ideale Umsetzung“ der eigenen Strategie ermittelt worden (Abschnitt IV).

4.4 Räumliche Konkretisierung politischer Strategien

Die durch die Praxisvertreter ermittelten Maßnahmen und definierten Strategien wurden dann für das Modell räumlich „übersetzt“ und aufgearbeitet. Dazu sind mehrere Konkretisierungsschritte erfolgt, die jede Maßnahme sowohl inhaltlich als auch in ihrer Ausprägung (Zeithorizont und Kosten) für das Modell definieren (Abschnitte IV und V).

II Energiepreise

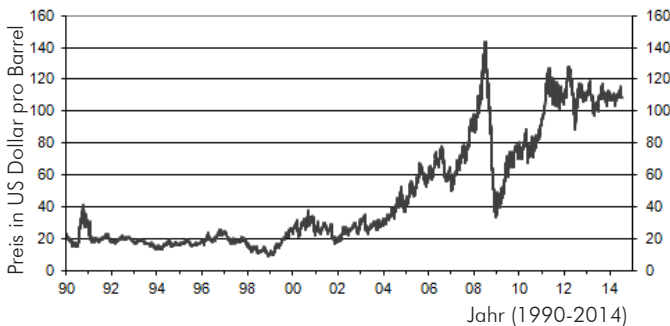
Im Projekt €LAN stellen stark steigende Energiepreise die zentrale Basisannahme dar. Diese Grundannahme wird zunächst in Kapitel II.1 näher begründet. Aus dieser Herleitung wird in Kapitel II.2 ein Rahmenszenario entwickelt. Kapitel II.3 zeichnet den Weg vom Rahmenszenario zu konkreten Endverbraucherpreisen nach. Das abschließende Kapitel II.4 erläutert deren Umsetzung im Modell.

An dieser Stelle erfolgt nur ein kurzer Abriss der wichtigsten Aspekte. Für vertiefende Einblicke und die mathematische Dokumentation der Schätzungen sei auf Altenburg (2014) verwiesen.

1 Der globale Trend der Energiepreise

Spätestens seit der Ölpreisspitze im Sommer 2008 ist die Problematik hoher Energiepreisniveaus evident geworden. In den letzten Jahren zeigte sich eine hohe Volatilität des Ölpreises, die vor allem durch das unsichere globale Wirtschaftsklima befeuert wurde. Nur zeitweise unterschritt der Ölpreis dabei 100 \$/bbl und somit eine Marke, die lange Zeit als unrealistisch hoch eingeschätzt wurde. Vielmehr scheint sich der Ölpreis bei etwa 110 \$/bbl einzupendeln, wie Abbildung 2 zeigt.

Abbildung 2: Entwicklung des Rohölpreises (Europe Brent Spot Price FOB)

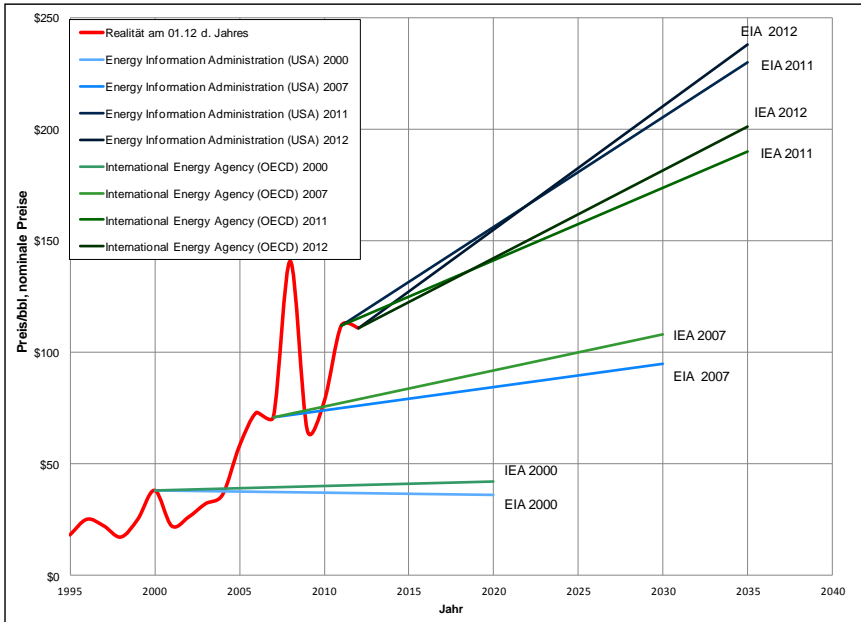


Quelle: Wermuth (2014)

Somit gibt es deutliche Hinweise, dass die Zeit des billigen Öls zu Ende gehen könnte. Zu dieser Einschätzung kommen auch zunehmend einige als eher optimistisch bekannte Organisationen. Exemplarisch seien hier die beiden eta-

blierten Organisationen IEA (International Energy Agency) und EIA (Energy Information Administration) genannt. Eine Auswertung von Prognosen zeigt, dass die tatsächliche Entwicklung unterschätzt wurde und die Prognosen im zunehmenden Zeitverlauf pessimistischer werden (Abbildung 3).

Abbildung 3: Ölpreisprognosen im Wandel der Zeit

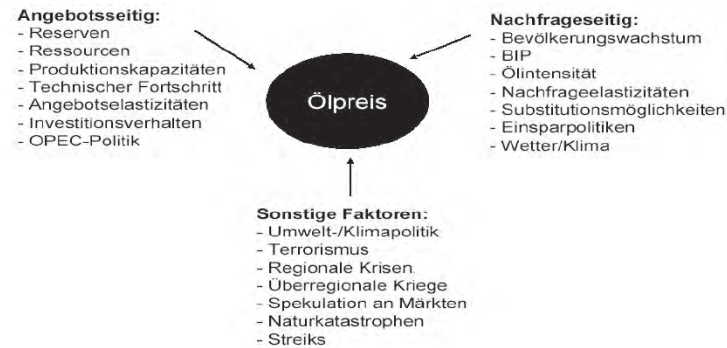


Quelle: Eigene Darstellung nach IEA und EIA 2000 bis 2012

In diesem Kontext muss darauf hingewiesen werden, dass der Ölpreis besonders schwierig zu prognostizieren ist. Dies liegt daran, dass eine enorme Anzahl von Faktoren auf ihn wirken, die zum Teil selber mit großen Unsicherheiten behaftet und/oder politisch getrieben sind. Abbildung 4 stellt dazu die Faktoren der Ölpreisbildung dar.

In allen Bereichen, in denen bezüglich der Entwicklungen große Unsicherheiten bestehen, sollten Szenarien mit besonders großen Spannbreiten in die Betrachtungen einbezogen werden, um für ein möglichst großes Spektrum künftiger Realitäten gewappnet zu sein. Aus den zuvor dargelegten Unsicherheiten und den in der Vergangenheit zum Teil unterschätzten Ölpreisentwicklungen lässt sich die Notwendigkeit ableiten, zunehmend auch Szenarien mit deutlich höheren

Abbildung 4: Faktoren der Ölpreisbildung



Quelle: EWI/Prognos (2005)

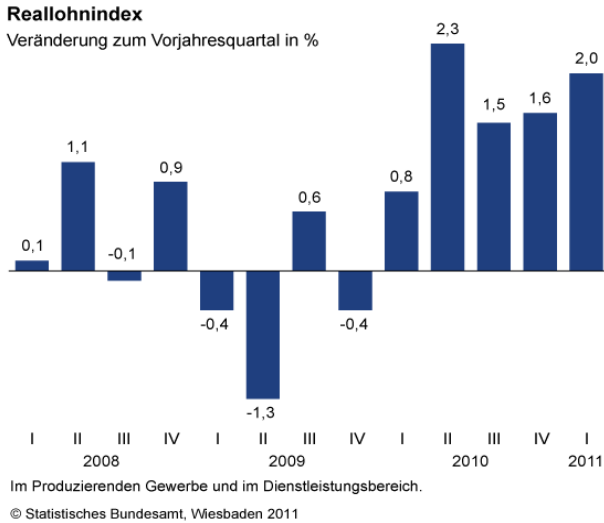
Energiepreisen in der Planung und bei politischen Entscheidungen zu berücksichtigen. Die Energiepreise haben eine deutliche Wirkung auf private Haushalte hinsichtlich Wohnen und Mobilität und werden somit bei steigenden Preisen ein zentraler Aspekt für die Politik und Planung. Das Projekt €LAN trägt dieser Bedeutung Rechnung und betrachtet daher ganz bewusst Hochpreisszenarien.

Steigende Preise stellen nur dann für Haushalte eine spürbare Belastung dar, wenn der Anstieg stärker ausfällt als die Einkommensentwicklung. Daher ist auch dieser Faktor einzubeziehen. Eine bestimmte Einkommensentwicklung wird im Projekt nicht integriert. Dies ist deshalb nicht nötig, da ganz bewusst reale Preise betrachtet werden, bei denen eine Inflationsrate bereinigt ist. Analog spielen nominale Einkommensentwicklungen für Prognosen nicht die entscheidende Rolle, auch hier müssen die Realeinkommen betrachtet werden. Reale Preise, Inflation und Realeinkommen sind nicht voneinander zu trennen. Ein Beispiel: Stark steigende Energiepreise treiben in der Regel den Gesamtpreisindex, um den wiederum nominale Einkommenssteigerungen bereinigt werden müssen. Es handelt sich also um ein System voneinander abhängiger Größen. Wenn im Projekt daher von realen Preissteigerungen gesprochen wird, so ist damit stets eine Steigerung gemeint, die nicht durch steigende Einkommen ausgeglichen werden kann. Anders formuliert sinken die Realeinkommen.

Dass die (von vielen einzelnen Komponenten und auch vom Energiepreis stark abhängige) Inflation immer durch eine ebenbürtige Einkommenssteigerung ausgeglichen oder gar (wie in manchen Prognosen angenommen) überkompensiert wird, kann anhand historischer Daten widerlegt werden. Abbildung 5 zeigt, dass

zwischenzeitlich durchaus negative Realeinkommensentwicklungen auftreten. Dauerhaft hohe Energiepreise würden die wirtschaftliche Entwicklung sehr negativ beeinflussen. Reale Lohnerhöhungen wären unter dieser Prämisse unrealistisch. Im Ergebnis würden daher sinkende Realeinkommen entstehen, wie es auch im Projekt €LAN angenommen wird.

Abbildung 5: Reallohnentwicklung 2008-2011



Quelle: DESTATIS (22.06.2011)

2 Grundannahmen im Projekt

Dem Rohölpreis kann eine gewisse Leitfunktion für alle fossilen Energieträger zugestanden werden (Öko-Institut 2010). Daher übernimmt der Ölpreis eine Art Indikatorfunktion für Entwicklungen, die bis zu den Endverbraucherpreisen für Treibstoffe und Haushaltsenergie ausstrahlen. Zur Entwicklung konsistenter Szenarien im Projekt €LAN bot es sich daher an, zunächst einen auf plausiblen Annahmen basierenden höheren Ölpreis als Startpunkt zu wählen, auf dessen Basis entsprechende Endverbraucherpreise geschätzt wurden. So wurde auch gewährleistet, dass alle angenommenen Preise sich auf dieselbe Rahmenannahme beziehen und nicht „freihändisch“ gesetzt wurden. Durch dieses Vorgehen sind in sich konsistente Preisszenarien für alle Treibstoffe, Heizstoffe sowie Strom entstanden.

Die gewählten (realen) Ölpreise sollten drei Kriterien erfüllen:

- Sie sollten eine bislang noch nicht erreichte Preishöhe darstellen
- Gleichzeitig sollte aber zumindest das erste Szenario 2015 noch im Rahmen einzelner Hochpreisszenarien aus der Literatur liegen
- Zur besseren Vermittlung wurden prägnante, runde Preise gewählt

Aus diesem Grund wurde der Preis für 2015 auf real 200 \$/bbl gesetzt, für das zweite Szenario 2025 wurde eine weitere Verdoppelung des Ölpreises auf 400 \$/bbl als Extrempfad angenommen.

Das Preisniveau für 2015 wird (im Durchschnitt) auch im Szenario „Gereifter Fortschritt“ der Studie „Zukunft der Mobilität“ des Instituts für Mobilitätsforschung für die Jahre von 2010 bis 2030 angenommen (Institut für Mobilitätsforschung 2010). Im Projekt €LAN wird demnach von einem Preisniveau ausgegangen, das auch in anderen Szenarien bereits verwendet wurde. Der entsprechende Preisanstieg bis 2015 wird dabei als sehr steil angenommen. Das Szenario 2025 stellt ganz bewusst eine sehr extreme Preisentwicklung dar, die eher als unrealistisch einzuschätzen ist. Innerhalb des Projektes kommt diesem Szenario jedoch eine wichtige Funktion zu. Einerseits soll mit Hilfe dieses Extremszenarios geprüft werden, ob im Planspiel durch noch größeren Handlungsdruck auch Maßnahmen in den Fokus rücken, die vorher unpopulär waren oder aus anderen Gründen nicht in Erwägung gezogen wurden. Andererseits soll in diesem Szenario geprüft werden, ob die in den früheren Planspielrunden gewählten Strategien auch bei noch höheren Preisen wirksam und tragbar sind.

Die in €LAN angenommenen Szenarien sollen auch kurz in den Kontext einer der für Deutschland wichtigsten Verkehrsprognosen, der Verkehrsverflechtungsprognose eingeordnet werden. Diese Veröffentlichung stellt eine wichtige Basis für die regelmäßige Bundesverkehrswegeplanung (BVWP) dar. Die neueste verfügbare Ausgabe ist 2014 erschienen, bezieht sich auf das Prognosejahr 2030 und beinhaltet als Eingangsdaten auch explizite Annahmen zur Preisentwicklung im Verkehr, die sich auf eine konkrete Annahme zum Ölpreis stützen (Schubert et al. 2014). Ein direkter Vergleich der Preisannahmen von €LAN und Intraplan (Schubert et al.) 2014 ist nicht sinnvoll, da €LAN bewusst Hochpreisszenarien verwendet, während für die BVWP der wahrscheinlichste (und somit ein eher konservativer) Preispfad verwendet wird. Dennoch sollen in aller Kürze die wichtigsten Annahmen von Intraplan 2014 zum Kraftstoffpreis diskutiert werden. Auf Basis von Einschätzungen des ifo-Instituts wird für das Jahr 2030 ein realer Ölpreis von 120 \$/bbl (Preisniveau 2010) angenommen. Dieser Wert deckt

sich mit gängigen Szenarien führender internationaler Prognosen (z. B. IEA 2012) und stellt somit eine angemessene Rahmenannahme dar. Nach Berechnungen von Intraplan würde dies unter Beibehaltung aller anderen Preiskomponenten (v.a. Steuern) in einem Kraftstoffpreis von etwa 1,64 €/l resultieren, das €LAN-Modell liefert bei gleichem Ölpreis etwas höhere Preise von etwa 1,70 €. Entscheidender Unterschied ist jedoch, dass Intraplan mit Hinweis auf finanz- und klimaschutzpolitische Ziele eine Steigerung der Energiesteuern von 65 ct auf 1,03 €/l einkalkuliert (Schubert et al. 2014, 185 ff). Aus dieser Annahme entsteht letztlich ein realer Preis von etwa 2,10 €/l Kraftstoff, was einer jährlichen Steigerung von 2 % entspricht. Dieser Anstieg wird jedoch durch eine jährliche Effizienzsteigerung der Fahrzeugflotte von 1,5 % nahezu komplett kompensiert. Daraus leitet Intraplan eine effektive und reale Preissteigerung von 0,5 % p.a. bei den Kraftstoffen ab.

3 Endverbraucherpreise in den Projektzenarien

Das €LAN-Mikrosimulationsmodell betrachtet die Auswirkungen und Reaktionen von einzelnen Haushalten. Daher bezieht sich das Preisszenario nicht auf den Rohölpreis, sondern auf die konkreten Endverbraucherpreise inklusive aller Steuern und Gebühren. Für die Übersetzung der Szenarien ins Modell musste demnach abgeschätzt werden, wie sich die jeweiligen Endverbraucherpreise bei den angenommenen Ölpreisen verhalten. Zu diesem Zweck wurden Zeitreihenanalysen vorgenommen, die sich auf einen Datensatz mit monatlichen Preisen von 2007 bis 2012 beziehen (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2013).

Zur sauberen Schätzung des Einflusses des Ölpreises auf die Endverbraucherpreise mussten alle sonstigen Einflüsse so weit wie möglich eliminiert werden. Das betraf vor allem Wechselkursschwankungen und Änderungen von Steuern und Abgaben, die Komponenten der Energiepreise darstellen. Als weitere Hürden bei den Schätzungen wurden produktspezifische zeitliche Preisanpassungsmuster identifiziert, die sich teilweise erheblich von den sehr dynamischen Schwankungen des Rohölpreises unterscheiden. Beispielhaft seien hier die um etwa vier Monate verzögerte Reaktion des Erdgaspreises oder die eher sprunghaft in Jahresschritten ablaufenden Strompreisänderungen genannt.

Nach der Bereinigung dieser Sachverhalte wurden zunächst die Korrelationen zwischen den einzelnen Produkten nachgewiesen. Tabelle 1 stellt die Werte zusammen, die für die späteren Schätzungen relevant sind.

In den dargestellten Korrelationen sind die Werte um die genannten Einflüsse bereinigt. Die Diskussion der Unterschiede zwischen den absoluten Werten und den Differenzen sowie deren Bedeutung für das Modell finden sich, neben den genauen mathematischen Spezifikationen, deren Herleitung und weiteren Ausführungen dazu, in Altenburg (2014).

Tabelle 1: Preiskorrelationen von Rohöl- und Endverbraucherpreisen

Variable 1	Variable 2	Korrelation der absoluten Werte	Korrelation der monatlichen Differenzen
Rohölpreis Weltmarkt	Rohölpreis Deutschland	0,9983	0,9424
Rohölpreis Deutschland	Preis Heizöl	0,9830	0,7485
Rohölpreis Deutschland	Preis Benzin	0,9668	0,7336
Rohölpreis Deutschland	Preis Diesel	0,9827	0,6877
Preis Heizöl	Preis Erdgas	0,8303	0,4003
Rohölpreis Deutschland	Strompreis	0,7030	0,1259

Quelle: Eigene Darstellung

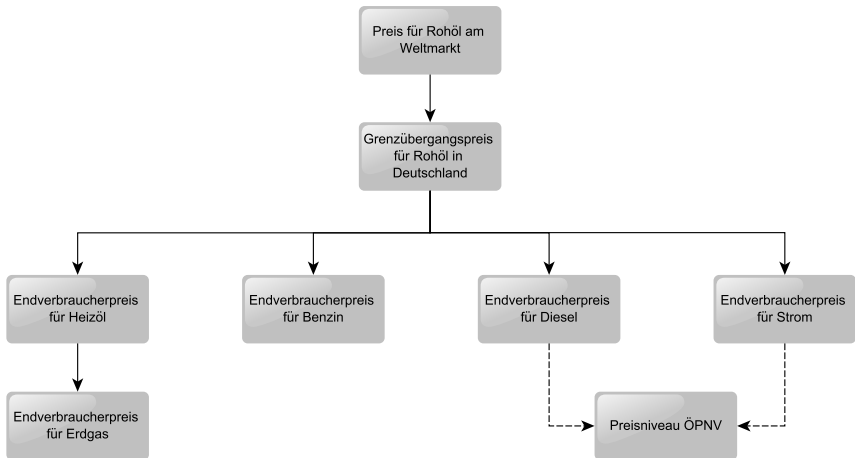
An dieser Stelle sollen aber noch zwei wesentliche Aspekte zumindest kurz angesprochen werden. Zunächst bedarf es einer Erläuterung zu den teilweise sehr niedrigen Korrelationen der ersten Differenzen, die vor allem beim Strom auffallen. Es ist nicht überraschend, dass diese mit steigender Produktferne zum Rohöl steil abfallen, da naturgemäß immer mehr Preisfaktoren an Bedeutung gewinnen, die nichts mit dem Rohölpreis zu tun haben. Zwar wurde versucht, diese Einflüsse zumindest um Wechselkurse und staatliche Rahmensetzungen zu bereinigen, aber erwartungsgemäß kann der Rohölpreis nur einen geringen Teil des Strompreises erklären. Gleichwohl wird davon ausgegangen, dass zumindest der Trend der fossilen Energieträger sich in den (bereinigten) Strompreisen wiederfindet. Diese Einschätzung ist durch die hohe Signifikanz des betreffenden Regressors eindeutig untermauert (Altenburg 2014). Das spezifizierte sehr einfache Modell kann demnach benutzt werden, um einen groben Weitergabeeffekt vom Rohölpreis zum Strompreis zu simulieren. Dies ist der Fragestellung des Projekts angemessen.

Dieser Weitergabeeffekt wurde bei allen Endverbraucherpreisen identifiziert. Bei den Zeitreihenanalysen wurde zunächst klassisch versucht, Regressionen auf Basis der Veränderungsdaten zu rechnen, um das nachweisliche Problem der Nicht-Stationarität zu umgehen. Dadurch konnten zwar signifikante Zusammenhänge (bei teilweise sehr niedrigen Korrelationen und Bestimmtheitsmaß R^2) zwischen den Veränderungsdaten nachgewiesen werden, das aufgestellte Modell

erwies sich jedoch als nicht prognosefähig. Dies ist darin begründet, dass im Modell vergleichsweise moderate Preisweitergaben berechnet werden, die im vorhandenen Datenmaterial auf ebenfalls moderaten Preissteigerungen beruhen. Werden diese Weitergabe-Raten nun auf die angenommen extremen Preissteigerungen beim Rohöl extrapoliert, so entsteht der Effekt, dass schon bei moderaten Szenarien der Rohstoffpreis den Endproduktpreis überholt. Dies hat zum Beispiel die Konsequenz, dass ein Liter Superbenzin im Modell weniger kostet als ein Liter Rohöl. Zur Auflösung dieses Problems wurde ein Weg beschritten, der im Regelfall nicht zu empfehlen ist: es wurden Regressionen auf Basis der absoluten Preise anstelle der Differenzen berechnet. Dieses Vorgehen erscheint akzeptabel, weil zuvor anhand der Veränderungsdaten ein trendbereinigter Zusammenhang hinreichend nachgewiesen werden konnte. Die Ergebnisse der absoluten Schätzungen bewegen sich im Gegensatz zu denen mit den Differenzen in realistischen Bandbreiten, die im weiteren Projektverlauf anhand der realen Entwicklungen auch verifiziert werden konnten. Demnach ist diesem Modell (trotz methodischer) Bedenken aufgrund seiner nachgewiesenen Güte der Vorzug gegeben worden. Aus diesem Grund beschränken sich die Betrachtungen oben auch auf die Beziehungen der absoluten Preise. Für vertiefende Einblicke sei auch hier auf Altenburg (2014) verwiesen.

Nach dem generellen Nachweis von Korrelationen war es möglich, mittels Regressionen quantitative Beziehungen zwischen den einzelnen Preisentwicklungen herzustellen. Das verwendete System mathematischer Abhängigkeiten wird in Abbildung 6 schematisch dargestellt.

Abbildung 6: Regressionssystem zur Ermittlung der Endverbraucherpreise



Quelle: Eigene Darstellung

Die Pfeile zum ÖPNV sind nur gestrichelt dargestellt, weil es sich hier nicht um Regressions-schätzungen handelt, sondern um pauschale Aufschläge auf das bisherige Preisniveau, die aus dem Energiekostenanteil und den angenommenen Teuerungsraten von Diesel und Strom gebildet wurden. Da die Preise für ÖPNV in der Untersuchungsregion unterschiedlich sind, werden nur die Teuerungsraten, keine konkreten Preisszenarien angegeben.

Im Ergebnis wurden im Projekt €LAN folgende Preisszenarien definiert (Tabelle 2). Alle Preise stellen reale Preise für Endverbraucher inklusive aller Steuern und Gebühren dar.

Tabelle 2: Endverbraucherpreisszenarien im Projekt €LAN

Jahr	Rohölpreis US \$/bbl	Benzinpreis €/l	Dieselpreis €/l	Heizölpreis €/l	Erdgaspreis €/kWh	Strompreis €/kWh	ÖV Preis- entwicklung
2015	200	2,18	2,18	1,47	0,13	0,29	+5%
2025	400	3,50	3,50	2,75	0,15	0,40	+10%

Quelle: Eigene Darstellung

4 Haushaltsentscheidungen aufgrund steigender Energiepreise

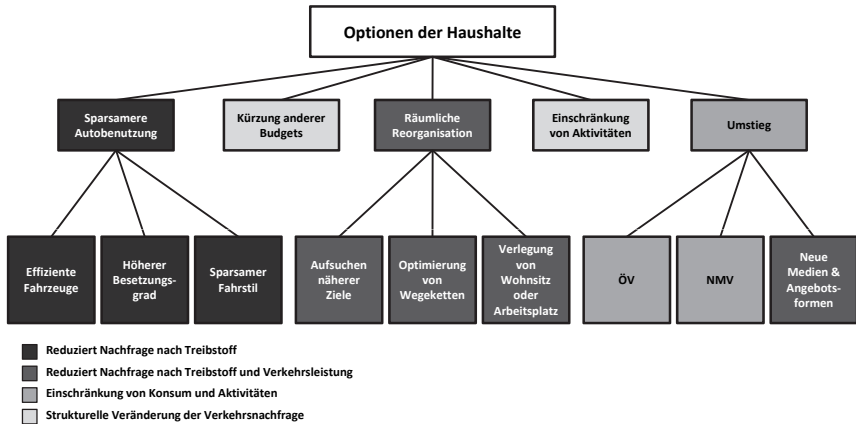
Die auf diese Weise in Kapitel II.3 zugrunde gelegten Energiepreise sind im Modell vor allem für die Budgets der einzelnen synthetischen Haushalte relevant (Kapitel II.4.1). Der Beitrag, den jeder synthetische Haushalt für Heizenergie aufwenden muss, wird im Wesentlichen durch den Sanierungsstand sowie die Heizungsart der Wohnung bestimmt. Der Strompreis wiederum richtet sich primär nach der Haushaltsgröße und dem zur Verfügung stehenden Einkommen. Die Wohnungsgröße dient als Einflussfaktor für beide Kostensätze. Die Berechnung dieser Beträge erfolgt innerhalb des Wohnmodells, die resultierenden Aufwendungen werden den jeweiligen Haushalten schließlich angespielt. Bei der Abbildung der Preisszenarien wird zunächst davon ausgegangen, dass Haushalte vollkommen unelastisch reagieren und ihr Verhalten den neuen Preisen nicht anpassen. Potenzialreiche Anpassungsreaktionen (Energieberatung, bauliche Sanierung) werden erst in den nachgeordneten Planspielszenarien berücksichtigt. Dieses Vorgehen wurde gewählt, um zunächst in einer kurzfristigen Perspektive das volle potentielle Ausmaß einer Betroffenheit darstellen zu können. Demnach werden die Preisszenarien durch einfache prozentuale Kostenaufschläge abgebildet, die sich aus den angenommenen Teuerungsraten ergeben.

Die Ausgaben für Verkehr werden deutlich komplexer angespielt. Sie sind ein Ergebnis des multimodalen Verkehrsmodells und berücksichtigen Wahlentscheidungen der Haushalte im Verkehrsbereich. Die Preise für Kraftstoffe sind zentraler Bestandteil dieses Wahlmodells, da sie in die „generalisierten Kosten“ einfließen. Unter anderem auf Basis dieser Werte entscheiden Haushalte, mit welchem Verkehrsmittel sie einen bestimmten Weg zurücklegen. In den Preisszenarien werden die generalisierten Kosten innerhalb des Wahlmodells durch die Preissteigerungen bei den Treibstoffen verändert, was eine tendenzielle Nutzenverschiebung vom MIV zu anderen Verkehrsmitteln bedeutet. Dies kann das Wahlverhalten der Haushalte verändern und somit werden schon in diesem Schritt Anpassungsreaktionen simuliert. Erweiterte Verhaltensänderungen (Wege kombinieren oder komplett unterlassen) bleiben zunächst unbeachtet.

Vereinfachend wird bei der Wohnenergie in der kurzfristigen Perspektive eine Preiselastizität von Null angenommen, im Verkehrssektor werden zunächst nur Elastizitäten berücksichtigt, die ihre Ursache im Modal Split haben. Die zunächst sehr limitierten Anpassungen der Haushalte unterstreichen den Charakter des Szenarios 2015 als sehr heftigen „Preisschock“. Dieser vereinfachende Ansatz ist in der kurzfristigen Perspektive als realistisch einzuschätzen, im weiteren Verlauf der Modellierung wird das Set der Anpassungsreaktionen privater Haus-

halte deutlich erweitert und es können alle theoretischen Reaktionen dargestellt werden (Abbildung 7).

Abbildung 7: Theoretische Anpassungsreaktionen privater Haushalte bei steigenden Energiepreisen



Quelle: Eigene Darstellung nach Gertz et al. (2009)

Der Zusammenhang von Entscheidungen und Handlungsoptionen in Bezug auf Energiepreissteigerungen von Haushalten werden in diesem Kapitel näher betrachtet. Es erfolgt eine Beschreibung der Folgewirkungen steigender Energiepreise auf die privaten Haushalte und insbesondere auf deren Haushaltsbudgets. Im weiteren Verlauf dieses Kapitels werden Anpassungsoptionen der privaten Haushalte diskutiert und deren Umsetzung im Modell beschrieben (Kapitel II.4.1). Dabei wird in der Darstellung zwischen Haushaltsentscheidungen mit Auswirkungen auf Siedlungswesen und Wohnen (Kapitel II.4.1.1), auf die Mobilität (Kapitel II.4.1.2) sowie auf den Arbeitsmarkt (Kapitel II.4.1.3) unterschieden. In Kapitel II.4.2 erfolgt eine Beschreibung der Auswirkungen steigender Energiepreise auf die öffentlichen Haushalte.

4.1 Die Bedeutung steigender Energiepreise für die privaten Haushalte

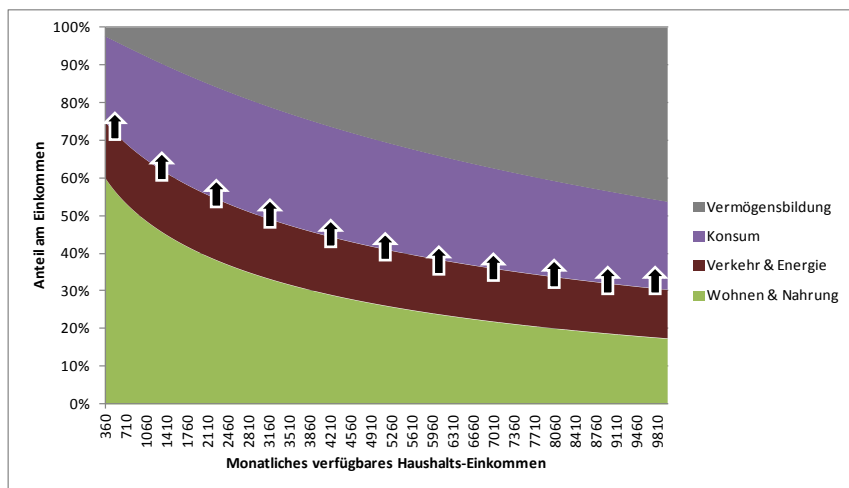
Durch real stark steigende Energiepreise werden die privaten Haushalte erheblich belastet. Unter der Annahme unterproportional anwachsender oder real stagnierender Nettoeinkommen (Kapitel II.1) ist eine unveränderte Nachfrage

nach Energie und Verkehr nur möglich, wenn die zusätzlichen Kosten durch einen verminderten Konsum in anderen Bereichen kompensiert werden: Wird die Nachfrage bei Verkehr und Energie nicht angepasst, so muss diesen Budgets mehr Volumen gewährt werden, was die Spielräume anderer Budgets zwangsläufig einschränkt.

Die Budgets der Grundversorgung (Wohnen und Nahrung) dürften davon weitgehend unberührt bleiben, so dass der Druck am stärksten auf die disponibleren Bereiche des Konsums und der Vermögensbildung sein wird. Gerade der letzte Bereich ist aber bei ärmeren Haushalten ohnehin nur marginal vorhanden, so dass bei diesen mit unmittelbaren Verzichtstendenzen im Konsum (z. B. Freizeit) gerechnet werden muss. Abbildung 8 verdeutlicht diesen Zusammenhang.

Diese Verzichtstendenzen werden mit steigendem Druck immer größer und erreichen immer sensiblere Bereiche, deren Einschränkung sowohl subjektiv als auch objektiv als Verlust an Teilhabe wahrgenommen werden kann. So kann in bestimmten Fällen nicht ausgeschlossen werden, dass der Druck so groß werden kann, dass auch existentielle Aktivitäten wie Arbeiten, Ausbildung oder Gesundheitsversorgung aufgrund des Kostendrucks nicht mehr erreicht werden können, was zu fundamentalen sozialen Nachteilen führt.

Abbildung 8: Steigender Druck innerhalb der Einkommensverwendung bei steigenden Energiepreisen



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von DESTASTIS (2008)

Die wachsende Einschränkung von Konsumausgaben sowie der gesellschaftlichen Teilhabe kann daher - in Abhängigkeit individuell verschiedener „Schmerzgrenzen“ - jedoch zu Bemühungen führen, (auch) die Ausgaben für Wohnen und Mobilität zu reduzieren.

Denkbar sind dabei zum einen „direkte“, energiepreis-induzierte Reaktionen, wie z. B.

- Änderungen der Mobilitätsmuster: Anpassungen des Verkehrsmittelwahlverhaltens (und -besitzes) bzw. Anpassungen der Alltagsziele an die veränderten Kostenstrukturen
- Maßnahmen zur Reduzierung der Kosten für Wohnenergie: z. B. durch ein (vermutlich wenn überhaupt nur kurzfristig kostendämpfend wirkendes) verändertes Heizverhalten bis hin zu umfangreichen baulichen Maßnahmen zur Senkung des Wohnenergieverbrauches (z. B. Einbau modernerer Heizungstechnik mit ggf. alternativen Energieträgern, bessere Wärmedämmung durch Einbau neuer Fenster, Dämmmaßnahmen an der Gebäudehülle)
- Modifikationen im zeitlichen Arbeitsangebot zur Reduzierung von Mobilitätskosten oder Erhöhung der Einnahmen des Haushalt oder aber Änderungen in Bezug auf die Arbeitsorganisation: z. B. Reduzierung der Anwesenheitstage am Arbeitsplatz durch Telearbeit/Homeoffice zur Vermeidung von Fahrten

Allerdings können bei den Bemühungen zur Umsetzung der genannten Anpassungsmaßnahmen teilträumlich unterschiedliche und segmentspezifische Schwierigkeiten auftreten, die den Haushalten eine Dämpfung der Kostensteigerungen erschweren:

- So sind die Möglichkeiten zur Anpassung des Mobilitätsverhaltens im besonderen Maße abhängig von standörtlichen Gegebenheiten wie z. B. der
 - nähräumlichen Verfügbarkeit von Versorgungsgelegenheiten
 - der individuellen räumlichen Konfiguration zwischen Wohn- und Arbeitsort(en)
 - der Verfügbarkeit eines als attraktiv und bedarfsadäquat wahrgenommenen ÖPNV-Angebots
- Die beschriebenen Maßnahmen zur Senkung des Wohnenergieverbrauches sind häufig nur durch einen erheblichen Kapitaleinsatz (Eigentümerhaushalte) durchführbar bzw. von Entscheidungen des Vermieters abhängig (Mieterhaushalte)

- Änderungen der Arbeitsorganisation sowie Änderungen des zeitlichen Arbeitsangebotes sind abhängig von Branche, Position und Aufgabenstruktur. Die genannten Anpassungsmaßnahmen stehen den Haushalten daher vermutlich nicht im gleichen Maße offen

Wenn also die vorgenannten Anpassungsoptionen (z. B. aus den exemplarisch genannten Gründen) nicht umgesetzt werden können oder eine Umsetzung nicht die gewünschte Reduzierung von Kosten ermöglicht, sind auch „tiefergreifende“ direkte energiepreis-induzierte Reaktionen denkbar und wahrscheinlich:

- Ein Wechsel des Arbeitsplatzes - besser: des Arbeitsortes - kann Möglichkeiten eröffnen, bei gegebenem Wohnstandort Arbeitsplatzentfernungen zu reduzieren und/oder Optionen für eine vermehrte Nutzung von ÖPNV-Angeboten oder Eigenfortbewegung (Fahrrad, zu Fuß) bieten und damit dazu beitragen, Mobilitätskosten zu senken
- Ein Umzug kann zur Reduzierung sowohl der Wohnkosten als auch der Mobilitätskosten beitragen:
 - Ersteres betrifft die Wahl einer kostengünstigeren Wohnung in Bezug auf die Fixkosten (Miete oder Finanzierungskosten des Immobilienkredites) sowie die Betriebskosten (Wohnenergie)
 - Eine Reduzierung der Mobilitätskosten lässt sich hingegen durch die Veränderung des Wohnstandortes erreichen, indem ein Standort gewählt wird, der das Erreichen von Arbeits- und Ausbildungsplätzen, Freizeit- und Versorgungszielen in kürzeren Entfernungen bzw. durch bessere Kopplungschancen von Aktivitäten, ein verändertes Verkehrsmittelwahlverhalten und ggf. veränderten Verkehrsmittelbesitz ermöglicht

Wie bereits diese hier nur kurz zusammengefassten Aspekte zeigen, sind Überlegungen zur Wohnungs- und Arbeitsplatzwahl unter anderem aufgrund ihres räumlichen Zusammenhangs (und dem damit einhergehenden Kosten- und Zeitaufwand für die Arbeitswege) in der Regel nicht unabhängig voneinander.

Ein Umzug bzw. eine Veränderung des Arbeitsortes wird jedoch in vielen Fällen nicht zuvorderst eine Reaktion auf erhöhte Kostenbelastungen infolge steigender Energiepreise sein. Vielmehr ist die Umzugsentscheidung z. B. abhängig von (Änderungen) der strukturellen Zusammensetzung des Haushaltes in Verbindung mit den Eigenschaften der Wohnung sowie von einer Vielzahl weiterer Einflussfaktoren. Gleichmaßen sind Arbeitsaufnahme, Ausweitung oder Reduzierung des zeitlichen Umfangs der Tätigkeit oder Arbeitsplatzwechsel aus den verschied-

densten Gründen denkbar, die nicht mit dem Energiepreis in Zusammenhang stehen. Unter den Bedingungen dauerhafter Kostensteigerungen ist jedoch davon auszugehen, dass Haushalte die Energiepreise bei der Wohnstandort- und Arbeitsplatzentscheidung mitberücksichtigen („Suchraum“), also „indirekte Reaktionen“ von Haushalten auf die Kostensteigerungen erfolgen.

4.1.1 Haushaltentscheidungen mit Auswirkungen auf Siedlungswesen und Wohnen

Wohnkosten privater Haushalte

Ein Großteil des gesamten Endenergieverbrauchs im Sektor der privaten Haushalte, im Jahr 2011 mehr als 80 % (Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung 2012, S. 17–18), wird für Raumwärme und Warmwasserbereitung aufgewendet. Obwohl in den letzten Jahren ein Trend zu kleineren Haushaltsgrößen, damit insgesamt einer größeren Anzahl an Haushalten, und mehr Wohnfläche pro Person zu beobachten ist, sinkt der Energiebedarf je Quadratmeter, was eine unmittelbare Reaktion der Haushalte auf „die hohen Preissteigerungen bei der Heizungsenergie“ mittels Einsparungen indiziert (Statistisches Bundesamt 2008, S. 11). Damit wird deutlich, dass ein aussagekräftiger Indikator des energetischen Zustands eines Wohngebäudes für Haushalte den Verbrauch von Haushalten ausweisen muss, um deren finanzielle Belastung ableiten zu können. Energiebedarfs- oder Primärenergiekennwerte liefern für Haushalte nur eingeschränkte Informationen und weisen oftmals eine große Diskrepanz zu den Verbrauchswerten auf (Felsmann und Schmidt 2013).

Einsparungen im Verbrauch und somit eine Änderung der energiepreisabhängigen Wohnnebenkosten etwa als Reaktion auf gestiegene Energiepreise sind zum einen kurzfristig durch eine Anpassung des Verhaltens der Haushalte möglich, zum anderen mittel- und langfristig durch aktives Eingreifen der Gebäudeeigentümer in die Bausubstanz in Form energetischer Sanierung. Aufgrund derartiger Reaktionen auf gestiegene Energiepreise reduziert sich die finanzielle Belastung der Haushaltsbudgets, zudem erhöhen sich durch eine energetische Sanierung die Attraktivität und der Wert einer Wohnung.

Neben der Bausubstanz wird der energetische Zustand einer Wohnung durch regionale Gegebenheiten, das Verbraucherverhalten, die Heizungstechnik, den Sanierungszustand sowie den Energieträger bestimmt. Durch die Ausweisung des Endenergieverbrauchs in Kilowattstunden pro Quadratmeter Wohnfläche werden

diesbezüglich durchschnittliche Werte, die in Abhängigkeit des Baualters und der Anzahl der Wohnungen pro Gebäude zur Verfügung stehen, im Modell berücksichtigt. Auch die Einsparpotenziale, die durch eine Sanierung realisiert werden, sind von den genannten Einflussfaktoren abhängig. Ob und in welchem Umfang saniert wird, ist zudem in hohem Maße von individuellen Entscheidungsprozessen und dem Investitionsverhalten der Gebäudeeigentümer abhängig, aber auch von politischen Rahmensetzungen (z. B. dem Einsatz von ordnungsrechtlichen Instrumenten und Anreizprogrammen), der allgemeinen wirtschaftlichen Entwicklung sowie den Lenkungswirkungen veränderter Energiepreise. Entscheidet sich ein Wohnungseigentümer für eine Sanierung, so sinkt der Energieverbrauch ab dem Jahr der Sanierung um einen durchschnittlichen Prozentsatz, der sich am Baujahr, Gebäudetyp und Sanierungsjahr bemisst. Gleichzeitig entstehen für die Eigentümer Kosten für die Maßnahmen. Mieter erfahren durch die Investitionen der Eigentümer ihrer Wohnung in eine energetische Sanierung oftmals eine Anpassung der Nettokaltmiete im Rahmen der Vorgaben des §559 BGB.

Denn im Vergleich zu den verbrauchsabhängigen Kosten für Wohnenergie stellen die Fixkosten für die Wohnung, also die Mietkosten bzw. die Finanzierungskosten für den Kauf einer Wohnimmobilie, den größeren Anteil an den Wohnkosten eines Haushaltes dar. Mit der Wahl einer Wohnung bzw. eines Wohnstandortes wird die Höhe der Wohnkosten aufgrund der standörtlichen Gegebenheiten, sowie davon abhängig auch der Mobilitätsaufwand, oftmals auf Jahre hin festgelegt.

Wohnungs- und Wohnstandortwahl

Die Überlegung eines Haushaltes umzuziehen, ist unter anderem abhängig von seiner haushaltsstrukturellen Zusammensetzung, dem Auftreten von „Ereignissen“, die eine Änderung der familiären Strukturen zur Folge haben (z. B. Geburt eines Kindes, Haushaltsneugründungen), Eigenschaften der Wohnung (z. B. Wohnungsgröße oder Zustand der Wohnung), der Wohndauer, dem Besitzverhältnis der aktuellen Wohnung sowie den Wohnkosten im Vergleich zum Haushaltsbudget.

Diese Entscheidung wird in einem ersten Baustein des Teilmoduls, das die Umzugsentscheidung, den Wohnungssuch- und -wahlprozess (im Folgenden „Residential Choice Model“) auf Basis der oben genannten Kriterien, simuliert. Neben anderen – häufig deutlich stärkeren Einflussfaktoren – können also auch Kostensteigerungen zu einem Anstieg der Umzugswahrscheinlichkeit führen.

Ein umzugswilliger Haushalt tritt also mit seinen „Wohnwünschen“ als Nachfrager in den Wohnungsmarkt ein. Diese – aus den Haupteingabemasken der bekannten Wohnungssuchportale im Internet bekannten – „Startsuchkriterien“ für die Wohnungssuche betreffen die gewünschte Wohnfläche, die räumliche Lage des Wohnobjektes (im Modell über Maximalentfernungen zu den Arbeitsplätzen der Haushaltsmitglieder abgebildet) sowie eine Preisvorstellung. Diesen Kriterien vorgeschaltet sind – im weiteren Suchprozess variable – Entscheidungen über den gewünschten Wohnungstyp (Einfamilienhaus, Doppelhaushälfte, Reihenhaus oder Etagenwohnung) sowie das gewünschte Eigentumsverhältnis (Eigentum oder Miete).

Der wohnungssuchende Haushalt wird sich auf die Wohnungen, die den gewählten Suchkriterien entsprechen, bewerben. Da die Wohnungen aufgrund ihrer Ausstattungsmerkmale und Lageeigenschaften jedoch nicht als gleichermaßen attraktiv empfunden werden, werden die Haushaltsmitglieder die grundsätzlich in Frage kommenden Wohnungen in eine Rangreihung bringen. Im Modell wird diese Rangfolge über messbare Kriterien angenähert: Dies betrifft neben der Wohnfläche, der Erreichbarkeit von Arbeitsplätzen sowie dem Preis auch die Nähe zu Bildungs- und Versorgungseinrichtungen, zur bisherigen Wohnung, zu Grün- und Erholungsflächen („grüne Umgebung“) sowie das verbleibende Einkommen nach Abzug der Gesamtkosten für Wohnen und Fahrten zu den Arbeitsplätzen. Dabei werden die einbezogenen Kriterien gemäß ihrer haushaltstypabhängigen Bedeutung gewichtet.

Aus dieser Auswahl bewirbt sich der Haushalt auf die Wohnungen, die seinen Vorstellungen im besonderen Maße entsprechen. Bekommt er eine oder mehrere dieser Wohnungen durch den Vermieter oder Verkäufer angeboten, bezieht er die für ihn attraktivste der angebotenen Wohnungen. Ist die Wohnungssuche nicht erfolgreich, passt der Haushalt seine Suchkriterien in den darauffolgenden Suchperioden an. Dies betrifft eine sukzessive Ausweitung des Suchraums sowie die zunehmende Inkaufnahme geringerer Wohnflächen und höherer Kauf- oder Mietpreise – bis zu haushaltsabhängigen Grenzen, die nicht unter- oder überschritten werden (können).

Die Entscheidungen von Haushalten bezüglich der Wohnungs- und Wohnstandortwahl haben dabei direkte Auswirkungen auf die Wohnimmobilienpreisentwicklungen: In Teilräumen mit hoher Nachfrage und nur geringem Leerstand steigen die Preise sukzessive an. Gleichzeitig sind diese Lagen für Neubauvorhaben besonders interessant. Demgegenüber werden in Quartieren mit hohen und/oder steigenden Leerstandsquoten die Preise tendenziell sinken und es werden

dort sehr wahrscheinlich weniger Neubaumaßnahmen realisiert. Zusätzlich wirken Wanderungsentscheidungen von Haushalten z. B. auf kommunale Steuereinnahmen, Bedarfe nach Versorgungs- und Infrastruktureinrichtungen sowie die Verkehrsnachfrage.

4.1.2 Haushaltsentscheidungen mit Auswirkungen auf die Mobilität

Ein durchschnittlicher Haushalt nutzte im Jahr 2010 rund 16 % seiner privaten Konsumausgaben zur Befriedigung der Mobilitätsbedürfnisse aller Haushaltsangehörigen - dies entsprach monetären Leistungen von 346 € (Hütter 2013, S. 26). Dabei entfielen rund 34 € auf den öffentlichen Personenverkehr, noch geringer waren die Ausgaben für den Fuß- und Radverkehr (ebd.). Der überwiegende Teil der Mobilitätsausgaben entfällt auf den Unterhalt und die Nutzung privater Pkw.

Um die Auswirkungen von Preissteigerungen sowohl auf Konsumbudgets als auch auf räumliche Interaktionsmöglichkeiten abbilden zu können, wurde ein mikroskopisches Verkehrsmodell entwickelt, welches die Verkehrsnachfrage auf Basis sozioökonomischer Eigenschaften von Haushalten, der räumlichen Verteilung von Aktivitätsgelegenheiten sowie einer differenzierten Attributierung des Verkehrsnetzes ermöglicht. Dabei wird die synthetische Gesamtpopulation auf Haushalte und Gebäude verteilt, welche wiederum mit dem Verkehrsnetz verbunden sind. Angaben zu Anzahl, Alter und Einkommen der Haushaltsangehörigen, dem Pkw-, Fahrrad- und Zeitkartenbesitz, aber auch der Haupttätigkeit (Arbeitnehmer, Student, etc.) dienen als Grundlage zur Berechnung der Verkehrsnachfrage. Punktförmig verortete Arbeitsplätze, Bildungs- und Gesundheitseinrichtungen, Einzelhandelsstandorte, Freizeiteinrichtungen sowie Wohnstandorte dienen als Destinationen, an denen Aktivitäten nachgefragt werden. Verbunden werden die einzelnen Standorte durch ein nach Verkehrsmitteln getrenntes Verkehrssystem. Dabei wird der MIV auf einem engmaschigen Straßennetz abgebildet. Für den ÖV sind tageszeitgenau Verbindungsdaten hinterlegt. Die Fahrpreisberechnung erfolgt über ein kleinteiliges Tarifmodell im öffentlichen Verkehr sowie eine entfernungs- und verbrauchsabhängige Kostenmodellierung im MIV. Die Fixkostenzuschläge ergeben sich aus den Anschaffungs- und Unterhaltskosten im MIV und Radverkehr sowie Kostensätzen für Zeitkarten im ÖPNV.

Aus der synthetischen Population wird eine Verkehrsnachfrage generiert, die anschließend auf das Verkehrsnetz umgelegt wird. Da jede Person einem Haushalt zugeordnet wurde, welcher wiederum an einem Wohnstandort verortet ist, ergibt sich für jeden dieser Standorte eine spezifische Verbindungsmatrix, samt

der zurückgelegten Entfernung und genutzten Verkehrsmittel. Die tageszeitspezifische Verkehrsnachfrage im MIV bestimmt ihrerseits die Belastung im Straßenquerschnitt und somit die tatsächlich realisierbare Pkw-Reisezeit. Werden die Kostensätze aus den Energiepreisszenarien auf das Verkehrsmodell angewendet, ergeben sich für jeden Haushalt die aus den räumlichen Interaktionen resultierenden Mobilitätskosten.

Ziel der Haushaltsangehörigen ist die Befriedigung ihrer originären Bedürfnisse. Bei deutlichen Energiepreissteigerungen wird unterstellt, dass diese Befriedigung für einen Teil der Haushalte nur bei erheblich steigenden Aufwendungen im Mobilitätsbereich möglich bleibt und folglich Finanzmittel aus anderen Konsumbudgets abgezogen werden müssen. Eine andere Möglichkeit besteht in einer Reorganisation des Mobilitäts- und Interaktionsverhaltens. Dabei wird zwischen direkten und indirekten Reaktionen unterschieden (Gerhards et al. 2012, S. 6 ff.).

Direkte Reaktionen sind durch die Preissteigerungen motiviert und wären andernfalls unterblieben. Grundsätzlich ist zwischen einem veränderten Verkehrsverhalten und einer räumlichen Relokalisierung der Wohnstandorte und/oder Verkehrsziele zu unterscheiden. Die Möglichkeiten von Verhaltensänderungen werden bestimmt durch die Anpassungsfähigkeit der Haushalte hinsichtlich einer alternativen Verkehrsmittelwahl oder dem Kauf verbrauchsarmer Pkw. Ist dies gegeben, können Kosteneinsparungen durch einen - teilweisen oder kompletten - Umstieg auf öffentliche Verkehrsmittel oder das Fahrrad realisiert werden. Diese Reorganisation kann in einem völligen Verzicht auf den eigenen Pkw münden. Auch die vermehrte Nutzung von Fahrgemeinschaften, Mitfahrportalen oder ein Zusammenlegen von Wegen des Haushalts kann zur Kostensenkung beitragen. Einen hohen finanziellen Aufwand bedeutet die Neuanschaffung eines kraftstoffsparenderen Pkw. Nur Haushalten mit hohem Einkommen bleibt diese Option vorbehalten. Reichen die so erzielten Kosteneinsparungen nicht aus oder können diese aufgrund fehlender Rahmenbedingungen nicht realisiert werden (kein ÖV-Anschluss, fehlende Möglichkeit der Radnutzung, unvereinbare Wegezeiten), müssen (auch) die Interaktionsmuster verändert werden. Dies kann durch eine Verlagerung des Wohnstandortes geschehen, etwa zu einer ÖV-Station. Auch eine Verlagerung mit dem Ziel der Wegelängenreduktion ist denkbar. Die Fuß- und Radwegenutzung würde so vereinfacht. Auch auf der anderen Seite sind Relokalisierungen möglich. So können Arbeits-, Bildungs-, und Einkaufsstandorte in Richtung der eigenen Wohnung oder einer attraktiven ÖV-Anbindung verlagert werden. Schlussendlich ist ein völliger Verzicht auf Aktivitäten denkbar, wenn deren Realisierung oder Relokalisierung aufgrund fehlender Finanzmittel und Alternativen nicht möglich ist.

Neben diesen direkten Reaktionen werden auch indirekte Anpassungen abgebildet. Indirekt meint hier den ohnehin vorhandenen Willen, quell- oder zweiseitige Anpassungen vorzunehmen. Dieser Wille kann aus der Unzufriedenheit im Job, Arbeitslosigkeit, der Geburt eines Kindes oder dem Wegzug von Haushaltsangehörigen resultieren. Diese Ereignisse führen zu der Suche nach neuen Arbeits- und/oder Wohnstandorten. Die Mobilitätskosten können bei der anstehenden Suche einfach mitberücksichtigt werden. Schlussendlich kann auch die ohnehin anstehende Neuanschaffung eines Autos genutzt werden, um hier kraftstoffsparende oder alternative Technologien einzusetzen.

4.1.3 Haushaltsentscheidungen mit Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt aus der Sicht von Arbeitnehmern

Stark und dauerhaft steigende Energiepreise, d. h. eine Teuerung im energetischen Bereich, die deutlich über der allgemeinen liegt, beeinflusst auch Entscheidungen im Bereich des Arbeitsangebots. Dies betrifft sowohl den Umfang der am Arbeitsmarkt angebotenen Stunden (extensive und intensive Arbeitsangebotsentscheidung) als auch die individuelle Festlegung eines räumlichen Gebiets, das als Arbeitsstätte in Frage kommt („Suchraum“).

Der Lohn eines Erwerbstätigen ist unabhängig vom zurückgelegten Arbeitsweg, lediglich die Höhe der steuerlichen Berücksichtigung in Form der Pendlerpauschale ist von der Entfernung zum Arbeitsplatz abhängig. In einer Familie mit zwei Berufstätigen, deren Arbeitswege und Gehälter sich unterscheiden, können steigende Energiepreise zu folgenden Überlegungen führen:

Da beide Strecken zunehmend Kosten bei konstantem Lohn bedeuten, lohnt sich Arbeit immer weniger, da weniger Geld für andere Konsumgüter zur Verfügung steht. Der Zweitverdiener kann sich – je nach Einkommensklasse und Entfernung zur Arbeit – folglich mit der Situation konfrontiert sehen, dass sich seine Arbeit nicht mehr lohnt (der Nettonutzen der Arbeit sinkt unter den Nutzen der Freizeit/häuslichen Arbeit). In diesem Fall wird er seine Arbeit ggf. ganz aufgeben, oder versuchen, einen näher gelegenen Arbeitsplatz zu finden, d. h. er grenzt seinen Suchraum deutlich ein. War der Zweitverdiener bisher nur halbtags tätig, so wird diese Option umso schneller attraktiv. Denkbar wäre in diesem Fall jedoch auch der umgekehrte Weg: Der Zweitverdiener versucht, aus seiner Teilzeitstelle eine Vollzeitstelle zu machen, damit sich das Fahren wieder lohnt. Dies wird jedoch auch davon abhängen, ob im Haushalt Kinder leben und welches Alter diese haben. Diese Entscheidungen des Umfangs des Arbeitsangebotes

sowie der räumlichen Suche werden im Modell €LAN entsprechend simuliert. In einigen Branchen und Stellungen wäre es weiterhin möglich, verstärkt von zu Hause zu arbeiten. Diese Option kann die Mikrosimulation jedoch aufgrund mangelnder Vergangenheitsdaten zur Kalibrierung nicht realitätsnah abbilden (keine gesonderte Erhebung).

Grundsätzlich wird es umso schwieriger einen näher gelegenen Arbeitsplatz zu finden, je spezifischer jemand qualifiziert ist. Ein Hochschulprofessor wird nur in einer Universitätsstadt arbeiten können und ist daher in seinem Suchraum weniger flexibel als z. B. ein Angestellter im Einzelhandel. Die Anpassungsmöglichkeiten im Suchraum sind daher je nach Qualifikation und Stellung im Beruf sehr verschieden.

Die Modifikationen im zeitlichen Arbeitsangebot sind besonders interessant in Haushalten mit zwei Verdienenden. Diese haben die meisten Optionen, ihre Arbeitsangebotsentscheidungen zu kombinieren. Bei Single-Haushalten ohne schulpflichtige Kinder mit weitem Arbeitsweg ist eher zu erwarten, dass steigende Energiepreise zu einem Umzug führen. Diese Wahrscheinlichkeit steigt darüber hinaus mit dem Qualifikationsniveau, da Stellen für Hoch- und Höchstqualifizierte eher in zentralen Orten existieren (Kapitel III.4.5). So finden sich z. B. Universitäten und Forschungseinrichtungen in der Regel in größeren Städten.

In der Theorie lassen sich zwei alternative Grundsatzannahmen über das Arbeitsangebot treffen. Entweder das Arbeitsangebot stellt eine Entscheidung eines einzelnen Individuums dar, oder es handelt sich um eine Entscheidung des Haushalts, in dem das Arbeitsangebot aller Mitglieder haushaltsoptimal bestimmt wird. Soll die Entscheidung selbst individuell fallen, so ist es auch möglich, in diese Informationen über die anderen Haushaltsmitglieder einfließen zu lassen. Im Fall von mehr als einem Erwerbstätigen muss dann jedoch festgelegt werden, welcher Erwerbstätige zuerst entscheidet. Der zweite trifft seine Entscheidung dann konditional in Abhängigkeit der Entscheidung des Ersten. Auch ist hier ein iterativer Prozess möglich. Im Folgenden wird vom Haushalt als der entscheidenden Einheit ausgegangen.

Die Arbeitsangebotsfunktion ergibt sich aus der Nutzenfunktion des Haushalts. In die Nutzenfunktion gehen potentiell zahlreiche Faktoren ein. Das Arbeitsangebot bestimmt sich aus der Optimierung zwischen Freizeit und Konsum. Konsum wird hierbei durch den Lohn finanziert, gleichzeitig stellt der Lohn die Opportunitätskosten der Freizeit dar. Hieraus ergeben sich die bekannten Einkommens- und Substitutionseffekte bei einer Änderung des (an dieser Stelle exogenen) Lohns.

Im Modell €LAN liegt der Fokus hingegen auf der räumlichen Komponente. Daher wird das Arbeitsangebot in zwei Dimensionen betrachtet:

- Extensive und intensive Arbeitsangebotsentscheidung:
Der Haushalt überlegt, welches Arbeitsangebot (bei exogenem Lohn) seiner Mitglieder den Haushaltsnutzen optimiert. Die Zielfunktion wird derart angepasst, dass die Kosten der Anfahrt zum Arbeitsplatz direkte Berücksichtigung finden. Entscheidende Größe ist somit nicht der Nettolohn, sondern der Nettolohn abzüglich der Kosten, die entstehen, um den Arbeitsplatz zu erreichen
- „Suchraum“:
Wird ein neuer Arbeitsplatz gesucht, so beschränkt sich diese Suche auf ein bestimmtes Areal. Dieses liegt nicht kreisförmig um den Wohnort, sondern ist von Erreichbarkeitsindikatoren abhängig, die das Straßen- und Schienennetz berücksichtigen

Aus diesen Analysen ergibt sich eine veränderte Struktur des Arbeitsangebots in räumlicher Hinsicht, die Berücksichtigung finden muss. Ohne dieses Modul – d. h. mit der impliziten Annahme, dass das Arbeitsangebot in Menge und Raumstruktur konstant bleibt – wird ein wichtiger Anpassungspfad der privaten Haushalte vernachlässigt und die Ergebnisse stark verzerrt.

4.2 Die Bedeutung steigender Energiepreise für die öffentlichen Haushalte

Die Kommunen in Deutschland sehen sich in den vergangenen Jahren einem immer stärkeren Ausgabendruck gegenüber. Dieser ist vor allem auf steigende Kosten im sozialen Bereich zurückzuführen. Neben den privaten Haushalten und Unternehmen sind auch die öffentlichen Haushalte zusätzlich von Energiepreissteigerungen betroffen. „Über 2 Mrd. €Energiekosten entstehen jährlich in kommunalen Liegenschaften. Damit entfallen ca. 2/3 der Gesamtausgaben der öffentlichen Hand für Energie auf die Kommunen. Viele kommunalen Haushalte stecken in einer tiefen Finanzkrise und sind hoch verschuldet. Vielerorts besteht ein Investitionsstau bei der Instandsetzung und Modernisierung von technischen Anlagen in öffentlichen Gebäuden.“ (Deutsche Energie-Agentur 2005)

Die öffentlichen Haushalte werden von den deutlich gestiegenen Preisen auf zweierlei Weise belastet, wobei sich an einigen Punkten zudem deutliche Interdependenzen zwischen öffentlichen und privaten Budgets zeigen:

Direkte Effekte der Energiepreissteigerung

Zunächst sind auch öffentliche Haushalte, hier insbesondere die Kommunen, direkt von gestiegenen Energiepreisen betroffen. Dies betrifft Posten wie die Straßenbeleuchtung, den Schülertransport, das Heizen und Beleuchten von Schulen, Schwimmbädern, öffentlichen Verwaltungsgebäuden und dergleichen. „Rund 2,6 Milliarden Euro müssen für die Strom- und Wärmeversorgung [in den Kommunen] jährlich aufgebracht werden, davon etwa die Hälfte für den Betrieb der allgemeinbildenden Schulen.“ (Deutsche Energie-Agentur o. J.) Hier müssen auch die kommunalen Haushalte auf direktem Weg größere Kosten bewältigen. Auch Rettungswagen, Feuerwehr- und Polizeieinsatzfahrzeuge verursachen durch gestiegene Treibstoffpreise zusätzliche Kosten. In einigen Bereichen können Kommunen ggf. – dies wird nicht für jede Kommune realisierbar sein - Investitionen tätigen, um Teile der Kostensteigerungen abzufangen. Im Bereich der Straßenbeleuchtung haben einige Kommunen investiert und auf Beleuchtungsmittel umgestellt, die deutlich weniger Energie benötigen. Andere haben bereits Sperrstunden eingeführt, so dass die Beleuchtung nicht die ganze Nacht durch aktiv ist. Im Bereich der Schwimmbäder, Bibliotheken und anderen öffentlichen Freizeitangeboten sowie dem ÖPNV lassen sich die Preissteigerungen ggf. auf die Nutzer im Rahmen einer Gebühren- und Beitragserhöhung überwälzen. Dies ist in der Regel jedoch nur partiell zu rechtfertigen. Ein weiterer deutlicher Kostensteigerungseffekt manifestiert sich durch die Übernahme der Heiz- und Wohnkosten im Rahmen der sozialen Sicherung.

Indirekte Effekte der Energiepreissteigerung

Auf der anderen Seite entsteht Druck auf die öffentlichen, und auch hier vor allem kommunalen Budgets durch indirekte Effekte. Führen die projizierten Energiepreissteigerungen mittel- und langfristig zu einer Neuordnung der Wohn- und Unternehmensstandortentscheidungen im Raum, so hat auch dies Auswirkungen auf die kommunalen Budgets. Die Kommunen erzielen ihre Einnahmen über kommunale Steuern wie Grundsteuer, Gewerbesteuer (Realsteuern mit eigenem Hebesatzrecht), über Anteile an den Gemeinschaftssteuern Einkommensteuer und Umsatzsteuer sowie ggf. weitere kommunale Steuern (z. B. Hundesteuer, Zweitwohnsitzsteuer). Darüber hinaus erhalten sie Zuweisungen übergeordneter föderaler Ebenen. Die länderspezifischen kommunalen Finanzausgleiche gleichen zudem die Finanzkraftunterschiede zwischen den Kommunen eines Landes an. In den kommunalen Finanzausgleichen ist die Einwohnerzahl der bedeu-

tendste Faktor. Verliert eine Kommune z. B. deutlich an Bevölkerung durch Umzug in die Nähe oder in zentrale Orte, so erhält diese Kommune im Rahmen der kommunalen Finanzausgleiche weniger Zuweisungen. Auch die Verteilung der Gemeinschaftssteuern ist stark an die Einwohnerzahl gekoppelt. Im Rahmen von Standortverlagerungen von Unternehmen fallen für schrumpfende Kommunen Gewerbesteuererinnahmen aus. Handelt es sich um für die einzelne Kommune größere Unternehmen, so bricht für die Kommune ein bedeutender Teil ihrer Steuergrundlage weg.

Parallel zu einer schrumpfenden Bevölkerung sieht sich die Kommune ggf. manifesten Remanenzkosten gegenüber, da es nicht kurz- bis mittelfristig gelingt, die Menge öffentlicher Güter der Einwohnerzahl anzupassen. Ein Beispiel wären hier im Rahmen der Schule immer kleiner werdende Klassen, schließlich weniger Klassen – das Schulgebäude muss jedoch dennoch, auch für weniger Schüler, in Stand gehalten werden. Wird in zentraleren Kommunen neu gebaut, so entstehen hier neue Grundsteuereinnahmen für die Kommunen. Diese sind jedoch absolut betrachtet sehr gering – und Neubaugebiete verursachen zunächst auch Kosten durch die zusätzlich benötigte Infrastruktur. Entscheiden sich weniger Leute zu arbeiten, weil die Kosten der Anfahrt dazu führen, dass sich Arbeiten schlicht „nicht mehr lohnt“, so fallen auf Seiten der Kommunen zusätzliche Ausgaben im sozialen Bereich an.

Diesen Entwicklungen sind die Kommunen zwar zunächst ausgeliefert, da sie die Tendenzen der Reurbanisierung, Standortentscheidungen und Arbeitsangebotsentscheidungen der privaten Akteure nicht grundsätzlich aufhalten können. Kommunen verfügen jedoch über einige wichtige Handlungsspielräume, in deren Rahmen sie die entsprechenden Prozesse abmildern oder konstruktiv begleiten können, so dass Tendenzen abgeschwächt werden. In diesen Bereich fällt die Setzung der Hebesätze für Grund- und Gewerbesteuer. Niedrigere Hebesätze könnten Privatpersonen und Unternehmen ggf. zum Bleiben bewegen oder Zuzug generieren. Folgt dieser Effekt nicht, bedeutet die Entscheidung jedoch geringere Einnahmen. Für viele Kommunen könnte auch der Ausbau des ÖPNV bzw. insbesondere eine bessere Anbindung an überregionale Schienennetze von Bedeutung sein, um (Fern-)Pendler als Einwohner halten zu können. Regionale Planung und Koordination mit umliegenden Kommunen in den Bereichen Kinderbetreuung und Schule können weitere Anreize setzen, um Familien in der Kommune zu halten oder gar Zuzug zu bewirken. Dies ist jedoch bereits eine Strategie, die eine Kommune nur in Kooperation mit ihrem Umfeld und nicht alleine sinnvoll umsetzen kann.

Um derartige Reaktionen und Strategien der politischen Akteure auf steigende Energiepreise im Projekt zu berücksichtigen, wurde im Projekt €LAN ein Planspiel durchgeführt. Akteure aus Politik und Verwaltung wurden mit Ergebnissen der Szenarien konfrontiert und entwarfen daraufhin Strategien für ihren Zuständigkeitsbereich (siehe Abschnitt IV).

Im Modul „Kommunalfinanzen“ in €LAN werden die kommunalen Haushalte approximativ fortgeschrieben. Der Fokus liegt auf der Einnahmenseite, was vor allem der Datenlage geschuldet ist. Die Veränderungen der Einnahmen aus Einkommensteuer, Umsatzsteuer, Grund- und Gewerbesteuer werden anhand der zugrunde liegenden Faktoren (approximativ) abgebildet. Zudem wird auf der Ausgabenseite die Veränderung der Sozialausgaben projiziert und ein Anteil der Ausgaben mit der projizierten, überproportionalen Teuerungsrate fortgeschrieben.

Auf Grund der Datenlage und der langen Frist der Projektionen wurde in €LAN eine Modellierung der kommunalen Finanzen gewählt, die sich am Status Quo nationaler und internationaler Tragfähigkeitsrechnungen orientiert. Dabei werden Teilkomponenten wie die Gewerbesteuer, die Grundsteuer, die kommunalen Anteile an Umsatz- und Einkommensteuer, sowie Annahmen durch Gebühren, Finanzausgleiche und kommunale Ausgaben größtenteils fortgeschrieben.

III Das integrierte Landnutzungs- und Verkehrsmodell

Dieser Abschnitt widmet sich dem im Rahmen des Projektes €LAN erarbeiteten integrierten Landnutzungs- und Verkehrsmodell, das zur Simulation der Implikationen stark und anhaltend steigender Energiepreise auf unterschiedlich geprägte Teilräume der Untersuchungsregion und für die Abschätzung der Folgewirkungen politisch-planerischer Eingriffe und veränderter Rahmenbedingungen eingesetzt wurde.

Dieser Abschnitt gliedert sich in fünf Kapitel:

- Kapitel III.1 beschreibt die Ziele für den Einsatz des im Rahmen des Projektes aufgebauten Modells und ordnet es in die „Landschaft“ der in der Vergangenheit entwickelten integrierten Landnutzungs- und Verkehrsmodelle bzw. vor dem Hintergrund des aktuellen Forschungsstandes ein
- Der grundsätzliche Aufbau des Modells wird im Kapitel III.2 beschrieben. Hier werden die wichtigsten Datenquellen und deren Integration sowie die Methoden für die Simulation erläutert
- Kapitel III.3 widmet sich der Erläuterung, wie die Hauptagenten des Modells (synthetische Bevölkerung, Haushalte, Firmen, Arbeitsplätze, Gebäude und Gebietskörperschaften) im Basisjahr erzeugt wurden
- Die Prozesse für die dynamische Simulation werden im Kapitel III.4 beschrieben
- In Kapitel III.5 werden die für das Planspiel verwendeten Modellteile genannt

1 Ziele des Modells und Stand der Forschung

Ziel des Modelleinsatzes im €LAN-Projekt

Der Einsatz eines integrierten Landnutzungs- und Verkehrsmodells dient im Rahmen des Projektes dazu, die Folgewirkungen stark und anhaltend steigender Energiepreise auf städtische und ländliche Bereiche der Untersuchungsregion zu simulieren und sichtbar zu machen. Im Fokus stehen dabei die Auswirkungen der Energiepreiserhöhungen auf private Haushalte und Unternehmen sowie deren Anpassungsreaktionen in Bezug auf das Standort- und Mobilitätsverhalten.

Dabei berücksichtigt das Modell Wechselwirkungen und Abhängigkeiten zwischen unterschiedlichen Bereichen und Märkten und erlaubt daher die umfassende Abbildung der Folgewirkungen der Anpassungsreaktionen auf Siedlungsstrukturen, die Infrastrukturausstattung, Arbeitsmärkte und Verkehr. Das Modell ermöglicht zudem eine Abschätzung der Effekte politisch-planerischer Interventionen und Rahmensetzungen. Diese lassen sich somit hinsichtlich ihrer Wirksamkeit, ihrer intendierten und nicht-intendierten Wirkungen auf verschiedene thematische Bereiche, Teilräume und Märkte überprüfen. Damit lässt sich das FLAN-Modell als Hilfsmittel in der weiteren Diskussion über geeignete Anpassungsstrategien an steigende Energiepreise bzw. deren Effekte nutzen.

Integrierte Landnutzungs- und Verkehrsmodelle weltweit

Weltweit kommen integrierte Landnutzungs- und Verkehrsmodelle zur Beantwortung von Forschungsfragen und Fundierung politisch-planerischer Entscheidungsprozesse zum Einsatz. Folgende Modelle sind in mehreren Ländern im Einsatz: UrbanSim (Waddell 2002), ILUTE (Salvini und Miller 2005), DELTA-Modell (Simmonds und Feldman 2007), OREGON2 (Hunt et al. 2010) und PECAS (Hunt und Abraham 2009) sowie MUSSA II/Cube Land (Eliasson 2010; Eliasson und Martinez 2001).

Für Stadtregionen in Deutschland wurden folgende Modelle entwickelt: IRPUD-Modell für die Region Dortmund (Wegener 1998, 2011b), WUMS-Modell für die Region Stuttgart (Treuner et al. 2000), Intermobil Region Dresden Modell (Rümenapp 2005) und ILUMASS-Modell für die Region Dortmund (Beckmann et al. 2007).

Einen Überblick über integrierte Landnutzungs- und Verkehrsmodelle geben unter anderem Simmonds et al. (1999), Wegener (2004), Hunt et al. (2005), Chang (2006) und Pagliara et al. (2010).

Diesen integrierten Landnutzungs- und Verkehrsmodellen ist gemein, dass sie die Wechselwirkungen zwischen Siedlungsentwicklung und Verkehr integriert betrachten: Auf der einen Seite beeinflussen Veränderungen im Verkehrsnetz (wie die Einführung neuer Verkehrsinfrastrukturen) die Attraktivität von nahliegenden Flächen für die Ansiedlung von Bewohnern oder Unternehmen. Investitionen und Entscheidungen, die zur Landnutzungsentwicklung beitragen, werden also von der Bereitstellung von Verkehrsinfrastrukturen erheblich beeinflusst. Auf der anderen Seite ist die Verkehrsnachfrage von Standortentscheidungen von Firmen und Haushalten abhängig. Entscheidungen zur Flächenentwicklung und -nutzung wirken also maßgeblich auf Verkehrsströme und -mengen.

Integrierte Modelle formalisieren diese beschriebenen und theoretisch erkannten gegenseitigen Interdependenzen zwischen Landnutzung und Verkehr mit mathematischen, statistischen und logischen Funktionen. Sie entsprechen also quantitativen Werkzeugen für die Erfassung der Auswirkungen von landnutzungs- und verkehrsbezogenen Maßnahmen und Strategien, ohne dass sie bereits implementiert worden sind (Ex-ante-Evaluation). Modelle sind wichtige Werkzeuge für die Analyse von planerischen Szenarien. Sie bieten Möglichkeiten, politische Eingriffsmöglichkeiten in einem System mit zahlreichen Faktoren und komplexen Interaktionen zu vergleichen und zugleich quantitative Informationen für die Evaluation dieser Maßnahmen zu liefern. Mit Hilfe von Modellen können Folgewirkungen von Maßnahmen im Verkehr und der Landnutzung abgeschätzt werden. Dennoch werden bis zum aktuellen Zeitpunkt integrierte Modelle, welche die obengenannten Interdependenzen abbilden, in Europa in der Praxis der Politikberatung kaum eingesetzt und verbleiben im akademischen Raum.

Integrierte Landnutzungs- und Verkehrsmodelle lassen sich in mehrerlei Hinsicht klassifizieren: Für die Differenzierung von integrierten Modellen verwendet Wegener (2004) Kriterien wie: Umfang, Modellstruktur, theoretische Grundlagen, Modellierungstechniken, Dynamik, Kalibrierung und Validierung. Aufgrund unterschiedlicher Modellstrukturen und Aggregationsniveaus sind die Variablen und die Art und Weise, wie sie innerhalb des Modells verbunden sind, nicht direkt vergleichbar. Nichtsdestotrotz beinhalten die meisten integrierten Modelle die gleichen Komponenten.

Dazu gehören:

- Ein makroanalytisches Modell, um die ökonomischen und demographischen Entwicklungen abzubilden
- Ein Arbeitsmarktmodell, welches entweder die einzelnen erwerbstätigen Personen zu bestimmten Arbeitsplätzen zuordnet oder simuliert, welche ökonomischen Aktivitäten wo in der Region ausgeübt werden
- Ein Landnutzungsmodell, welches die von Firmen und Haushalten entstehende Nachfrage mit dem staatlich koordinierten oder marktwirtschaftlich geregelten Flächenangebot verknüpft und dabei Grundstückspreise definiert
- Ein Verkehrsmodell, welches klassischerweise aus vier aufeinander aufbauenden Submodulen besteht und die Anzahl von Ortsveränderungen, die verwendeten Verkehrsmittel sowie die von den Verkehrsteilnehmern ausgewählten Routen im bestehenden Verkehrsnetz innerhalb des Untersuchungsgebietes bestimmt

Die Historie der Entwicklung von integrierten Landnutzungs- und Verkehrsmodellen reicht bis in die 1950er Jahre zurück, wobei die ersten operativen integrierten Modelle erst in den 1970er Jahren entstanden sind. Die chronologische Entwicklung von Modellen wird üblicherweise in sich teilweise überlappenden Wellen in der Literatur systematisiert (Timmermans 2003; Iacono et al. 2008).

Seit Mitte der 1990er Jahre fokussieren Modellentwickler auf die Abbildung individueller Verhaltensweisen bzw. Verhaltensanpassungen. Disaggregierte Modelle oder Mikrosimulationsmodelle repräsentieren den State-of-the-Art in der Modellentwicklung. Sie zielen darauf ab, die Entscheidungen einzelner Akteure (Personen, Haushalte, Firmen) abzubilden und das Verhalten der ganzen Bevölkerung im Untersuchungsraum zu simulieren (Iacono et al. 2008, S. 10). Hierzu zählen ILUTE, UrbanSim und ILUMASS, die ein mikroskopisches dynamisches Simulationsmodell der städtischen Verkehrsströme in ein umfassendes System einbetten, wobei Veränderungen der Landnutzung und des Gebäudebestandes mitberücksichtigt werden.

Zu den Mikromodellierungsansätzen gehören aktivitätenbasierte Modelle, die zuerst anlässlich der Ölkrisen in den 1970er Jahren entwickelt wurden, wobei das individuelle Verkehrsverhalten mit räumlichen und zeitlichen Einschränkungen abgebildet werden kann. Eine weitere Abzweigung hieraus bildet die Entwicklung von zellenbasierten Modellen. Der konzeptionelle Hintergrund dieser Klasse von Modellen bildet die Cellular Automata und die Komplexitätstheorie, wonach die räumliche Veränderungsdynamik als komplexe Systeme begriffen wird.

Technische und methodische Entwicklungen haben es ermöglicht, die Landnutzungs- und Verkehrsprozesse mit einer viel detaillierteren Auflösung in Modellen abzubilden. Die zunehmende Tendenz, individuelle Verhaltensmuster im Rahmen von integrierten Modellen abzubilden, ist aber nicht frei von Komplikationen. Vielleicht ist der kritischste Punkt die mögliche Schwankung der Werte der Ausgangsvariablen und Indikatoren in Abhängigkeit vom Präzisionsniveau, auf welchem Entscheidungen modelliert werden. Je größer die Anzahl von verfügbaren Alternativen für eine gewisse Anzahl von Entscheidungsträgern, desto höher die stochastische Variation der Modellergebnisse und damit die Instabilität der Reproduzierbarkeit der Ergebnisse bei wiederholten Simulationsdurchgängen wie z. B. bei der Abbildung von individuellen oder haushaltsbezogenen Wohn- oder Arbeitsstandortentscheidungen (Wegener 2011a, S. 166).

Darüber hinaus belegen einige Autoren, dass es seit den 1960er Jahren trotz der erheblichen technischen Entwicklungen kaum Fortschritte bei den vor Jahrzehnten identifizierten konzeptionellen und methodischen Schwächen gegeben hat. Timmermans (2003) kritisiert, dass die theoretische Basis von integrierten Modellen immer noch „schwach“ sei und dass viele Grundlagen aus anderen Anwendungsfeldern einfach ausgeliehen und nicht für die anwendungsspezifischen Probleme entwickelt werden. Den meisten Modellen fehle eine solide Grundlage zur Erklärung von räumlichen Entscheidungsprozessen. Die Nutzung von Logit-Modellen, um konsistente und zeitlich unveränderbare Präferenzen und Wahlen von Haushalten bezüglich einer Vielzahl von Feldern abzubilden, wird als kritisch eingestuft. Zudem sollte das Verhalten für räumliche Entscheidungen kontextabhängig modelliert werden. Das werde nicht durch die Nutzung von Distance-Decay-Funktionen gewährleistet – aber trotzdem sei dieser Ansatz sehr verbreitet. Dieser Kritikpunkt wird auch von Lee Jr., Douglass B. (1973) aufgegriffen, für den die auf Gravitationsansätze basierten Verteilungsmodelle keinen Erklärungsgehalt in feiner räumlicher Auflösung besitzen. Die Annahmen hinter den mathematischen Gleichungen, die das Verhalten im Modell steuern, seien deshalb weiterzuentwickeln.

Bei der Entwicklung des ϵ LAN-Modells wurden die bisherigen Erfahrungen mit integrierten Landnutzungs- und Verkehrsmodellen berücksichtigt. Die aktuellen Ansätze sind im Hinblick auf ein Modell, das individuelle Entscheidungen und deren Folgewirkungen simuliert, weiterentwickelt worden. Damit ist ein Werkzeug entstanden, das gleichermaßen für die Beantwortung komplexer Forschungsfragen sowie zur Abschätzung sozialer und räumlicher Effekte politisch-planerischer Interventionen und Rahmensetzungen eingesetzt werden kann.

2 Modellaufbau

Das ϵ LAN-Modell ist ein mikroskopisches, agentenbasiertes Modell. Für das Basisjahr der Simulation (2010) wird eine synthetische Population von Agenten (Haushalte, Firmen, Gebäude) generiert (Kapitel III.3), unter Verwendung unterschiedlichster Datenquellen.

In Jahresschritten werden dynamische Prozesse und die Entscheidungen dieser Agenten simuliert (Kapitel III.4). Dies geschieht in den Modulen Demographie, Firmographie, Arbeitsmarkt, Wohnungsmarkt, Verkehr, Siedlungsentwicklung und Haushaltsbudgets, die wiederum jeweils aus verschiedenen Teilmodellen bestehen. Für die Teilmodelle werden Parameter aus verschiedenen empirischen Datenquellen generiert.

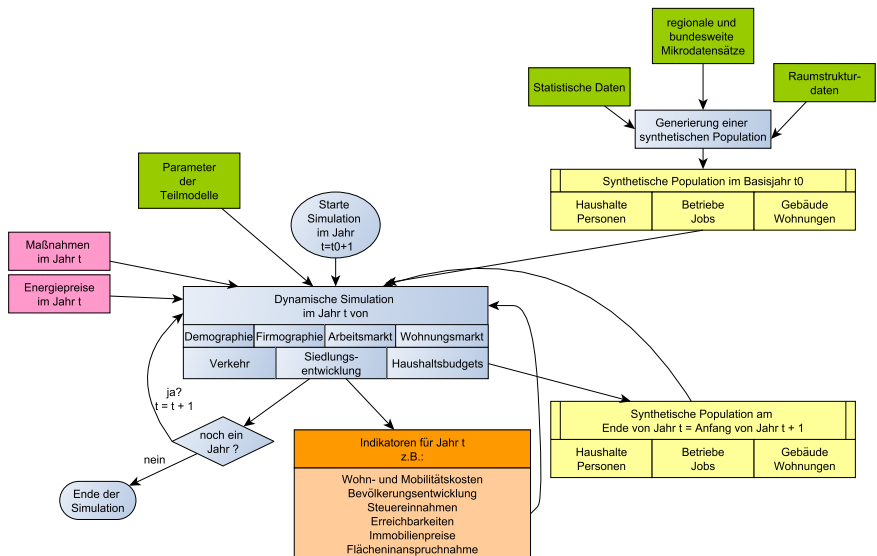
Verschiedene Szenarien der Energiepreisentwicklung und von Maßnahmen z. B. aus den Bereichen Verkehrspolitik, Steuer- und Sozialpolitik oder Raumplanung können im Modell abgebildet werden.

Am Ende jedes Simulationsjahres wird die im Jahresverlauf veränderte synthetische Population abgespeichert. Verschiedene Indikatoren z. B. für einzelne Haushaltstypen, Gemeindetypen oder in Kartenform für einen konkreten Raum können ausgegeben werden. Dabei handelt es sich sowohl um Zustands-Indikatoren (z. B.: Im Jahr 2020 geben die Haushalte im Schnitt X % ihres Nettoeinkommens für Wohnen und Mobilität aus) als auch um dynamische Indikatoren (Zwischen 2010 und 2020 sind X Haushalte aus der Gemeinde A weggezogen und Y Haushalte zugezogen).

Solange nicht das Ende des Simulationszeitraums erreicht ist, wird ein weiteres Jahr simuliert. Hierbei werden die am Ende des Vorjahres gespeicherte synthetische Population mit deren aktualisierten Attributen sowie einige im Vorjahr berechnete Indikatoren, z. B. zu Immobilienpreisen und Erreichbarkeiten, geladen.

Abbildung 9 gibt einen Überblick über das €LAN-Modell. In grün sind dabei Eingangsdaten dargestellt, in blau Simulationsschritte, in gelb die interne Datenbank der synthetischen Population. Rosa sind Eingangsdaten dargestellt, die

Abbildung 9: Überblick über das €LAN-Simulationsmodell

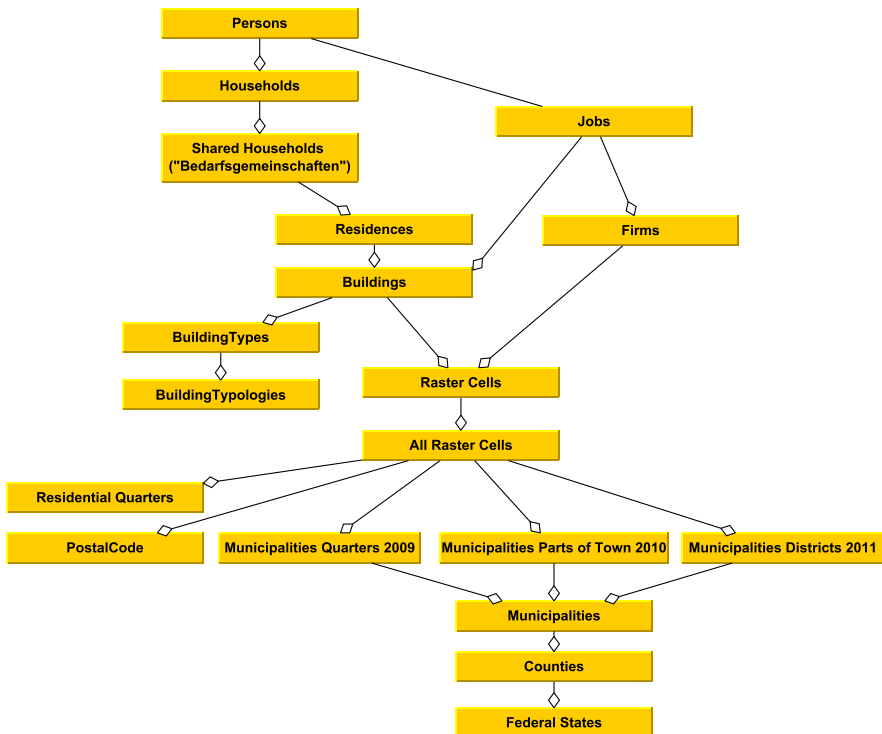


Quelle: Eigene Darstellung

in Abhängigkeit der Szenarien im Zeitverlauf variieren. Orange sind schließlich Modell-Outputs dargestellt.

Abbildung 10 stellt die Datenbank mit den verschiedenen Klassen von Agenten und deren Beziehungen untereinander dar. Insgesamt wurde für das €LAN-Modell eine Vielzahl von Datenquellen verwendet. Diese Datenquellen werden in Kapitel III.2.1 kurz vorgestellt, da in den Beschreibungen der Teilmodelle an vielen Stellen Bezug auf diese Daten genommen wird. In Kapitel III.2.2 wird die Methodik der Monte-Carlo-Simulation vorgestellt, die in vielen der Teilmodelle eingesetzt wird, um mit Hilfe der Datenquellen, Attribute zu generieren und Entscheidungen und Prozesse zu simulieren.

Abbildung 10: Klassendiagramm der Agenten-Klassen im €LAN-Modell



Quelle: Eigene Darstellung

2.1 Verwendete Datenquellen

In das eLAN-Modell sind verschiedene Datenquellen eingeflossen:

Zum einen werden bundesweite Mikrodatsätze aus Haushaltsbefragungen eingesetzt, um Wahrscheinlichkeiten für bestimmte Prozesse und Entscheidungen zu bestimmen. Diese Mikrodatsätze stammen in der Regel aus Haushalts- oder Betriebsbefragungen und umfassen eine begrenzte Stichprobe, dafür aber detaillierte Informationen über jeden Befragten. Eine flächendeckende räumliche Differenzierung ist hingegen nicht möglich.

Beispielsweise liefern Datensätze wie der Mikrozensus für eine Stichprobe detaillierte Informationen darüber, welche Haushaltstypen und Einkommensklassen welche Wohnungstypen bewohnen. Dadurch lässt sich klar ableiten, dass größere und reichere Haushalte in der Regel in größeren Wohnungen wohnen. Informationen, wie groß die Wohnungen in bestimmten Stadtteilen oder Gemeinden sind, liefern die Mikrodaten hingegen nicht.

Zum anderen werden aggregierte, statistische Daten auf unterschiedlichen räumlichen Ebenen verwendet. Hieraus lassen sich räumlich differenziert relativ zuverlässige Kenngrößen ableiten. Allerdings stehen diese Kenngrößen in der Regel isoliert da und lassen sich nicht mit den sachlich detaillierten Daten verknüpfen. So liefert der Zensus Daten zur Wohnungsgrößenverteilung innerhalb einer Gemeinde. Die veröffentlichten, aggregierten Zensus-Daten beinhalten aber keine Informationen darüber, welche Haushaltstypen in welchen Wohnungen wohnen.

Um Strukturen und Prozesse konsistent simulieren zu können, müssen daher oft „sachlich sehr differenzierte Mikrodaten“ mit „räumlich differenzierten Statistiken“ kombiniert werden.

Die Methodik dazu wird im nächsten Unterkapitel erläutert. Zunächst sollen jedoch die wesentlichen verwendeten Datensätze kurz vorgestellt werden.

Mikrodatsätze

Der *Mikrozensus* ist eine jährliche Querschnittsbefragung einer 1 %-Stichprobe der deutschen Bevölkerung. Rund 830.000 Personen in 370.000 Haushalten werden zu verschiedenen sozio-ökonomischen Themen und Merkmalen wie Einkommen, Erwerbstätigkeit oder Haushalts- und Familienstrukturen befragt. Die Teilnahme ist verpflichtend. 2006 gab es vertiefende Fragen zum Thema „Wohnen“.

Das *Sozio-Ökonomische Panel* (SOEP, Wagner et al. (2008)) ist eine seit 1984 laufende Längsschnittbefragung von aktuell rund 12.000 Haushalten mit 25.000 Personen. Jedes Jahr werden die gleichen Haushalte zu verschiedensten Themen aus den Bereichen Demographie, Erwerbstätigkeit, Finanzen, Einstellungen oder Lebenszufriedenheit befragt. Ein konstanter Katalog von Kernfragen wird ergänzt sowie jährlich wechselnde Fragen zu verschiedenen Themen. Querschnitt- und Längsschnittdaten des SOEP wurden mit Hilfe des Programms PanelWhiz (Haisken-DeNew und Hahn 2006) bearbeitet und flossen in die unterschiedlichsten Teilmodule ein.

Die Haushaltsbefragung *Mobilität in Deutschland* (MiD) wurde 2008 bundesweit durchgeführt. Im Untersuchungsgebiet wurde die Stichprobe im Jahr 2008 für das Gebiet des HVVs auf 2.250 befragte Haushalte aufgestockt. Da nach der HVV-Erweiterung in den Kreisen Segeberg, Stade, Harburg und Lüneburg im Jahr 2006 eine Befragung nach dem MiD-Design durchgeführt wurde, wurden diese Kreise im Jahr 2008 nicht in die Aufstockung einbezogen. Vielmehr wurden die Ergebnisse von 2006 und 2008 gepoolt. Das Programm umfasst Fragen zu Haushalts- und Personenmerkmalen sowie eine Stichtagsbefragung zu allen Wegen, die die Haushaltsmitglieder an diesem Stichtag durchgeführt haben. Damit lassen sich relativ zuverlässige Kenngrößen zu Aktivitätenhäufigkeiten, zum Modal Split und zu Wegelängen differenziert nach Personengruppen generieren. Für die Aktivitätenhäufigkeiten wurde aufgrund ihrer großen Stichprobe die bundesweite MiD 2008 ausgewertet. Für die Kalibrierungsgrößen „Modal Split“ und „Wegelängen“ wurden die Kenngrößen aus der HVV-Aufstockung 2006/2008 verwendet.

Von der Firma *infas geodaten* (heute: nexiga) wurde ein Datensatz mit Bevölkerungsstrukturdaten und mit Unternehmensdaten für die gesamte Metropolregion erworben. Diese Daten liegen auf der Ebene von Straßenabschnitten vor und beinhalten Einwohner nach Altersklassen, Haushalte nach Haushaltstypen, Alter des Haushaltsvorstands und durchschnittlicher Kaufkraft sowie Firmen nach Branche und Größenklassen. Die kleinräumigen Haushaltsdaten wurden noch einmal mit den Haushaltszahlen des Zensus abgeglichen und hochgerechnet.

Neben dem Firmenzähler von *infas geodaten* wurden durch die TUHH ca. 1.000 Betriebsstandorte von mittleren und größeren privaten und öffentlichen Betrieben in der Metropolregion aus verschiedenen Quellen nachrecherchiert (telefonisch, mittels Abfragen in Unternehmensdatenbanken, Internetrecherchen). Dies umfasste auch öffentliche Einrichtungen, Schulen, Kitas, Universitäten etc. Einzelhandelsdaten kamen darüber hinaus aus der *Trade Dimensions Handelsdatenbank* (Nielsen 2011).

Daten zu Immobilienpreisen stammen von der Firma *F+B* in Hamburg (Riedel 2011). Sie umfassen ca. 300.000 Datensätze Wohn- und Gewerbeimmobilien, die zwischen 2009 und 2011 zum Kauf oder zur Miete angeboten wurden.

Aggregierte Statistiken

Im *Zensus 2011* wurde eine Vollerhebung der Gebäude und Wohnungen in Deutschland durchgeführt. Zudem wurde eine 10%-Stichprobe der Haushalte zu einer Reihe von sozio-ökonomischen Merkmalen befragt und diese Daten im Abgleich mit den Registerdaten auf die Gesamtbevölkerung hochgerechnet. Ergebnisse wurden bislang aggregiert auf Gemeindeebene, für Hamburg auf Ebene der sieben Stadtbezirke, in Form von Kreuztabellen veröffentlicht.

Aus der *Gemeindestatistik* (Statistik lokal) wurden weitere Informationen zu Einwohnerzahlen, Erwerbstätigkeit, Arbeitslosigkeit etc. für alle Gemeinden des Untersuchungsraums gewonnen.

Die *Hamburger Stadtteilstatistik* liefert für rund 100 Stadtteile Daten zu Einwohnern, Erwerbstätigkeit und Arbeitslosigkeit, Gebäudetypen und Wohnflächen, Pkw-Besitz etc. Diese Daten wurden mit Hilfe der Zensusdaten auf Stadtbezirksebene teilweise auf den Stand 2011 hochgerechnet und aktualisiert.

Kleinräumige *Daten auf Stadtteilebene aus Lübeck, Schwerin und Lüneburg* wurden ebenfalls verwendet, um die Daten innerhalb dieser Gemeinden kleinräumig herunter zu brechen. In Lübeck wird dabei die gröbere Raumeinheit als „Stadtteile“ bezeichnet, während die kleinere Raumeinheit „Stadtbezirke“ genannt wird, während es in Hamburg umgekehrt ist.

Von der *Bundesanstalt für Arbeit* wurden Daten auf Gemeindeebene zu sozialversicherungspflichtig Beschäftigten am Wohn- und Arbeitsort sowie die Pendlerdaten zwischen Gemeinden verwendet.

Geodaten

In das Modell fließen unterschiedlichste Geodaten ein. Die oben beschriebenen verwendeten Sachdaten liegen für unterschiedlichste Raumeinheiten vor:

- Kreise, Ämter, Verwaltungsgemeinschaften und Samtgemeinden, Gemeinden, Stadtbezirke und Stadtteile verschiedener Gebietsstände
- Als Adressen, die in Punktkoordinaten georeferenziert wurden

- Nicht-amtliche Raumeinteilungen wie Wohnquartiere, Straßenabschnitte oder Verkehrszellen
- Postleitzahlbereiche

Diese Raumeinheiten sind nicht miteinander kompatibel. Daher wurde ein einheitliches 1-Hektar-Raster als Grundlage für alle Berechnungen gewählt.

Für jede Rasterzelle wurde ermittelt, in welchen Raumeinheiten ihr jeweiliger Mittelpunkt liegt, so dass eine eindeutige Zuordnung von jeder Rasterzelle zu allen Raumeinheiten möglich ist. Alle Punktdaten wurden ebenfalls einer Rasterzelle zugeordnet, größere flächenhafte Vektordaten „gerastert“. Somit liegt mit dem 1-ha-Raster eine einheitliche Raumstruktur vor, die allen weiteren Berechnungen zugrunde liegt. Das Raster ist im Koordinatensystem Gauss-Krüger 3 projiziert.

Vom Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR) in Dresden wurden Gebäudedaten klassifiziert und auf Ebene dieses 1-ha-Rasters zur Verfügung gestellt mit Angaben zur Gebäudegrundfläche innerhalb der Rasterzelle, dem Gebäudetyp und geschätzten Daten zur Gebäudehöhe und Geschossfläche. Für die Stadt Hamburg konnten 3D-Gebäudedaten des Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung im Level of Detail 1 (Gebäudegrundriss und Gebäudehöhe) genutzt werden, die die Ermittlung der Geschossflächen und Gebäudehöhen zuverlässiger macht, als in den übrigen Kommunen.

2.2 Simulationsmethodik

Das €LAN -Modell ist vor allem als Mikrosimulation einzelner Agenten aufgebaut. Diese Agenten besitzen eine Reihe von Attributen, denen im Basisjahr der Simulation jeweils ein Wert zugewiesen wird. Dann werden diese Attribute in der dynamischen Simulation in Jahresschritten verändert. Wenn neue Agenten der Simulation hinzugefügt werden (z. B. Neugeborene, Zuwanderer, neugegründete Betriebe, neugebaute Gebäude) müssen all deren Attribute ebenfalls auf einen Startwert gesetzt werden.

Zwischengespeicherte Attribute

Neben den „Basisattributen“ eines Agenten werden im Simulationsmodell viele „berechnete Attribute“ verwendet, die aus anderen Attributen des Agenten und dessen „Umgebung“ deterministisch berechnet werden können. Beispielsweise

kann die Haushaltsgröße eines Haushalts durch das „Auszählen“ der Haushaltsmitglieder ermittelt werden. Die einer Person zur Verfügung stehende Pro-Kopf-Miete kann durch die Division der Miete der Wohnung durch die Anzahl der Bewohner der Wohnung berechnet werden. Da viele dieser Attribute in der Simulation häufig benötigt werden, werden sie „gecached“ (zwischen gespeichert). Beim Zugriff auf diese Attribute wird geprüft, ob sich ein für die Berechnung verwendetes Attribut in der Zwischenzeit geändert hat, ob z. B. eine Person aus der Wohnung ausgezogen ist oder die Miete angehoben wurde. Wenn nein, wird der gecachte Wert verwendet, ansonsten wird der Wert neu berechnet.

An dieser Stelle soll die Methodik erläutert werden, wie die Attribute neu zugewiesen und dynamisch verändert werden können.

Für eine Reihe von Agenten werden Attribute aus externen Quellen übernommen. Beispiele sind die Branche oder die Betriebsgrößenklasse eines Betriebs oder Alter und Geschlecht aller Personen eines Haushalts durch Ziehen eines Haushalts aus dem Mikrozensus.

Die meisten Attribute werden jedoch mit stochastischen Methoden zugewiesen. Dabei werden zwei unterschiedliche Arten von Daten verwendet: Zum einen sollen harte Randsummen für ein bestimmtes Gebiet getroffen werden, zum anderen können individuelle Wahrscheinlichkeiten für jeden Agenten, eine bestimmte Attributs-Ausprägung zu besitzen, berücksichtigt werden.

Zufallsziehung ohne Zurücklegen

Wenn für ein Gebiet eine Randsumme vorgegeben ist, dann können die Attribute mittels einer Zufallsziehung „ohne Zurücklegen“ (random sampling without replacement) zugewiesen werden.

Wenn z. B. bekannt ist, dass in einem Gebiet 100 Personen wohnen, von denen 80 erwerbstätig sind, könnte die Erwerbstätigkeit der Personen zugewiesen werden, indem die Namen (oder Nummern) aller 100 Personen in eine Urne gelegt werden und daraus ohne Zurücklegen 80 Zettel gezogen werden. Den gezogenen Personen wird dann die Ausprägung „erwerbstätig“ zugeordnet. Mit dieser Methode wird sichergestellt, dass die vorgegebenen Randsummen exakt getroffen werden.

Monte-Carlo-Sampling mit Zurücklegen

Eine andere Möglichkeit wäre ein sogenanntes „Monte-Carlo-Sampling“ mit Zurücklegen. Der Begriff „Monte-Carlo-Sampling“ leitet sich vom Casino von Monte-Carlo ab, in dem die Roulettekugel mit einer Wahrscheinlichkeit von $18/37$ auf rot, von $18/37$ auf schwarz und von $1/37$ auf Null fällt.

Im letzten Beispiel ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine Person erwerbstätig ist, 80 %. Die Monte-Carlo-Simulation würde so ablaufen, als ob 80 % aller Felder im Roulette-Tisch schwarz für „erwerbstätig“ und 20 % rot für „nicht erwerbstätig“ angemalt würden und dann für jede Person einmal das Rad gedreht würde. Alternativ können die Zahlen 0 bis 9 in eine Urne gelegt werden und für jede Person wird eine Zahl gezogen. Bei den Zahlen 0 bis 7 bekommt die Person das Attribut „erwerbstätig“, bei einer 8 oder 9 das Attribut „nicht erwerbstätig“. Nach jeder Person wird die gezogene Zahl wieder in die Urne zurückgelegt. Somit ist die Ziehungswahrscheinlichkeit (im Gegensatz zur Zufallsziehung „ohne Zurücklegen“) für die nächste Person unabhängig davon, was die Personen davor gezogen haben.

Im Simulationsmodell wird dies so implementiert, dass für jede Person eine Zufallszahl zwischen 0 und 1 gezogen wird. Bei einer Zufallszahl zwischen 0 und 0,8 bekommt die Person die Ausprägung „erwerbstätig“, liegt die Zufallszahl zwischen 0,8 und 1, ist die Person nicht erwerbstätig. Wird dies für 10 Personen durchgeführt, liegt der Erwartungswert für die Anzahl der Erwerbstätigen bei 8.

Das Ergebnis kann aber bei jedem Simulationslauf stark um diesen Wert schwanken. Diesen Effekt, der vor allem bei kleinen Fallzahlen auftritt, nennt man „stochastische Varianz“. Daher muss bei einer stochastischen Simulation ein Simulationslauf auch mehrfach durchgeführt werden, um zu prüfen, ob die relevanten Kenngrößen, die das Modell liefern soll, insgesamt stabil sind. Lässt man diese Simulation für 1 Mio. Personen durchlaufen, liegt der Erwartungswert bei 800.000 Erwerbstätigen. Aufgrund des „Gesetzes der großen Zahl“ ist die Varianz in diesem Fall sehr gering.

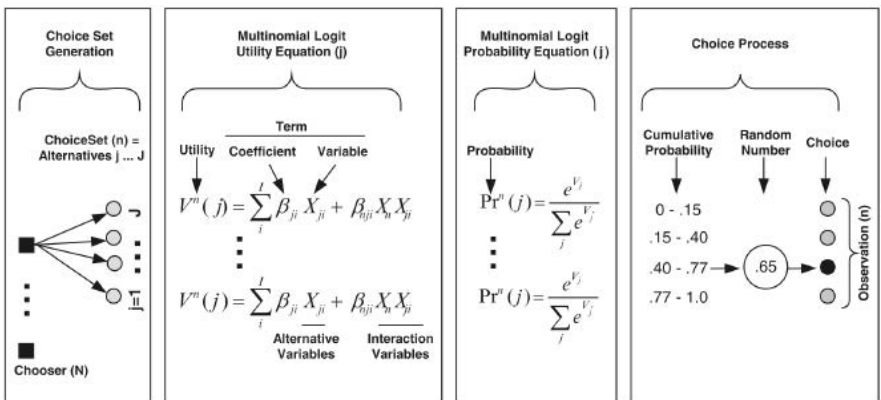
Bei Monte-Carlo-Sampling kann auch für jede Person eine individuelle Wahrscheinlichkeit berücksichtigt werden. Wenn z. B. für Frauen die Erwerbsquoten bei 70 % und für Männer bei 90 % liegt, kann bei jeder Person diese individuelle Wahrscheinlichkeit berücksichtigt werden.

Diese Wahrscheinlichkeiten können z. B. für jede Person unter Berücksichtigung unterschiedlichster Einflussgrößen mit einem Multinomialen Logit Modell be-

rechnet werden. Waddell (2010, S. 169) stellt das Verfahren des Monte-Carlo-Samplings in Abbildung 11 schematisch dar:

In einem ersten Schritt wird für jeden Entscheidungsträger i das Choice Set generiert, also bestimmt, welche Alternativen j die Person überhaupt zur Verfügung hat. Dann wird für jede Alternative j ihr Nutzen V_{ij} für den Entscheidungsträger i berechnet. In einem dritten Schritt werden auf Basis dieser Nutzenfunktionen die Auswahlwahrscheinlichkeit P_{ij} der Alternative j für Entscheidungsträger i berechnet. Im Beispiel in der Abbildung hat die erste Alternative eine Auswahlwahrscheinlichkeit von 15 %, die zweite von 25 %, die dritte von 37 % und die letzte Alternative von 23 %. Diese werden kumulativ aufsummiert, so dass Alternative 1 den Bereich 0 %-15 %, Alternative den Bereich 15 %-40 %, Alternative den Bereich 40 %-77 % und Alternative 4 den Bereich 77 %-100 % bekommt. Im letzten Schritt wird eine Zufallszahl zwischen 0 und 1 gezogen. Im Beispiel in der Abbildung liegt der Wert von 0.65 (also 65 %) im Intervall zwischen 40 % und 77 %. Daher wählt der Entscheidungsträger in der Simulation die Alternative 3.

Abbildung 11: Methodik Monte Carlo Sampling



Quelle: Waddell (2010, S. 169)

So sei z. B. in einem Gebiet mit 100 Personen (50 Männer und 50 Frauen) aus einer Stadtteilstatistik bekannt, dass dort nur 60 Personen erwerbstätig sind; aus einer anderen Statistik leitet sich ab, dass im Allgemeinen für Frauen die Erwerbsquote bei 70 % und für Männer bei 90 % liege. Von den 100 Personen sollen nun genau 60 Erwerbstätige gezogen werden, dabei aber mehr Männer als Frauen gezogen werden. Ohne die Randsumme „60 Erwerbstätige“ würden

ca. 45 Männer und 35 Frauen gezogen. 5 Männer und 15 Frauen wären nicht erwerbstätig.

Die Randsumme sorgt dafür, dass nur insgesamt 60 Personen gezogen werden, also ca. 39 Männer und 21 Frauen. 11 Männer und 29 Frauen sind nicht erwerbstätig. Damit bleibt die Information erhalten, dass Männer eine ca. 30 % höhere Erwerbsquote haben als Frauen und umgekehrt Frauen eine ca. dreimal so hohe Nicht-Erwerbstätigenquote wie Männer, auch wenn durch die Randsumme diese Verhältnisse nicht mehr proportional erreicht werden können.

In einem anderen Gebiet seien von 100 Bewohnern 90 erwerbstätig. In diesem Fall müssten zusätzlich zu den 45 Männern und 35 Frauen, die ohne die Randsummenvorgabe gezogen würden, weitere 10 Personen gezogen werden. Da in dem Gebiet nur 50 Männer wohnen, müssen überproportional viele zusätzliche Frauen als Erwerbstätige gezogen werden. Im Ergebnis wären ca. 48 Männer und 42 Frauen erwerbstätig. Durch die vorgegebene Randsumme kann das Verhältnis der Erwerbsquoten zwischen Männern und Frauen zwar nicht proportional, aber dennoch in seiner Tendenz erhalten bleiben.

Übergangswahrscheinlichkeiten in der dynamischen Simulation

In der dynamischen Simulation verändern sich Attribute eines Agenten in regelmäßigen oder unregelmäßigen Abständen. Viele Prozesse oder Entscheidungen werden mittels Monte-Carlo-Simulation auf der Basis von Übergangswahrscheinlichkeiten zwischen verschiedenen Zuständen simuliert. So besteht eine gewisse Wahrscheinlichkeit, dass eine allein lebende Person in einem Jahr mit einem neuen Partner zusammenzieht und umgekehrt eine gewisse Wahrscheinlichkeit, dass sich ein Paar in einem Simulationsjahr trennt. Diese Übergangswahrscheinlichkeiten werden zunächst für die einzelnen Agenten berechnet und dann die Monte-Carlo-Simulation durchgeführt, bei der einzelne Agenten gezogen werden, die ihren Zustand bzw. ihr Verhalten ändern.

Bestimmte Attribute können jährlich neu per Monte-Carlo-Simulation simuliert werden (z. B. die Verkehrsmittelwahl auf dem Arbeitsweg). Um zu berücksichtigen, dass der Mensch ein „Gewohnheitstier“ ist und sein Verhalten langsam anpasst, kann die Simulation eines solchen Attributs in einem Simulationsjahr nur für einen Teil der Bevölkerung durchgeführt werden. Der Großteil der Bevölkerung trifft in einem Simulationsjahr aus Gewohnheit dieselbe Entscheidung wie im Vorjahr. Für einen kleineren Teil (der z. B. gerade umgezogen ist, seinen Arbeitsort gewechselt hat oder der in „finanziellen Schwierigkeiten steckt“) wird

diese Entscheidung in einem Simulationsjahr jedoch per Monte-Carlo-Simulation neu getroffen.

Bei bestimmten Attributen ist eine Alternative nur möglich, wenn bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind. So muss für den höchsten Bildungsabschluss „Hochschulabschluss“ vorher ein Abitur oder Fachhochschulreife erworben sein. Als Fahrer mit dem Pkw zur Arbeit kann nur fahren, wer einen Führerschein und ein Auto hat. Diese Voraussetzungen werden in der dynamischen Simulation berücksichtigt, in dem das „Choice Set“, also die Menge der verfügbaren Alternativen für einen Agenten, entsprechend eingeschränkt wird.

Regelbasierte, deterministische Simulation

Eine Reihe von Prozessen wird nicht stochastisch, sondern deterministisch auf der Basis von definierten Regeln durchgeführt. So wird angenommen, dass alle Kinder im Alter von sechs Jahren in die Grundschule kommen und diese nach vier Jahren beenden und dann auf eine weiterführende Schule wechseln. Es wurde für die Simulation definiert, dass Erwerbstätige spätestens mit 67 in Rente gehen und als Rentner allenfalls noch bis zum Alter von 75 Jahren ausüben können.

3 Die Ausgangslage im Basisjahr: Synthetische Haushalte, Firmen und Gebäude sowie öffentliche Haushalte

Im ϵ LAN-Modell werden einzelne Haushalte mit den darin lebenden Personen, Betriebe und Arbeitsplätze sowie Gebäude mit Wohnungen und gewerblichen Nutzflächen als Agenten abgebildet.

Hierbei werden aus Gründen des Datenschutzes und der Datenverfügbarkeit keine realen Haushalte und Firmen simuliert, sondern eine „synthetische Population“, die aus Haushalten und Personen mit konsistenten, „realitätsnahen“ Merkmalen besteht, deren aggregierte Eigenschaften auf der Ebene von Stadtteilen, Gemeinden bzw. Bundesländern „möglichst gut die Daten der amtlichen Statistik widerspiegeln“.

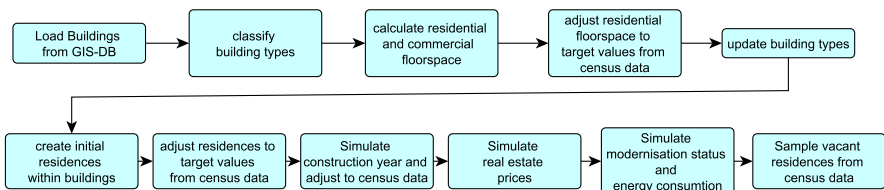
„Realitätsnah“ meint hierbei, dass z. B. synthetische Personen mit hoher Qualifikation eine höhere Wahrscheinlichkeit haben, einen besser bezahlten Arbeitsplatz zu haben, dass der Haushalt ein tendenziell überdurchschnittliches Haushaltseinkommen hat, eher in einer größeren und teureren Wohnung wohnt und mehr Pkw besitzt als ein Haushalt mit weniger qualifizierten und schlechter bezahlten Personen.

„Konform zur amtlichen Statistik“ bedeutet, dass z. B. die Zahl der synthetischen Einwohner nach Altersklassen oder der Anteil der Arbeitslosen und sozialversicherungspflichtig Beschäftigten den Daten des Zensus 2011 auf Gemeinde- bzw. Stadtbezirksebene entspricht, dass die Zahl der Arbeitsplätze nach Branche je Gemeinde zu den Daten der Bundesanstalt für Arbeit passt oder dass die Verteilung von Wohnungsgrößen und der Leerstandsquoten denen des Zensus entspricht.

3.1 Gebäude und Wohnungen

Als erstes wurde für das Modell ein Bestand von Gebäuden und synthetischen Wohnungen generiert. Hierbei wurde wie folgt vorgegangen (Abbildung 12):

Abbildung 12: Schritte zur Generierung und Attributierung der synthetischen Gebäude und Wohnungen



Quelle: Eigene Darstellung

Grundlage zur Generierung der Gebäudedaten waren amtliche Geodaten (AT-KIS-Daten und Hausumringe), die dem Unterauftragnehmer IÖR vorlagen. Für das Gebiet der Freien und Hansestadt Hamburg wurde zusätzlich vom Hamburger Amt für Geoinformation ein 3D-Gebäudedatensatz (Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung 2013, S. 12) zur Verfügung gestellt. Die Daten wurden mit dem SEMENTA-Modell (Meinel 2008) vom IÖR aufbereitet und nach verschiedenen Gebäudetypen klassifiziert.

In diesen Gebäuden wurden dann synthetische Wohnungen generiert. Hierfür wurden zunächst für jeden Gebäudetyp in Abhängigkeit der Gebäudegrundfläche und der Gebäudehöhe Annahmen getroffen, wie viele Etagen des Gebäudes für Wohn- und wie viele für gewerblichen Zwecke genutzt werden und wie viele Wohnungen sich in dem Gebäude befinden. Die so erzeugten initialen Wohnungen wurden mit den Daten des Zensus zu Wohnflächen und Anzahl der Wohnungen abgeglichen.

In Gemeinden oder Stadtteilen, in denen die synthetische Wohnfläche niedriger als nach den Daten des Zensus zu erwarten war, wurden gewerblich genutzte Etagen in Wohngeschosse umgewandelt und ggf. Gebäude schrittweise um eine

Etage aufgestockt, bis die Wohnfläche des Zensus erreicht wurde. In Gemeinden oder Stadtteilen mit einer größeren anfänglichen synthetischen Wohnfläche als im Zensus ausgewiesen, wurden Wohngeschosse in gewerblich genutzte Geschosse umgewandelt.

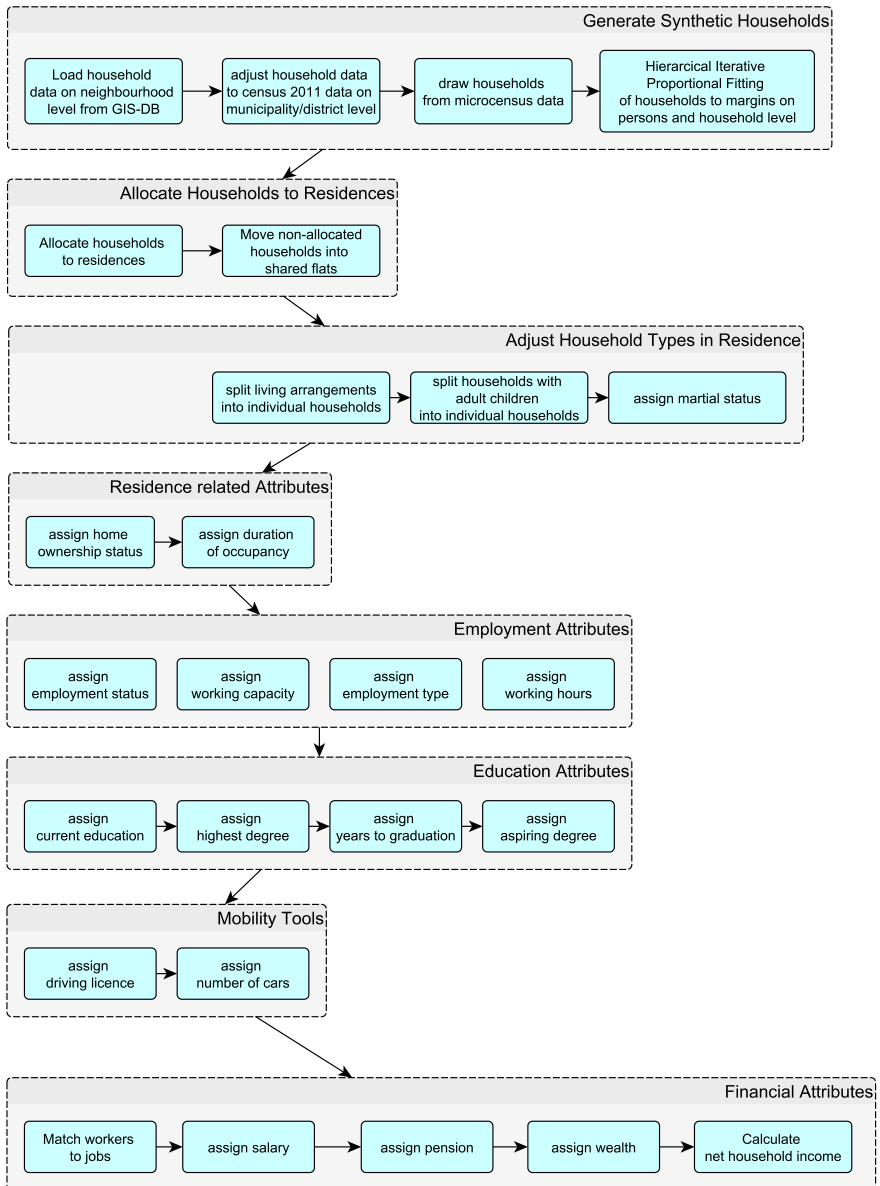
Nach Anpassung der anfänglichen Wohnfläche wurden auch die Zahl der Wohnungen und der Gebäudetyp mit den Zensusdaten abgeglichen. Wenn zu wenige Wohnungen vorhanden waren, wurden Wohnungen aufgeteilt oder Einliegerwohnungen in Einfamilienhäusern eingerichtet. Wenn zu viele synthetische Wohnungen generiert wurden, wurden Wohnungen zusammengelegt. Insbesondere wurden auch Gebäude des Gebäudetyps „kleine Mehrfamilienhäuser in Zeilenbauweise“ umgewandelt in „Reihenhäuser“, wenn zu wenig Wohnungen in Einfamilienhäusern und zu viele in Mehrfamilienhäusern in einem Gebiet generiert worden waren.

3.2 Personen und Haushalte

Für die Generierung der synthetischen Haushalte und die Attributierung von Haushalten und Personen (Abbildung 13) wurde zunächst bestimmt, wie viele Haushalte welchen Haushaltstyps sind und wie viele Personen in jedem der 3.800 Wohnquartiere in der Metropolregion leben. Hierfür wurden Daten von infas geodaten verwendet. Diese kleinräumigen, nicht-amtlichen Daten wurden in einem nächsten Schritt auf die Daten des Zensus 2011 und weiterer Daten der Gemeinde- und Stadtteilstatistik auf Gemeinde-/Stadtteilebene hochgerechnet. Anschließend wurden aus dem Mikrozensus Haushalte und Personen mit dem Verfahren des „hierarchical iterative proportional fitting“ (Müller und Axhausen 2011) gezogen. Jeder Haushalt hat dabei zunächst eine einheitliche Ziehungswahrscheinlichkeit, indem allen Haushalten ein Ziehungsgewicht von 1.0 zugewiesen wird. Wenn z. B. nun in einem Gebiet zu viele alte Einpersonenhaushalte und zu wenig junge Familien gezogen wurden, werden die Ziehungsgewichte für ältere Personen gesenkt und für Familienhaushalte angehoben. Dadurch werden iterativ die Ziehungswahrscheinlichkeiten auf der Haushalts- und Personenebene solange angepasst, bis die Verteilung bestimmter Merkmale auf Haushalts- und Personenebene (Haushaltstyp, Alter, etc.) den gegebenen Randsummen entspricht. Mit diesen Ziehungsgewichten werden dann Haushalte zufällig aus dem Mikrozensus gezogen und als synthetische Haushalte im Wohnquartier verortet.

In einem nächsten Schritt wurden die synthetischen Haushalte auf die synthetischen Wohnungen verteilt. Dabei wurde berücksichtigt, dass größere Haushalte tendenziell eher in größeren Wohnungen leben.

Abbildung 13: Vorgehensweise zur Generierung und Attributierung der synthetischen Haushalte und Personen



Quelle: Eigene Darstellung

Haushalte und Bedarfsgemeinschaften

Ein Haushalt ist im Mikrozensus definiert als eine zusammenlebende, gemeinsam wirtschaftende Einheit. Er kann z. B. aus mehreren Erwachsenen und Kindern bestehen (Eltern, erwachsene Kinder, Großeltern). Dadurch existieren verschiedenste Haushaltstypen. Einige Entscheidungen, die die Siedlungsentwicklung maßgeblich beeinflussen (wie z. B. die Wohnstandortwahl), können sinnvollerweise auf der Ebene der so definierten Haushalte getroffen werden.

Die Berechnung der Einkommenssteuer erfolgt hingegen z. B. für erwachsene Kinder separat. Zudem treffen erwachsene Kinder ihre Wohnstandortwahl in der Regel unabhängig von der der Eltern, wenn sie aus der elterlichen Wohnung ausziehen.

Daher wird in der €LAN-Simulation ein engerer Haushaltsbegriff als im Mikrozensus verwendet. Ein Haushalt kann maximal aus ein bis zwei erwachsenen zusammenlebenden Personen sowie aus minderjährigen Kindern bestehen. Die Anzahl unterschiedlicher Haushaltstypen ist dadurch deutlich reduziert (Einpersonenhaushalte, Zwei-Erwachsenen-Haushalte ohne Kinder, Alleinerziehende, Zwei-Erwachsenen-Haushalte mit Kindern).

Für die Berechnung von Transferleistungen ist es aber entscheidend, welches Einkommen z. B. die Eltern eines erwachsenen Kindes haben. Daher können mehrere Haushalte eine Bedarfsgemeinschaft bilden. Mehrere Bedarfsgemeinschaften können gemeinsam in einer Wohnung in einer Wohngemeinschaft oder in einem Mehrgenerationen-“Haushalt“ leben.

Tabelle 3 zeigt die Anzahl von Wohnungen, Bedarfsgemeinschaften, Haushalten und Personen in der synthetischen Population im Basisjahr.

Tabelle 3: Anzahl der Agenten im Basisjahr

	Bedarfs- gemeinschaften	Personen	Durchschnittliche Bedarfs- gemeinschaften-Größe
Bedarfsgemeinschaften	2691067	5427764	2,0
davon mit 1 Haushalt	2399773		
davon mit 2 Haushalten	219145		
davon mit 3 oder mehr Haushalten	72149		

	Haushalte	Personen	Durchschnittliche Haushalte-Größe
Haushalte	3065872	5427764	1,8
Einpersonen-Haushalte unter 35 Jahre	586077	586077	1,0
Einpersonen-Haushalte ab 35 Jahre	931905	931905	1,0
Zwei-Personen-Haushalte ohne Kind	979818	1959636	2,0
Allernerziehenden-Haushalte	105058	246892	2,4
Zwei-Erwachsenen-Haushalte mit Kind	463014	1703254	3,7

Wohnungen	2736683		
davon leerstehend	243833		
davon bewohnt von 1 Bedarfsgemeinschaft	2352614		
davon bewohnt von 2 oder mehr Bedarfsgemeinschaften	140236		

	Gebäude	Wohnungen	Wohnungen je Gebäude	Wohnfläche je Wohnung
Gebäude	1782367	2736683	1,5	
davon ohne Wohnungen	491601	0	0,0	
mit 1 Wohnung	812391	812391	1,0	113,8
mit 2 Wohnungen	268440	536880	2,0	80,65
mit 3-8 Wohnungen	169699	815425	4,8	78,68
mit 9 oder mehr Wohnungen	40236	571987	14,2	60,52

Quelle: Eigene Darstellung

Weitere Haushalts- und Personenattribute

Den Haushalten und Personen werden Schritt für Schritt weitere Attribute zugewiesen. Zudem sind jeweils die Methodik, mit der die Attribute zugewiesen werden, die verwendeten Datenquellen sowie die wichtigsten Einflussgrößen, die bei der Zuweisung der Attribute verwendet werden, beschrieben. Gleichzeitig wird dargestellt, wie die Attribute in einem Simulationsjahr fortgeschrieben werden und welche Datenquellen für die Modellierung dieser dynamischen Prozesse verwendet wurden.

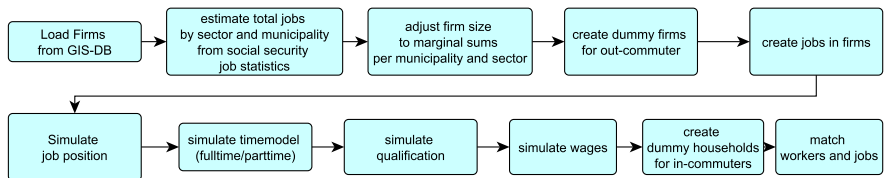
Für eine Reihe von Attributen lagen Daten auf kleinräumiger Ebene vor. So sind z. B. in den amtlichen Gemeinde- und Stadtteilstatistiken die Zahl der Erwerbstätigen und die Zahl der Arbeitslosen ausgewiesen. Ziel war es, diese räumlich differenzierten Randsummen zu treffen und zugleich zu berücksichtigen, dass eine Person mit bestimmten sozio-demographischen Eigenschaften eine höhere

Wahrscheinlichkeit z. B. dafür hat, erwerbstätig zu sein als eine andere Person. In diesen Fällen wurde ein „Random Sampling with Replacement“-Experiment verwendet (Kapitel III.2.2), bei der die Zielgrößen der zu ziehenden Attribute vorgegeben werden und die Wahrscheinlichkeit, dass eine Einzelperson eine bestimmte Attributs-Ausprägung zugewiesen bekommt, von ihren individuellen Wahrscheinlichkeiten beeinflusst wird.

3.3 Firmen und Arbeitsplätze

Zur Generierung der synthetischen Firmen und Arbeitsplätze (Abbildung 14) wurden Daten von infas geodaten sowie händisch recherchierte Daten zu allen größeren öffentlichen und privaten Arbeitgebern in der Region mit den Daten der Bundesanstalt für Arbeit zu den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten am Arbeitsort abgeglichen. Diese werden durch Zuschlagfaktoren für Selbständige, Beamte und geringfügig Beschäftigte (abgeleitet aus dem Mikrozensus) auf die Gesamtzahl von Arbeitsplätzen hochgerechnet.

Abbildung 14: Schritte zur Generierung und Attributierung der synthetischen Betriebe und Arbeitsplätze



Quelle: Eigene Darstellung

Den Firmen und Arbeitsplätzen werden dann weitere Attribute zugewiesen:

- Stellung im Beruf
- Qualifikationsniveau in vier Stufen
- Teilzeit oder Vollzeit
- Gehalt

Hierbei werden im Wesentlichen die Daten des IAB-Betriebshistorienpanels (Gruhl et al. 2012) verwendet.

Aus dem IAB-Betriebshistorienpanel wurden für die einzelnen Branchen die Verteilung der Löhne und Gehälter (umgerechnet für Vollzeitstellen) nach Branche und Stellung im Beruf ausgewertet. Jedem synthetischen Arbeitsplatz wird dann auf Basis dieser Verteilungen ein konkretes Gehalt zugewiesen.

Verteilung von Erwerbstätigen auf Arbeitsplätze

Die synthetischen erwerbstätigen Personen müssen in einem nächsten Schritt im Ausgangsjahr auf die synthetischen Arbeitsplätze verteilt werden. Der Modellierungsraum deckt den größten Teil der Pendlerverflechtungen in diesem Raum ab. Dennoch müssen nach Auswertungen der Pendlermatrix der Bundesanstalt für Arbeit (BA) 52.000 Einpendler in die Metropolregion Hamburg sowie 45.000 Auspendler aus der Region in weiter entfernt gelegene Arbeitsplatzschwerpunkte wie Kiel, Bremen oder Berlin berücksichtigt werden. Ansonsten gäbe es insbesondere am Rande des Untersuchungsraums starke Verzerrungen. Diese Gebiete außerhalb der Metropolregion werden im Verkehrsmodell als externe Verkehrszellen berücksichtigt.

Bei Pendlerströmen auf Relationen über zwei Stunden Fahrzeit mit dem Pkw oder Zug je Richtung wird davon ausgegangen, dass es sich hierbei um reine Wochenendpendler handelt. Bei Entfernungen über eine Stunde mit Pkw oder Bahn wird ein wachsender Anteil Tagespendler angenommen und bei Entfernungen unter einer Stunde wird von 100 % Tagespendlern ausgegangen. In den externen Verkehrszellen werden daher „Dummy-Betriebe“ mit einer entsprechenden Anzahl von „Auspendler-Arbeitsplätzen“ sowie „Dummy-Haushalte“ mit einer entsprechenden Anzahl von Einpendlern generiert und diesen die notwendigen Eigenschaften zugewiesen.

Bei der Generierung der Arbeitsplätze nach Vollzeit/Teilzeit sowie nach Qualifikationsniveau wurde darauf geachtet, dass die Zahl der Arbeitsplätze in der Gesamtregion genau der Zahl der Erwerbstätigen in der Region abzüglich der Auspendler und zuzüglich der Einpendler entspricht.

In einem nächsten Schritt wurde zunächst ein makroskopisches Verkehrsmodell für den Wegezweck „Arbeit“ differenziert nach Pkw-Verfügbarkeit, Vollzeit/Teilzeit und Qualifikationsniveau erstellt. Hierbei wurde ein „harter Randsummenabgleich“ eingesetzt, der dafür sorgt, dass die Zahl der Beschäftigten, die zur Arbeit in eine Verkehrszelle fahren, gleich der Zahl der dort vorhandenen Arbeitsplätze ist. Iterativ wurde die Widerstandsempfindlichkeit für Voll- und Teilzeitbeschäftigte so kalibriert, dass die Wegelängen der Erwerbstätigen aus dem HVV-Raum den Daten der MiD-Ausstockung für den HVV-Raum entsprechen. Die Daten der „synthetischen Pendlermatrix“ auf Verkehrszellenebene wurden zudem validiert mit der Matrix der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten auf Kreisebene. Die synthetische Pendlermatrix wurde dann auf ganze Zahlen gerundet sowie an die Zahl der Erwerbstätigen nach Personengruppen sowie der Zahl der Beschäftigten je Verkehrszelle angeglichen.

Anschließend wurde jedem synthetischen Beschäftigten auf der Basis dieser synthetischen Pendlermatrix eine Verkehrszelle und ein konkreter Arbeitsplatz mit der passenden Qualifikation aus dieser Verkehrszelle zugewiesen. Dabei wurde z. B. sichergestellt, dass die Wahrscheinlichkeit, dass eine wohlhabende 50 Jahre alte Person, die in einem teuren Haus wohnt, mit höherer Wahrscheinlichkeit auch einen gut bezahlten Arbeitsplatz hat als eine 25-Jährige, die in einer günstigen kleinen Wohnung lebt.

3.4 Gebietskörperschaften und öffentliche Finanzen

Als weitere Agenten werden die Gemeinden, Ämter/Samtgemeinden, und Kreise abgebildet. Zum einen werden die Gemeinden einbezogen, um mit Hilfe von Daten aus der amtlichen Statistik und dem Zensus 2011 die Bevölkerungsstruktur im Ausgangsjahr möglichst gut kalibrieren zu können. Zum anderen sollen die Auswirkungen von Entwicklungen und Maßnahmen auch auf die Kommunalfinanzen – insbesondere auf die Steuereinnahmen und Sozialausgaben abgebildet werden. Dazu wurden zunächst für das Jahr 2010 aus der Gemeindesteuerstatistik Daten zu Kommunalfinanzen aufbereitet.

4 Dynamische Simulation

Die dynamische Simulation erfolgt in Jahresscheiben. Hierbei wird zunächst die zuvor berechnete synthetische Population für das Basisjahr geladen. Dann laufen während eines Simulationsjahres nacheinander die Module Demographie, Firmographie, Arbeitsmarkt, Wohnungsmarkt, Verkehr, Siedlungsentwicklung sowie Haushaltsbudgets. Zudem werden verschiedene Indikatoren berechnet und in einer Datenbank bzw. als Karten abgespeichert. Die Module werden in Abbildung 15 näher mit den darin enthaltenen Teilmodellen vorgestellt.

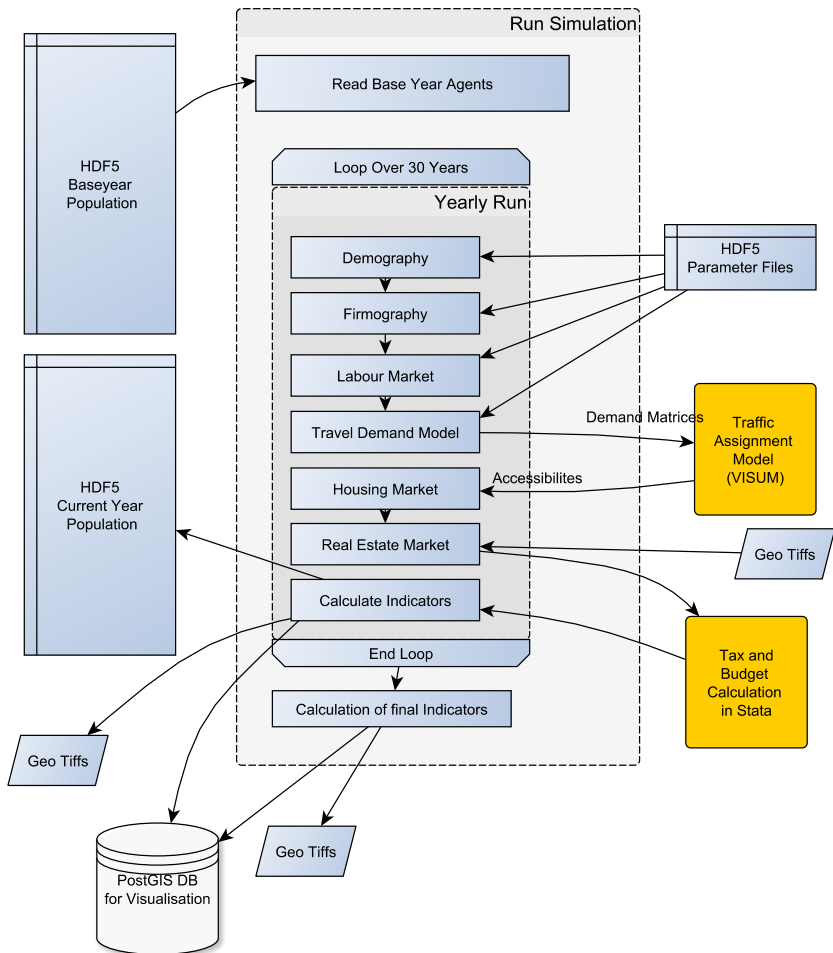
4.1 Verkehr und Erreichbarkeiten

Im Verkehrsmodell wird die werktägliche Verkehrsnachfrage des Personenverkehrs berechnet und auf das Verkehrsnetzmodell umgelegt, um Netzbelastungen zu ermitteln. Das Verkehrsmodell wird im €LAN-Projekt für drei wesentliche Einsatzzwecke eingesetzt:

- Das Verkehrsmodell berechnet, welche Distanzen mit welchen Verkehrsmitteln die synthetischen Personen an welchem Standort zurücklegen und welche Mobilitätskosten sie daher zu tragen haben

- Aus dem Verkehrsmodell werden Erreichbarkeitsindikatoren abgeleitet, die in den Teilmodellen zum Wohnungsmarkt, zum Arbeitsmarkt, bei der Partnersuche etc. zum Einsatz kommen
- Die Wirkungen von Energiepreisänderungen und von verkehrlichen Maßnahmen auf die Netzbelastungen werden abgeschätzt

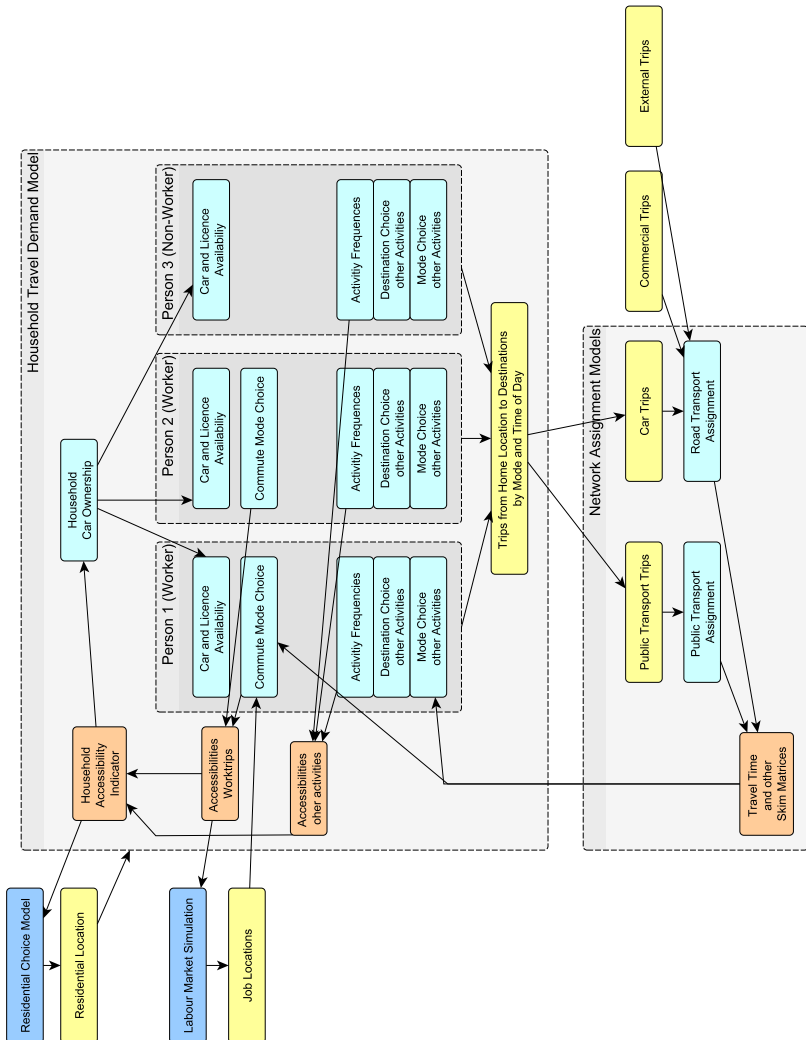
Abbildung 15: Überblick über die dynamische Simulation



Quelle: Eigene Darstellung

Die Nachfrage wird in einem Nachfragemodell für langfristige Mobilitätsentscheidungen (Berufsverkehr, Pkw-Besitz) sowie in einem Nachfragemodell für sonstige Aktivitäten simuliert (Abbildung 16). Die Netzmodelle liefern wiederum Reisezeiten und andere Kenngrößen der Raumüberwindung, die im Nachfragemodell verwendet werden.

Abbildung 16: Nachfrageberechnung, Umlegung und Erreichbarkeiten im Verkehrsmodell



Quelle: Eigene Darstellung

4.1.1 Netze und Reisezeiten, Verkehrszellen

Für die Berechnung der Raumwiderstände (z. B. Reisezeiten, Umsteigehäufigkeiten) werden Netzdaten des ÖV und das Straßennetz verwendet. Das ÖV-Netz wurde von der Hamburger Hochbahn AG zur Verfügung gestellt. Der verwendete Fahrplan stammt aus dem ersten Halbjahr 2010 und wurde auf den durchschnittlichen Werktag angepasst.

Für die Modellierung des Straßennetzes wurden die Daten von OpenStreetMap mit dem Netzstand 2009/2010 aufbereitet und mit Kapazitäten und zulässigen sowie Durchschnittsgeschwindigkeiten für den IV attribuiert.

Das Verkehrsmodell arbeitet mit über 1.000 Verkehrszellen. Die Stadt Hamburg ist dabei sehr kleinteilig in Verkehrszellen gegliedert. Größere Kommunen in der Region sind in mehrere Verkehrszellen unterteilt. Bei kleineren Kommunen bilden die Gemeinden, teilweise auch die Ämter oder Verwaltungsgemeinschaften die Verkehrszellen. Hinzu kommen einige Verkehrszellen außerhalb der Metropolregion, um die ein- und ausfahrenden Verkehre abbilden zu können.

4.1.2 Pkw-Besitz und Führerschein

Pkw- und Führerscheinbesitz beeinflussen maßgeblich das Verkehrsverhalten und die Mobilitätskosten. Diese setzen sich aus den Fixkosten der Pkw-Haltung sowie den variablen Kosten für die Pkw-Nutzung sowie den Kosten für die ÖPNV-Nutzung zusammen. Zudem beeinflusst die Pkw-Verfügbarkeit die Erreichbarkeiten und damit z. B. den Suchraum bei der Wohnungs- und Arbeitsplatzsuche und das Standortwahlverhalten.

Für das Basisjahr wurde jeder Person in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht und Einkommen zugewiesen, ob sie einen Führerschein besitzt. Zudem wurde die Wahrscheinlichkeit für jeden Haushalt, 0, 1, 2 oder mehr Pkw zu besitzen ermittelt und mittels Monte-Carlo-Simulation eine Anzahl von Pkw zugewiesen. Hierbei spielten Haushaltstyp, Anzahl Führerscheininhaber, Einkommen sowie die Erreichbarkeiten von Zielen ohne Pkw eine wichtige Rolle.

In der dynamischen Simulation wird am Beginn eines Jahres simuliert, welche Personen einen Führerschein erwerben bzw. welche Personen ihren Führerschein abgeben. Zudem entscheidet ein Teil der synthetischen Haushalte in jeder Simulationsperiode neu, wie viele Pkw sie besitzen sollen. Dies gilt insbesondere für Haushalte, die gerade umgezogen sind, die ein Kind bekommen haben, den Arbeitsplatz gewechselt haben oder die aufgrund eines geringen Mobilitätsbudgets

ihren Pkw-Besitz „überdenken müssen“. Bei der Berechnung der Wahrscheinlichkeit für den Pkw-Besitz fließt auch ein, wie gut die Beschäftigten im Haushalt ihre Arbeitsplätze auch ohne Pkw erreichen können.

Die Größe, Marke oder Antriebsart der Pkw wird im €LAN-Modell nicht simuliert, auch wenn diese maßgeblich die Mobilitätskosten beeinflussen. Dies wäre eine mögliche wichtige Erweiterung des Modells in Zukunft.

4.1.3 Mikroskopische Simulation des Berufsverkehrs

Der Berufsverkehr wird im €LAN-Modell während der dynamischen Simulation als mikroskopisches Nachfragemodell abgebildet. Die Wahl des Arbeitsplatzes erfolgt im Arbeitsmarktmodul, das explizit die „Konkurrenz“ der Arbeitnehmer um Arbeitsplätze bzw. von Firmen um Bewerber unter Berücksichtigung der angebotenen Einkommen und der Pendelkosten abbilden kann. Diesen Arbeitsplatz behält der Beschäftigte in der Regel über mehrere Jahre bei, so dass die Zielwahl im Berufsverkehr relativ unelastisch ist. Bei gegebenem Wohnort und Arbeitsort wird für jeden Beschäftigten die Wahrscheinlichkeit für die Verkehrsmittelwahl geschätzt und mittels Monte-Carlo-Simulation ein regelmäßig genutztes Verkehrsmittel zugewiesen. Hierbei wird die Pkw-Verfügbarkeit im Haushalt berücksichtigt, so dass z. B. bei zwei Beschäftigten und nur einem Pkw im Haushalt maximal ein Beschäftigter den Pkw für den Arbeitsweg nutzen kann. Zudem wird für jeden Beschäftigten simuliert, wie viele Tage pro Woche er am Betriebsstandort arbeitet und wie viele Tage er ggf. auch Telearbeit von zu Hause aus betreibt. Auf dieser Basis werden die monatlichen Pendelkosten ermittelt.

Aus den mikroskopischen „Arbeitswegen“ der einzelnen synthetischen Personen werden dann Matrizen „Wohnen-Arbeiten“ nach Verkehrsmittel generiert, welche die durchschnittliche Zahl der Pendler mit den einzelnen Verkehrsmitteln an einem Normal-Werktag zwischen den Verkehrszellen abbilden. Diese Matrizen können anschließend zusammen mit den Nachfragematrizen der anderen Wegezwecke auf das Verkehrsnetz umgelegt werden.

4.1.4 Makroskopische Simulation anderer Wegezwecke

Alle anderen Wegezwecke außer dem Arbeitsweg werden mittels eines makroskopischen Modells simuliert. Hierzu werden die synthetischen Personen in Personengruppen anhand ihrer Haupttätigkeit und der Pkw- und Führerscheinverfügbarkeit sowie anhand von fünf Einkommensklassen eingeteilt. Insgesamt werden 120 homogene Personengruppen abgebildet.

Das Modell bildet keine Wegeketten ab sondern nur die Wege zu den Hauptaktivitäten. So wird ein Einkaufsweg auf dem Rückweg von der Arbeit nicht mit simuliert. Für jede Personengruppe wurde die Anzahl der Touren (Wegekette, die zu Hause beginnt und später endet) aus der MiD geschätzt und der jeweiligen Hauptaktivität zugeordnet. Für jede Personengruppe und relevante Aktivität wird das Quelleverkehraufkommen je Verkehrszelle berechnet. Die Ziel- und Verkehrsmittelwahl wird dann für zusammengefasste Personengruppen berechnet, die nur noch nach Pkw-Verfügbarkeit und Einkommen differenziert sind.

Dabei wird simultan die Wahrscheinlichkeit, dass Gruppe g vom Wohnort i aus das Ziel j mit Verkehrsmittel m für die Aktivität a wählt, berechnet. In die Zielwahlentscheidung fließen dabei das Zielpotenzial Z_j , und die Widerstandsempfindlichkeit der Aktivität a ein. In die Verkehrsmittelwahl fließen Reisezeiten, Reisekosten, Umsteigehäufigkeiten, Wartezeiten, Parksuchzeiten sowie eine personengruppenspezifische Konstante für das Verkehrsmittel m mit ein.

Im Ergebnis liegen Matrizen mit der Zahl der täglichen Hauptwege von i nach j mit Verkehrsmittel m vor. Zudem werden die mittleren monatlichen Mobilitätskosten für die Durchführung der Hauptaktivitäten ermittelt.

4.1.5 Erreichbarkeiten

Es gibt eine Vielzahl von Möglichkeiten, Erreichbarkeiten zu messen (Geurs und Ritsema Eck 2001). Im €LAN -Projekt werden Erreichbarkeitsindikatoren in mehrere Teilmodelle eingebunden:

- Suchraum für den Arbeitsmarkt
- Erreichbarkeit eines angebotenen Arbeitsplatzes für den Bewerber
- Suchraum im Partnersuchmodell
- Suchraum im Wohnstandortwahlmodell
- Erreichbarkeit der angebotenen Wohnung für einen wohnungssuchenden Haushalt
- Erreichbarkeit des Arbeitsplatzes der Haushaltsmitglieder sowie anderer Aktivitäten ohne Pkw für die Entscheidung, wie viele Pkw ein Haushalt anschafft

Dabei sollten die Indikatoren möglichst energiepreis- und maßnahmensensitiv sein:

- Verschlechterung der Erreichbarkeiten durch steigende Energiepreise

- Verbesserung der Erreichbarkeiten durch Optimierungen bei verschiedenen Verkehrsmitteln (ÖPNV, MIV, Rad- und Fußverkehr)
- Erreichbarkeiten unter Berücksichtigung der Verkehrsmittelverfügbarkeit von Personen und Haushalten
- Individuelle Erreichbarkeiten auf Personenebene (Arbeitsplätze der Beschäftigten)
- Aggregation auf die Haushaltsebene (z. B. im Wohnstandortwahlmodell)

Diese Anforderungen führten dazu, dass keine einfachen, schnell verständlichen Indikatoren gewählt wurden. Stattdessen werden nutzenbasierte Erreichbarkeitsindikatoren aus dem Verkehrsmodell abgeleitet.

Ein nutzenbasierter Indikator wird als sogenannter Logsum eines Multinomialen Logit-Modells berechnet und ist mathematisch der Logarithmus des Nenners des MNL-Modells.

Der Logsum des Verkehrsmittelwahlmodells stellt z. B. die Erreichbarkeit eines einzelnen Ziels j mit allen für die Person g verfügbaren Verkehrsmitteln dar. Sie wird umso höher, je kürzer die Reisezeiten zu einem Ziel j werden oder je geringer die Mobilitätskosten werden, je höher die Zahlungsfähigkeit für Mobilitätskosten der Person g ist und je mehr Verkehrsmittelalternativen eine Person zur Verfügung hat. Dabei führen aber nur Veränderungen bei Verkehrsmitteln, die die Person g mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit über nutzen könnte, zu relevanten Veränderungen der Erreichbarkeit. Auf einer Relation, auf der man z. B. mit dem Auto 30 Minuten und mit dem ÖPNV drei Stunden unterwegs ist, verbessert sich der Logsum-Indikator so gut wie nicht, wenn die Reisezeit im ÖPNV auf 2,5 Stunden gesenkt wird, da er auch dann nicht genutzt werden würde. Auf einer anderen Relation, auf der man mit dem ÖPNV heute 50 Minuten braucht, verbessert sich die Erreichbarkeit jedoch stark, wenn die Reisezeit um 30 Minuten auf 20 Minuten gesenkt werden würde. In diesem Fall wird der ÖPNV gegenüber dem Pkw konkurrenzfähig.

Der Logsum eines Zielwahlmodells ist ein Maß für die Erreichbarkeit von mehreren alternativen Zielen und damit für die Standortqualität eines Standorts i . Sie steigt an, wenn entweder neue Ziele hinzukommen, Ziele attraktiver werden, so dass ihr Zielpotenzial steigt, oder wenn vorhandene Ziele durch eine Verbesserung der Verkehrsverbindungen oder durch günstigere Mobilitätskosten besser erreichbar werden.

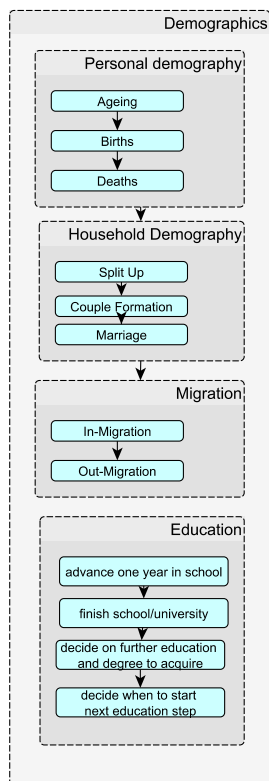
Die Erreichbarkeitsindikatoren werden zunächst auf Personenebene berechnet. Für das Wohnstandortwahlmodell werden die Erreichbarkeitsindikatoren zusätzlich auf Haushaltsebene aggregiert. Dafür werden zunächst für alle Haushaltsmitglieder die individuellen Erreichbarkeiten ihres Arbeitsplatzes sowie anderer Aktivitäten, die für die Personen relevant sind, berechnet. So ist für ein Kind z. B. die Erreichbarkeit von Schulen relevant, während dies für einen Rentner nicht einfließt. Dabei wird die Pkw- und Führerscheinverfügbarkeit der Person berücksichtigt, so dass für eine Person in einem Haushalt ohne Pkw nur die Erreichbarkeit zu Fuß, mit dem ÖPNV oder Fahrrad relevant ist.

Um die Erreichbarkeiten eines Wohnstandorts für den ganzen Haushalt zu bewerten, werden die individuellen Erreichbarkeiten der Haushaltsmitglieder schließlich zu einem Haushalts-Erreichbarkeitsindikator aufaddiert. Beispiele hierfür finden sich im Kapitel III.4.5 Wohnungs- und Immobilienmarkt.

4.2 Demographie

Das Modul Demographie bildet die demographischen Entwicklungen auf der Personen- und Haushaltsebene ab (Abbildung 17). Auf der Personenebene werden Alterung, Geburten und Sterbefälle sowie die Ausbildungsbiographie simuliert. Auf der Haushaltsebene werden Haushaltsneugründungen, Auszüge von Kindern und Partnern aus einem Haushalt, die Partnerwahl und Eheschließungen sowie die Zu- und Fortwanderung von und nach außerhalb der Untersuchungsregion simuliert.

Abbildung 17: Teilmodelle im Modul Demographie



Quelle: Eigene Darstellung

4.2.1 Altern, Geburten und Sterbefälle

Zu Beginn einer Simulationsperiode werden alle Personen ein Jahr älter. Zudem gewinnen erwerbstätige Personen ein Jahr Berufserfahrung, für Langzeitarbeitslose verlängert sich die Dauer der Arbeitslosigkeit.

Für alle Frauen zwischen 15 und 45 Jahren wird auf der Basis der Fertilitätsziffern die Wahrscheinlichkeit berechnet, dass sie im Simulationsjahr ein Kind bekommen. Dabei werden die Fertilitätsziffern je nach Gemeinde an die 12. Koordinierte Bevölkerungsprognose angepasst. So können bestimmte Gemeinden eine höhere Geburtenziffer (z. B. je 30-jähriger Frau) aufweisen.

Die Gesamtzahl der Frauen je Altersklasse und Gemeinde, die im Simulationsjahr schwanger werden, wird mit diesen Wahrscheinlichkeiten vorberechnet und dann aus allen Frauen dieser Altersklasse eine entsprechende Anzahl Mütter per „sampling without replacement“ gezogen. In diese Haushalte wird ein Kind hinzugefügt. Mehrlingsschwangerschaften und mehrere Geburten pro Jahr werden dementsprechend nicht berücksichtigt.

Bei den Sterbefällen wird auf der Basis von Sterbetafeln die Zahl der Personen je Altersklasse und Geschlecht ermittelt, die in einer Simulationsperiode sterben werden. Aus jeder Altersklasse werden dann, wie bei den Geburten, eine entsprechende Anzahl Personen gezogen, die im Simulationsjahr sterben. Sie werden aus dem Haushalt entfernt. Wenn nicht noch ein anderer Haushalt in der Wohnung lebt, wird die Wohnung frei. Bei Einpersonenhaushalten wird der Haushalt aufgelöst. Das Vermögen der Verstorbenen geht auf die anderen Haushaltsmitglieder über. Bei Alleinlebenden geht das Vermögen der Person in einen regionalen „Topf“ ein, aus dem dann zufällig ausgewählte andere Haushalte in der Region „erben“.

4.2.2 Außenzuzüge und Außenfortzüge

Die Außenwanderung wird im Simulationsmodell vorgegeben. Dabei sind alle Wanderungen von Haushalten über die Grenzen der Untersuchungsregion hinaus gemeint. Auf Basis der Fortschreibung der Wanderungsdaten der Vergangenheit (Matthes 2014) wurde für das LAN-Szenario 2015 eine Fortschreibung der Außenwanderung im Jahr 2010 von 135.000 zuwandernden Personen und 115.000 abwandernden Personen pro Jahr durchgeführt (Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (Statistik Nord) 2014), also einem Außenwanderungssaldo von + 20.000. Dieses entspricht in etwa auch der langjährigen Entwicklung zwischen 2000 und 2007.

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Haushalt zu- oder abwandert, unterscheidet sich deutlich nach Altersklassen und Haushaltstypen. Hierfür wurden Wanderungsdaten des SOEP mit einer Wanderungsentfernung über 100 km als „Fernwanderer“ definiert.

Von allen Haushalten werden auf der Basis dieser Wahrscheinlichkeiten Haushalte ausgewählt, die im Simulationsjahr die Region verlassen. Ihre Wohnung wird dann frei.

Bei der Zuwanderung wird zunächst die Zahl der insgesamt zuwandernden Haushalte nach Haushaltstypen ermittelt. Dann werden nach den Haushaltstypen bestehende Haushalte in der Region mit ihren Eigenschaften „geklont“. Die Haushalte werden aufgeteilt in „arbeitsbedingte Zuwanderer“ und „Zuwanderer aus sonstigen Gründen“. Bei den arbeitsbedingten Zuwanderern wird zunächst ein Arbeitsplatz gesucht. Dann suchen diese Haushalte im Umfeld des Arbeitsplatzes eine Wohnung. Den Zuwanderern aus sonstigen Gründen wird ein Suchraum zugewiesen. Dabei wird jedem Haushalt ein „Ziel-Wohnquartier“ zugewiesen, in dessen Umfeld er eine Wohnung sucht. Dieses Ziel-Quartier wird anhand der Verteilung der Außen-Zuwanderungen aus der Wanderungsstatistik ausgesucht. Die Zuwanderer ziehen dabei überproportional zunächst in zentral gelegene Stadtteile.

4.2.3 Haushaltsausgründungen, Partnersuche und Zusammenziehen

Im Simulationsmodell können mehrere Haushalte in einer Wohnung leben. Da ein sehr enger Haushaltsbegriff gewählt wurde, können auch mehrere Haushalte eine „Bedarfsgemeinschaft“ bilden. Bei einer Haushaltsausgründung verlässt ein Haushaltsmitglied (Kind oder Partner) den Haushalt und bildet einen neuen Haushalt. So gründen automatisch alle über 18-Jährigen, die ihre Schulausbildung abgeschlossen haben, einen eigenen Haushalt. Paare können sich im Laufe eines Simulationsjahres trennen. Die Trennungswahrscheinlichkeit wurde aus dem SOEP ermittelt und ist bei älteren Paaren und bei verheirateten Ehepaaren geringer als bei jüngeren Paaren ohne Trauschein.

In der Simulation zieht der ausgegründete Haushalt aber nicht (gleich) aus der Wohnung aus, sondern verbleibt zunächst in der gemeinsamen Wohnung. Erwachsene Kinder bleiben mit den Eltern wohnen und bilden eine Bedarfsgemeinschaft. Die Entscheidung, nach einer Haushaltsausgründung aus der gemeinsamen Wohnung auszuziehen, wird in einem nächsten Simulationsschritt getroffen (Kapitel III.4.5 Wohnungs- und Immobilienmarkt). Sie ist bei getrennten Paaren

sehr hoch. Bei erwachsenen Kindern steigt sie, wenn diese eine neue Ausbildung oder eine neue Arbeit angenommen haben. Zudem ist sie höher, wenn nur eine geringe Wohnfläche pro Kopf zur Verfügung steht oder wenn die Pro-Kopf-Wohnkosten in Relation zum Einkommen sehr hoch sind.

Für alleinstehende Personen wird in Abhängigkeit ihres Alters eine Wahrscheinlichkeit berechnet, dass sie im Simulationsjahr einen neuen Partner suchen. Personen, die einen Partner suchen, wählen dann pro Simulationsperiode bis zu zehn andere partnersuchende Personen – in der Regel des anderen Geschlechts – aus, die als potenzielle Partner in Frage kommen. Die potenziellen Partner werden dabei in einem räumlich begrenzten Raum gesucht. Je geringer der Altersunterschied und je geringer der Unterschied im Bildungsgrad, desto höher die Erfolgchance, dass sich zwei Personen in diesem simulierten Partnersuchprozess finden.

Für alle Paare, die sich so gefunden haben, wird abgeglichen, welcher Partner die größte Wohnfläche bietet. Der Partner aus der kleineren Wohnung zieht dann in die größere Wohnung ein und seine alte Wohnung wird frei.

Unverheiratete Partner, die zusammen leben, heiraten dann mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit. Diese ist abhängig davon, ob Kinder im Haushalt leben und vom Alter der Partner. Empirische Grundlage hierfür sind die Längsschnittdaten des SOEP.

4.2.4 Bildung und Qualifikation

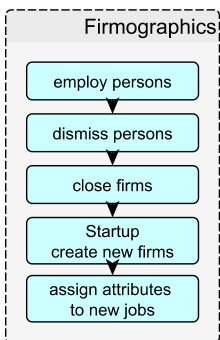
Für den Arbeitsmarkt ist die Qualifikation der Beschäftigten von entscheidender Bedeutung. Daher wird auch die Ausbildung der synthetischen Personen simuliert. Kinder gehen mit sechs Jahren in die Grundschule. Mit zehn Jahren kommen sie auf eine weiterführende Schule. Hier wird für jedes Kind eine Wahrscheinlichkeit berechnet, welchen Schulabschluss es macht (kein Schulabschluss, Hauptschulabschluss, Realschulabschluss, Abitur) und wie lange der Schüler bis zum Abschluss (bzw. Nicht-Abschluss) zur Schule geht. Nach dieser Dauer des Schulbesuchs bekommt der Schüler einen entsprechenden Abschluss. In einem nächsten Schritt wird entschieden, ob der Schüler ein Studium aufnimmt (Voraussetzung: Abitur) oder eine Berufsausbildung aufnimmt und ggf. danach noch eine Meister-/Techniker-Ausbildung bzw. ein Studium macht. Mit Abschluss jedes Ausbildungsabschnitts steigt das Qualifikationsniveau.

Die Wahrscheinlichkeit für die Aufnahme einer höheren Ausbildung steigt dabei mit dem Bildungsgrad der Eltern und dem Haushaltseinkommen. Empirische Grundlage hierfür sind die Längsschnittdaten des SOEP.

4.3 Firmographie

Das Modul Firmographie beschreibt den gesamten Lebenszyklus von Unternehmen. Ähnlich wie die Bevölkerung unterliegen auch die Betriebe einer Region einem kontinuierlichen Wandel. Im Modul der Firmographie werden diese Entwicklungsprozesse für synthetische Unternehmen in folgenden Teilmodellen simuliert (Abbildung 18):

Abbildung 18: Teilmodelle im Modul Firmographie



Quelle: Eigene Darstellung

Im €LAN-Modell werden nicht – wie in anderen integrierten Landnutzungsmodellen (z. B. PECAS, (Hunt 2010)) – Angebot und Nachfrage von Gütern und Dienstleistungen auf regionalen Märkten simuliert und die Beschäftigungsentwicklung hiervon abgeleitet. Vielmehr wird die Firmographie rein durch eine statistische Modellierung der beobachteten branchenspezifischen Wachstums- und Schrumpfungsprozesse der letzten zehn Jahre abgebildet. Die Entwicklung einzelner Betriebe lässt sich im €LAN-Firmographie-Modell nicht positiv oder negativ durch Maßnahmen beeinflussen.

Damit wird auf eine Sensitivität des Modells im Hinblick auf viele Maßnahmen einer regionalen Wirtschafts- und Arbeitsmarktpolitik verzichtet. Es können nur Szenarien der Gesamt-Beschäftigungsentwicklung nach Branchen definiert werden.

Auf der anderen Seite würde die Berücksichtigung der Reaktion von Unternehmen auf das Marktgeschehen auch Risiken mit sich bringen, da eben diese Entwicklungen schwer vorhersehbar sind. Beispielsweise lassen sich zehn Jahre im Voraus kaum Annahmen über eine Wirtschafts- und Finanzkrise treffen. Jedoch ließen sich Modellergebnisse einer „normalen“, auf Vergangenheitswerten beruhenden Entwicklung mit modifizierten Annahmen vergleichen und die Auswirkungen analysieren.

Veränderungen der Unternehmensgröße

Die Einstellung und Entlassung von Mitarbeitern wird über eine bedingte Wahrscheinlichkeitsfunktion abgebildet. Diese Wahrscheinlichkeit soll nicht völlig zufällig sein, sondern dem realen Verhalten von Unternehmen möglichst nahe kommen. Dafür wurden Quoten für Kündigungen und Einstellungen aus dem Betriebs-Historik-Panel des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung ausgewertet. Abhängig von der Betriebsgröße und der Branche werden separate Wahrscheinlichkeiten berechnet und als Quoten in das Simulationsmodell überführt. Dabei werden Durchschnittswerte der vergangenen zehn Jahre gebildet. Dies soll die latenten, unternehmensinternen Entscheidungsprozesse approximieren und zudem konjunkturelle Schwankungen auf dem Arbeitsmarkt der letzten zehn Jahre glätten.

Aus dem IAB Betriebshistorienpanel (Hethy-Maier und Seth 2010) wurde auch die Wahrscheinlichkeit von Schließungen in Abhängigkeit von Branche und Betriebsgröße berechnet und in der Simulation der Schließungen angewendet. Die Datengrundlage dieses Beitrags bildet das schwach anonymisierte Betriebs-Historik-Panel (Version BHP7508 V1, Jahre 2003-2008). Der Datenzugang erfolgte mittels kontrollierter Datenfernverarbeitung beim Forschungsdatenzentrum (Projektnummer fdz424).

Neugründungen

Gemäß der Auswertung branchen- und größenklassenspezifischer Gründungsquoten werden neue Unternehmen gegründet und mit entsprechenden Merkmalen bezüglich Branchenzugehörigkeit und Anzahl von Angestellten versehen.

Neugründungen müssen räumlich verortet werden. In den allermeisten Fällen werden Neugründungen am Wohnort des Gründers getätigt. Daher wird für jeden Betrieb zunächst der Gründer bzw. Geschäftsführer bestimmt, indem für jede Neugründung eine Person, die (aus der Arbeitslosigkeit oder einer festen Stelle heraus) auf Arbeitsplatzsuche ist und über die notwendige Qualifikation verfügt, ausgewählt wird. Dann wird im Umfeld des Gründers ein Betriebsstandort mit entsprechender Gewerbefläche gesucht und dann die übrigen Arbeitsplätze im Arbeitsmarktmodell „ausgeschrieben“.

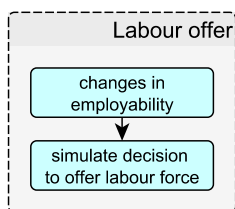
Diese Vorgehensweise bildet sicherlich relativ realitätsnah das Gründungsgeschehen kleinerer Firmen ab, die den Großteil der Neugründungen ausmachen.

In vielen Branchen im Bereich der privatkunden-orientierten Dienstleistungen (Einzelhandel, Frisöre, Versicherungsmakler etc.) erfolgen viele Gründungen von Einzelunternehmern in der Nähe des Wohnorts des Gründers. Gründungen von Filialbetrieben größerer Unternehmen hingegen erfolgen nach einer anderen Standortlogik. Hier soll das Modell in Zukunft weiterentwickelt werden, um die Standortwahl von Betrieben realistisch abzubilden.

4.4 Arbeitsmarkt

Steigende Mobilitätskosten beeinflussen die Haushalte bei ihren Entscheidungen auf dem Arbeitsmarkt. Ob und wenn ja in welche Richtung die Arbeitsangebotsentscheidung verändert wird, hängt von der Nutzenfunktion einzelner Haushalte oder Individuen ab. Ein engeres Budget kann über sich entgegengesetzte Substitutions- und Einkommenseffekte sowohl ein höheres als auch ein geringeres Arbeitsangebot induzieren. Hinzu kommt im Modell die explizite Berücksichtigung der räumlichen Komponente bei der Arbeitsangebotsentscheidung. Der Arbeitsmarkt wird wie folgt simuliert (Abbildung 19):

Abbildung 19: Modell
Arbeitsangebot



Quelle: Eigene Darstellung

4.4.1 Arbeitsangebotsentscheidung der Erwerbspersonen

In der Simulation wird zwischen Erwerbsfähigen und Nicht-Erwerbsfähigen unterschieden. Personen werden mit 15 Jahren erwerbsfähig. Ein geringer Anteil aller Personen wird jedes Jahr nicht-erwerbsfähig. Für jede Erwerbsperson zwischen 15 und 70 Jahren wird in jedem Simulationsjahr die Entscheidung simuliert, ob sie (weiter oder wieder) arbeiten

gehen soll. Personen über 55 Jahre, die sich dafür entscheiden, nicht mehr zu arbeiten, werden dauerhaft „in Rente geschickt“.

Eine Person, die bislang arbeitet und im Folgejahr ihren Arbeitsplatz aufgibt, kündigt ihren Arbeitsplatz in der Simulation. Eine Person, die bislang nicht erwerbstätig ist und erwerbstätig werden will, wird als Arbeitssuchender auf dem Arbeitsmarkt aktiv.

Bei Erwerbspersonen, die bislang keinen Arbeitsplatz haben, wird ein erwarteter Lohn mit einem Heckman-Schätzer-Modell in Abhängigkeit von Alter und Qualifikation berechnet (Datenbasis: SOEP). Gekündigte Personen starten auf

dem Arbeitsmarkt mit einer Lohnerwartung von 90 % ihres bisherigen Lohns. Sie wären also bereit, einen neuen Arbeitsplatz anzunehmen, bei dem sie etwas weniger verdienen würden.

Die Übergangswahrscheinlichkeiten für die Arbeitsangebotsentscheidungen wurden mittels MNL-Modellen für bislang Erwerbstätige und Nicht-Erwerbstätige insbesondere in Abhängigkeit vom Geschlecht und Alter der Person sowie dem Alter der Kinder aus den Daten des SOEP ermittelt.

4.4.2 Arbeitsplatzsuche: Suchraum, Bewerbungsprozess und Auswahl der Kandidaten

Die Arbeitsmarktsimulation bringt Arbeitsangebot und Arbeitsnachfrage zusammen und wird in folgenden Schritten abgebildet (Abbildung 20):

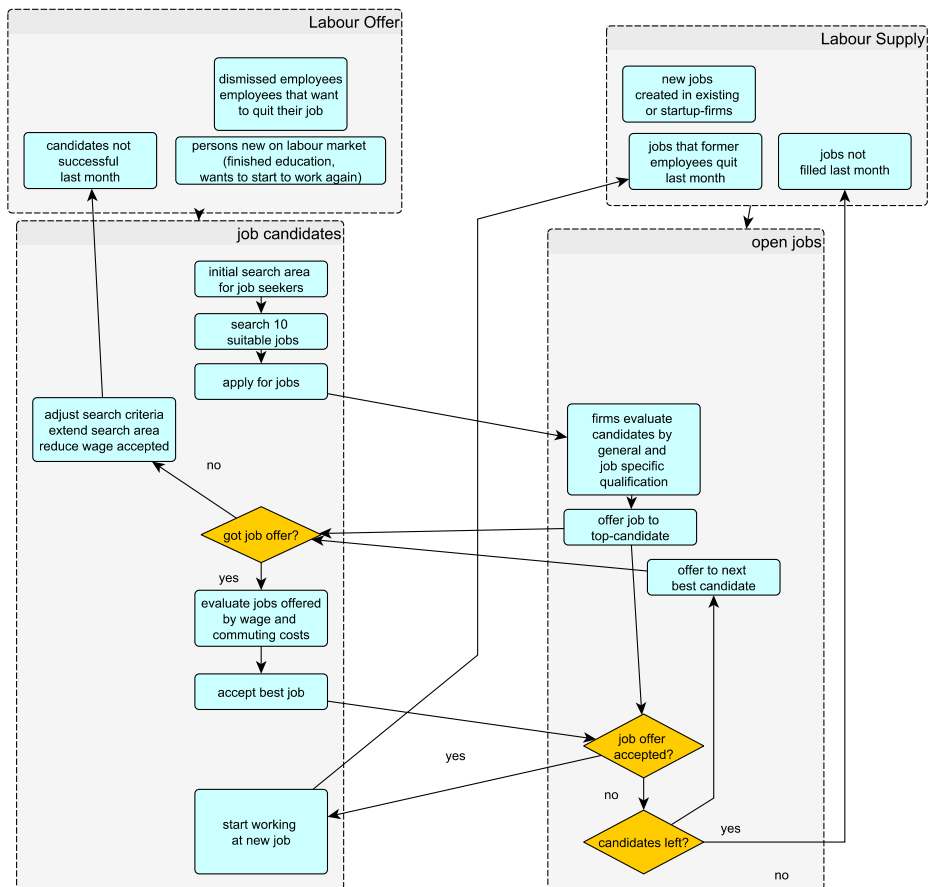
Die Arbeitsnachfrage besteht aus

- den Entlassenen/Arbeitsplatzwechslern, denen gekündigt wurde bzw. die ihren bisherigen Arbeitsplatz kündigen wollen, um eine bessere Arbeitsstelle zu suchen (aus dem Modul „Firmographie“)
- den Personen, die in einem Simulationsjahr neu auf dem Arbeitsmarkt aktiv werden, weil sie ihre Ausbildung abgeschlossen haben oder z. B. nach einer Babypause wieder einsteigen wollen (aus dem Modul „Arbeitsangebot“)
- den arbeitslosen Personen, die in der letzten Simulationsperiode keinen Arbeitsplatz gefunden haben

Das Arbeitsangebot besteht aus:

- den durch Entlassungen/Arbeitsplatzwechslern frei werdenden Arbeitsplätzen (aus dem Modul „Firmographie“)
- neu geschaffenen Arbeitsplätzen in bestehenden oder neu gegründeten Firmen (aus dem Modul „Firmographie“)
- den Arbeitsplätzen, die in der letzten Simulationsperiode nicht besetzt werden konnten

Abbildung 20: Ablauf der Arbeitsmarktsimulation



Quelle: Eigene Darstellung

Die Module „Firmographie“ und „Arbeitsangebot“ berechnen das Arbeitsangebot und die Arbeitsnachfrage für ein ganzes Simulationsjahr. Der Arbeitsmarkt wird aber in Monatsschritten simuliert. Dafür kommt in einem Simulationsmonat jeweils ein Zwölftel der Arbeitsnachfrage und des Arbeitsangebotes „auf den Markt“. Hinzu kommen der „Überhang“ der im letzten Simulationsmonat nicht vermittelten Arbeitsplatzsuchenden und die offenen Stellen, die nicht besetzt werden konnten. Arbeitsplatzsuchende und offene Stellen werden dann wie folgt zusammengebracht:

Suchraum

Arbeitsplatzsuchende definieren zum Beginn ihrer Arbeitssuche einen Suchraum. Hierbei wird ein Erreichbarkeitsindikator verwendet, der Reisezeiten mit dem Pkw, dem ÖPNV, mit dem Rad und zu Fuß unter Berücksichtigung der Pkw-Verfügbarkeit der Erwerbperson zu einer Messgröße zusammenfasst. In dieser Messgröße werden zudem die Fahrtkosten in Relation zum Einkommen des Haushalts berücksichtigt (Kapitel III.3.1). Damit führen steigende Mobilitätskosten auch zu kleineren Suchräumen, insbesondere bei Personen mit niedrigem Einkommen.

Arbeitsplatzsuchende bewerben sich

Innerhalb des Suchraums bewirbt sich die Erwerbperson auf bis zu zehn Arbeitsplätze pro Simulationsmonat, auf die ihre Mindestqualifikation passt und deren Gehalt über einem erwarteten Mindestlohn liegt (90 % des vorherigen Lohns).

Arbeitgeber bietet Top-Bewerber Arbeitsplatz an

Im nächsten Schritt wertet der Arbeitgeber alle eingegangenen Bewerbungen auf eine ausgeschriebene Stelle aus. Er sortiert die Bewerbungen nach einem Bewertungssystem, in dem die allgemeine, formale Qualifikation und die Branchenerfahrung einfließen. Zudem gibt es einen „Bonus“ für jedes Jahr Berufserfahrung, für ältere Arbeitnehmer über 55 Jahre jedoch einen „Malus“. Zudem wirkt sich die Dauer der bisherigen Arbeitslosigkeit negativ auf die Bewertung aus. Die Branchenerfahrung wird darüber bewertet, in welcher Branche der Kandidat bislang gearbeitet hat und wie groß die Übergangswahrscheinlichkeit zwischen den Branchen, die im SOEP beobachtet wurde, ist.

Dem am besten passenden Kandidaten macht der Arbeitgeber dann ein Angebot. Erhält ein Kandidat mehrere Stellenangebote, vergleicht er das angebotene Gehalt abzüglich der Pendelkosten für den Arbeitsweg und sagt dem Arbeitsplatz mit dem höchsten verbleibenden Gehalt zu, wenn dieser keine nennenswerte Verschlechterung des aktuellen Gehalts darstellt.

Bewerber nimmt die für ihn beste Stelle an

Lehnt ein Bewerber die Stelle ab, bekommt der zweitplatzierte Bewerber den Arbeitsplatz angeboten usw. Bewerber, die kein Angebot erhalten haben, bewerben sich dann im Zweifel auch auf Arbeitsplätze, für die sie überqualifiziert sind.

Neuer Versuch im nächsten Simulationsmonat für nicht vermittelte Bewerber und Arbeitsplätze

In der nächsten Simulationsperiode können die Bewerber ihre Suchkriterien anpassen. Dafür können sie insbesondere den Suchraum, in dem sie nach einer neuen Stelle schauen, ausweiten. Zudem nimmt der Bewerber ggf. einen geringeren Lohn in Kauf. Mit steigender Dauer der Arbeitslosigkeit sinkt aber auch die Chance, dass ein Bewerber sich gegen Konkurrenten um einen Arbeitsplatz, auf den er sich bewirbt, durchsetzt.

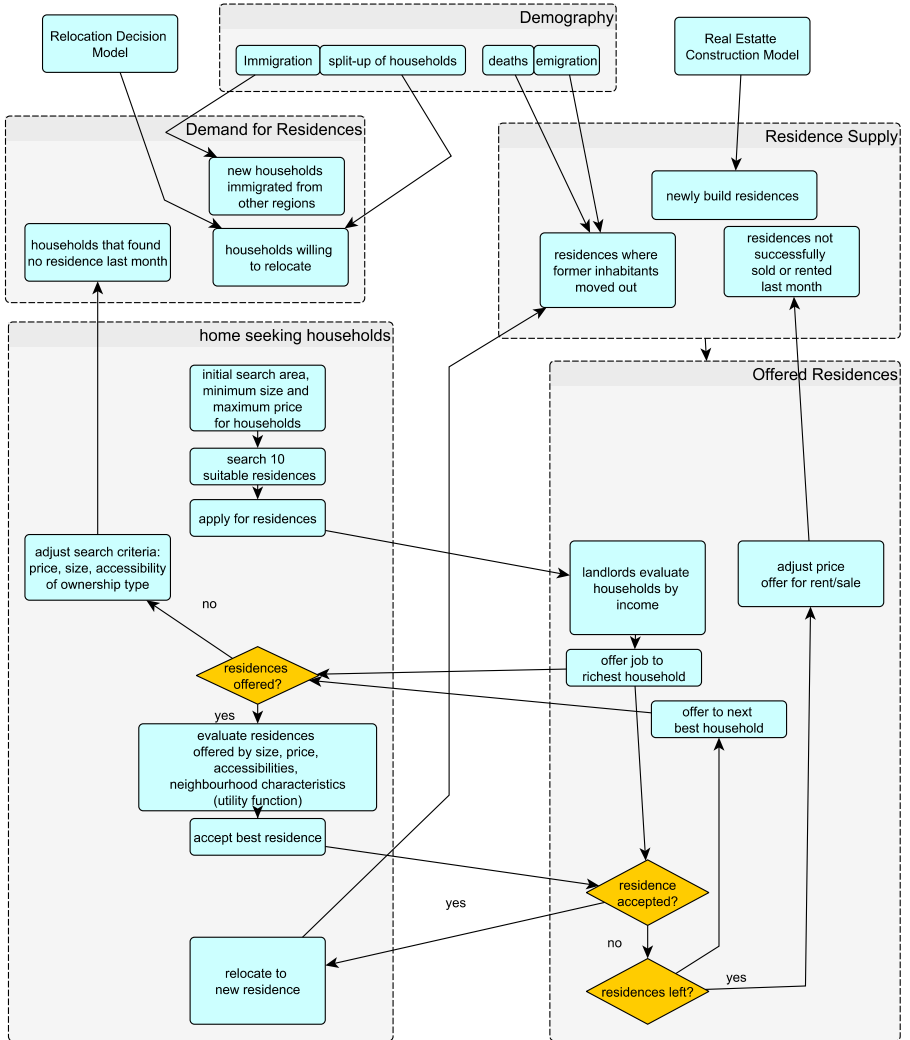
Wenn Arbeitsplätze über einen längeren Zeitraum (z. B. ein Jahr) nicht besetzt werden können, stellt sich die Frage, ob die Betriebe die Löhne für diese Arbeitsplätze anheben, um sie besetzen zu können. Im €LAN -Modell wurde diese Möglichkeit nicht simuliert, da es unklar ist, ob die Betriebe in der Lage sind, die höheren Kosten, die mit höheren Löhnen verbunden sind, auch über höhere Preise am Markt durchzusetzen.

Vielmehr werden nicht besetzte Arbeitsplätze als ein Indikator dafür gesehen, dass ein Unternehmen an seinem Standort aufgrund schlechter Erreichbarkeit unter Arbeitskräftemangel leidet. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Unternehmen seinen Sitz hin zu einem Standort mit einem besseren Arbeitskräfteangebot verlagert, steigt mit der durchschnittlichen Zahl von Monaten, die es dauert, eine offene Stelle zu besetzen. Dieser Stellenbesetzungsindikator wird in jedem Simulationsjahr auch für verschiedene Qualifikationsniveaus und Branchen räumlich ausgewertet. Damit dient er als Maß für das verfügbare Arbeitskräftepotenzial für ein standortsuchendes Unternehmen dieser Branche im Standortwahlmodell der Unternehmen.

4.5 Wohnungs- und Immobilienmarkt

Die Standortentscheidungen der privaten Haushalte werden in einem mehrstufigen Prozess simuliert (Abbildung 21), der im Folgenden ausführlicher dargestellt wird.

Abbildung 21: Ablauf der Wohnungsmarktsimulation



Quelle: Eigene Darstellung

Zunächst trifft ein Haushalt die Entscheidung, dass er nach einer neuen Wohnung oder einem neuen Haus sucht. Dabei sondiert er in der Regel Wohnungen einer bestimmten Größen- und Preiskategorie in einem begrenzten Suchraum. Wohnungen, die seinen groben Suchkriterien genügen, werden vom Haushalt genauer

„unter die Lupe“ genommen und der Haushalt bewirbt sich beim Vermieter bzw. Verkäufer um die Wohnung, die für ihn insgesamt den besten Kompromiss zwischen Lage, Größe, Preis und sonstigen Eigenschaften aufweist. Der Vermieter bzw. Verkäufer vergibt dann die Wohnung an den zahlungskräftigsten Bewerber. Dieser Haushalt zieht dann im Folgemonat in die gefundene Wohnung um. Die bisherige Wohnung wird frei.

Wenn ein Haushalt in einem Simulationsmonat „erfolglos ist“, wird er im nächsten Monat seine Suchkriterien anpassen. Für Wohnungen, die am Jahresende nicht vermietet bzw. verkauft wurden, passen die Anbieter die Preise an.

4.5.1 Umzugsentscheidung

Haushalte suchen aus unterschiedlichen Gründen eine neue Wohnung. Zum einen betrifft dies Haushalte, die neu in die Region zuziehen. Dann suchen Personen, die aus einem größeren Haushalt ausziehen wollen (z. B. erwachsene Kinder oder nach der Trennung vom Partner) einen neue Wohnung. Schließlich gibt es Haushalte, die eine neue Wohnung suchen, die z. B. näher am (neuen) Arbeitsplatz liegt, die größer ist (insbesondere, wenn sich der Haushalt nach der Geburt eines Kindes oder dem Zuzug eines neuen Partners vergrößert hat) oder die sonstige Vorteile gegenüber der bisherigen Wohnung bietet.

Diese Umzugsentscheidungen werden als binäres Logit-Modell abgebildet, das mit den Daten des SOEP geschätzt wurde (Matthes 2013). Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Haushalt eine neue Wohnung sucht, ist dabei größer, je mehr der oben genannten Umzugsgründe vorliegen. Zudem sind jüngere Mieter mobiler als ältere Eigentümerhaushalte.

4.5.2 Suchraum und Suchkriterien

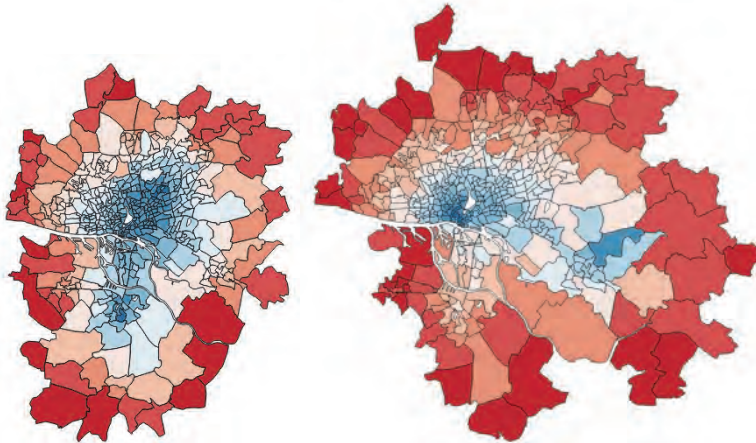
Für jeden Haushalt, der aus den oben genannten Umzugsgründen als Interessent auf dem Wohnungsmarkt aktiv wird, werden sowohl sachliche als auch räumliche Suchkriterien definiert.

Dabei wird auf der Basis des Haushaltstyps festgelegt, welche minimale Wohnfläche der Haushalt zunächst sucht. Das Einkommen ist ausschlaggebend für die Festlegung der Preisobergrenze, die sich der Haushalt zunächst setzt. Zudem wird dem Haushalt zugewiesen, ob er ein Miet- oder Kaufobjekt sucht, wobei die Wahrscheinlichkeit, dass ein Eigentümerhaushalt wieder zum Mieterhaushalt wird, sehr gering ist.

Der Suchraum, in dem der Haushalt nach passenden Wohnungen Ausschau hält, hängt von der Lage des Arbeitsplatzes (oder der Arbeitsplätze), dem bisherigen Wohnstandort, von dem angenommen wird, dass er den Fokus der sozialen Kontakte widerspiegelt, sowie der Erreichbarkeit von sonstigen Aktivitäten ab. Dabei werden die Erreichbarkeiten unter Berücksichtigung der Pkw-Verfügbarkeiten im Haushalt sowie dem Verhältnis von Mobilitätskosten und Einkommen auf der Basis des Verkehrsmodells berechnet.

Abbildung 22 stellt für zwei Beispielhaushalte die Suchräume dar: Die blauen Bereiche sind dabei die Bereiche, in denen der Haushalt zunächst nach einer passenden Wohnung sucht. Diese befinden sich in der Regel im Umfeld der bisherigen Wohnung, des Arbeitsplatzes sowie entlang der Verkehrswege zwischen Wohnung und Arbeitsplatz. Im Falle des rechten Haushalts, der in Reinbek östlich von Hamburg arbeitet, bislang in Hamburg-St. Pauli gewohnt hat und über keinen Pkw verfügt, erstreckt sich der Suchraum vor allem entlang der S-Bahn-Achse zwischen der Innenstadt und Reinbek.

Abbildung 22: Suchräume für zwei Beispielhaushalte



Quelle: Eigene Darstellung

In diesen Indikator fließen zudem die Erreichbarkeiten von Einkaufs-, Freizeit- und Erledigungszielen ein, sowie z. B. für einen Haushalt mit kleinen Kindern die Erreichbarkeit von Kitas und Grundschulen.

Die Methodik der Berechnung der Suchräume konnten qualitativ anhand einer Befragung von 900 umgezogenen Haushalten in der Region Hamburg (Vallée

et al. 2012) validiert werden, deren Suchraum in dieser Befragung explizit abgefragt wurde und der hierfür jeweils visualisiert wurde. Im Gegensatz zu den rein erreichbarkeitsbasierten Suchräumen fällt auf, dass in die realen Suchräume vieler wohnungssuchenden Haushalte noch stärker deren Erfahrungen über das Wohnungsangebot und das Quartiersimage einfließen (mit einem bestimmten Einkommen muss der Haushalt in teuren Quartieren an der Alster gar nicht erst suchen). So wirkt z. B. die Elbe in Hamburg als extreme Barriere – Quartiere südlich der Elbe werden auch bei guter Erreichbarkeit von vielen Haushalten nicht in Betracht gezogen.

4.5.3 Nutzenbewertung und Vergabe der Wohnungen

Jeder Haushalt sucht pro Simulationsmonat bis zu zehn Wohnungen, die seinen räumlichen und sachlichen Suchkriterien entsprechen. Für diese Wohnungen wird dann der individuelle „Nutzen“ für den Haushalt berechnet. In die Nutzenfunktion fließen ein:

- Die Erreichbarkeiten für den Haushalt (Eine Wohnung im „blauen Bereich“ wird besser bewertet als eine Wohnung im „roten Bereich“)
- Größe
- Preis
- Die sozio-ökonomischen Eigenschaften der Nachbarschaft: Ein reicher Rentnerhaushalt bewertet eine Wohnung in einer Nachbarschaft mit einer einkommensstarken älteren Bewohnerschaft besser als eine ansonsten gleiche Wohnung in einer ärmeren, jüngeren Nachbarschaft
- Die Grünqualität im Umfeld der Wohnung
- Ein Zufallsterm zur Berücksichtigung individueller, unbeobachteter Präferenzen und Eigenschaften der Wohnung

Jeder Haushalt bewirbt sich zunächst für seine „Top-Wohnung“ mit dem höchsten Nutzenindikator. Wenn sich mehr als ein Haushalt für eine Wohnung interessiert, wird die Wohnung an den einkommensstärksten Bewerber vergeben. Haushalte, die in der ersten Runde leer ausgehen, bewerben sich dann auf die Wohnung der zweiten und dritten Wahl etc. – insgesamt pro Simulationsmonat auf bis zu zehn Wohnungen.

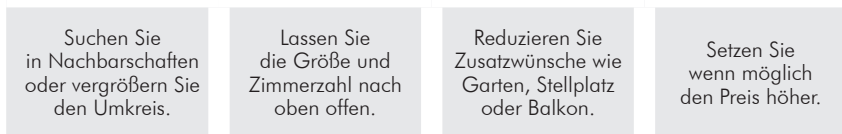
Die Kriterien wurden auf der Basis von Literaturanalysen zur Wohnstandortwahl getroffen. Die Gewichtung der Kriterien erfolgte in Anlehnung an verschiedene Befragungen zu Standortwahlkriterien, insbesondere Vallée et al. (2012). Um

eine sinnvolle Gewichtung vornehmen zu können, wurden die einzelnen Kriterien z-transformiert (in Indikatoren mit Mittelwert 0 und Standardabweichung 1 transformiert), so dass die Gewichtungsfaktoren der einzelnen Kriterien unmittelbar als Koeffizienten in der Nutzenfunktion verwendet werden konnten.

4.5.4 Anpassung von Suchkriterien und Suchraum

Haushalte, die in einem Simulationsmonat keine Wohnung gefunden haben, werden im nächsten Simulationsmonat „Abstriche“ an ihrer Wunschwohnung in Kauf nehmen. Dies wird dadurch simuliert, dass der Haushalt nach jedem Monat, in dem er nicht erfolgreich ist, seine Zahlungsbereitschaft anhebt, die minimal akzeptierte Wohnfläche senkt sowie den Suchraum ausweitet. Er sucht also nicht mehr nur in den blauen Verkehrszellen aus Abbildung 22, sondern auch in hellroten und schließlich im dunkelroten Bereich. Dies soll möglichst realitätsnah die Anpassung des Suchverhaltens widerspiegeln, wie sie z. B. ein Immobilienportal Nutzern, die nur wenig Wohnungsangebote bekommen, vorschlägt (Abbildung 23).

Abbildung 23: Anpassung der Suchkriterien



Quelle: eigene Darstellung nach immoscout24.de, Abruf 17.7.2014

Die maximale Zahlungsbereitschaft wird aber einen gewissen Anteil des Haushalts-Nettoeinkommens niemals überschreiten. Die Wohnfläche pro Kopf wird aber auch einen absoluten Minimalbetrag nicht unterschreiten.

Die Grenzwerte für Preise und Wohnflächen wurden aus dem SOEP abgeleitet, indem das 10 %-Perzentil der Pro-Kopf Wohnfläche und das 90 %-Perzentil der Wohnkostenbelastung am Einkommen als Grenzwerte genommen wurden. Als Startwert wurde jeweils der Median – differenziert nach Haushaltstypen – gewählt.

4.5.5 Preisanpassung in Abhängigkeit der Leerstands-Quoten

Bei der Simulation der Immobilienpreisanpassung im Modell wurde der Ansatz von Wegener (2011b, S. 44) aufgegriffen:

Am Ende des Simulationsjahrs wird ausgewertet, welche Wohnungen nicht vermietet bzw. verkauft werden konnten und wie viele Bewerber je Wohnung sich für eine vergebene Wohnung interessiert haben. Je Wohnungssegment werden die Leerstandsquoten in der Nachbarschaft berechnet. In Wohnquartieren mit einer hohen Leerstandsquote werden in der nächsten Simulationsperiode die Angebotspreise gesenkt. In Wohnquartieren mit einer niedrigen Leerstandsquote werden die Angebotspreise entsprechend angehoben. Auch die Bestandsmieten werden dort angehoben, allerdings nur mit einer deutlich geringeren Steigerungsrate. Dies führt dazu, dass in Gebieten mit steigenden Immobilienpreisen Mieter und Eigentümer mit einer langen Wohndauer deutlich geringere Wohnkosten haben als kürzlich zugezogene Haushalte.

4.6 Siedlungsentwicklung

Das oben beschriebene Wohnungsmarktmodell sorgt zunächst einmal nur für die Allokation des Wohnungsbestandes auf die wohnungssuchenden Haushalte. Deshalb soll in diesem Kapitel die Konzeption für die Simulation der Siedlungsentwicklung vorgestellt werden.

4.6.1 Wo kann neu gebaut werden?

In einem ersten Schritt werden Rasterzellen identifiziert, die potenziell Bauflächen für Wohn- oder Gewerbenutzung bieten könnten. Dies kann als Innen- oder aber als Außenentwicklung in bislang unbebauten Rasterzellen erfolgen.

Innenentwicklung

Für die Innenentwicklung wurden im Rahmen eines Unterauftrags vom IÖR Baulücken und Nachverdichtungspotenziale für jede Rasterzelle im Untersuchungsbereich identifiziert. Dabei wurden auf der Basis der ATKIS-Daten zusammenhängende Flächen mit einer bestimmten Mindestgröße und einem Mindestabstand zur vorhandenen Bebauung gesucht, die entweder direkt an Erschließungsstraßen liegen (Baulücken) oder im rückwärtigen Bereich der vorhandenen Bebauung liegen. Abbildung 24 zeigt beispielhaft die Baulücken (gelb bis rot) und Nachverdichtungspotenziale (in Blautönen) und die für 1-ha-Rasterzellen aggregierten Flächen in m².

Abbildung 24: Identifizierte Baulücken (gelb bis rot) und Nachverdichtungsflächen (hellblau bis blau)



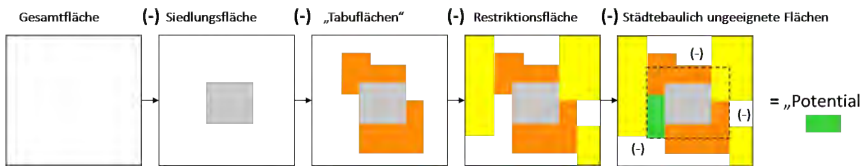
Quelle: Schiller et al. (2013)

Die Innenentwicklungspotenziale liegen dabei insbesondere in locker bebauten Einfamilienhausgebieten mit großen Grundstücken sowie innerhalb von erschlossenen, aber noch nicht „vollgelaufenen“ Neubaugebieten.

Außenentwicklung

Um Baulandpotenziale außerhalb der heutigen Siedlungsfläche zu ermitteln, wurden zunächst „Tabuflächen“ und Restriktionsflächen identifiziert, die nicht für eine Siedlungsentwicklung geeignet sind (Abbildung 25). Tabuflächen sind dabei z. B. Wasserflächen, Schutzgebiete, Vorranggebiete für Natur- und Landschaftsschutz und Trinkwassergewinnung. Zudem wurden Flächen, die aus Gründen des Immissionsschutzes für eine Wohn- bzw. Gewerbenutzung nicht in Frage kommen, als Tabuflächen klassifiziert. Hier spielt der Abstand zu Schienenwegen, Autobahnen und Hauptverkehrsstraßen (Lärmfibel Reuter et al. (2013, S. 63 f.) sowie Abstandsflächen zwischen Wohn- und Gewerbeflächen eine Rolle.

Abbildung 25: Methodik zur Identifikation von Außenentwicklungspotenzialen

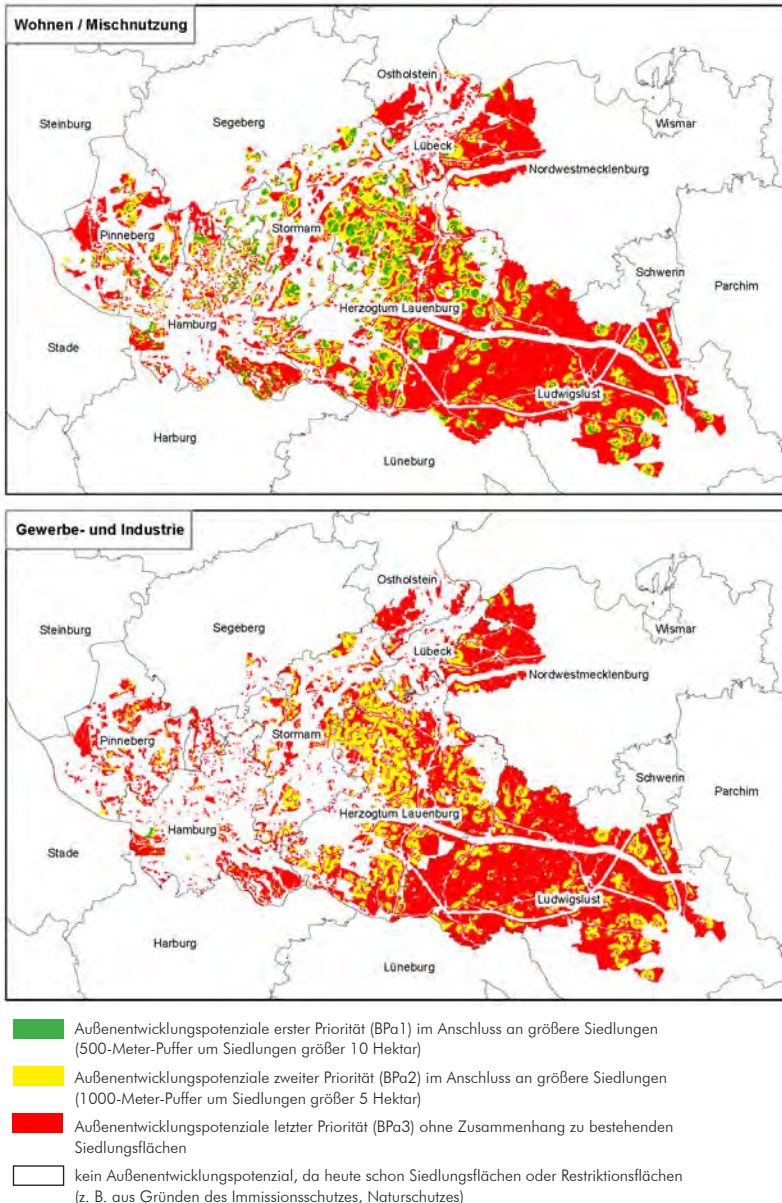


Quelle: Eigene Darstellung

Restriktionsflächen umfassen darüber hinaus vor allem die Vorsorgegebiete aber auch Waldflächen, deren bauliche Entwicklung langfristig zwar nicht ausgeschlossen, die aber sehr unwahrscheinlich ist.

Die Siedlungsentwicklung spielt sich in den allermeisten Fällen als Erweiterung bisheriger Siedlungsgebiete ab. Als städtebaulich geeignete Baulandpotenziale wurden daher Flächen in einem 500-m-Puffer um Siedlungsflächen mit einer Mindestgröße von fünf Hektar klassifiziert, die keine Tabu- oder Restriktionsflächen darstellen. Dazu verdeutlicht Abbildung 26 die Außenentwicklungspotenziale für Wohnen und Gewerbe im Osten der Metropolregion Hamburg.

Abbildung 26: Außenentwicklungspotenziale für Wohnen und Gewerbe im Osten der Metropolregion Hamburg



Quelle: Eigene Darstellung

4.6.2 Wo wird neu gebaut?

Diese Innen- und Außenentwicklungspotenziale werden nicht alle bebaut. Vielmehr erfolgt eine Neubautätigkeit vor allem dort, wo die Nachfrage nach Wohnraum oder gewerblicher Nutzfläche das Angebot übersteigt.

Die Nachfrage äußert sich als Verhältnis von Interessenten zum Immobilienangebot in der Umgebung. Im Simulationsmodell wird die Nachfrage gemessen mit dem Indikator „Bewerber je angebotene Wohnung“. Dieser Indikator wird für verschiedenen Marktsegmente je Rasterzelle berechnet und dann mit Daten aus den umliegenden Rasterzellen interpoliert und geglättet, um die Nachfrage auch für Rasterzellen zu ermitteln, in denen in der vergangenen Simulationsperiode kein Angebot auf dem Markt war.

Für die Nachfrage nach Gewerbeflächen wird der Indikator „Nachfrage nach m² Geschossfläche je m² angebotene Geschossfläche“ verwendet.

4.6.3 Wie viel wird neu gebaut?

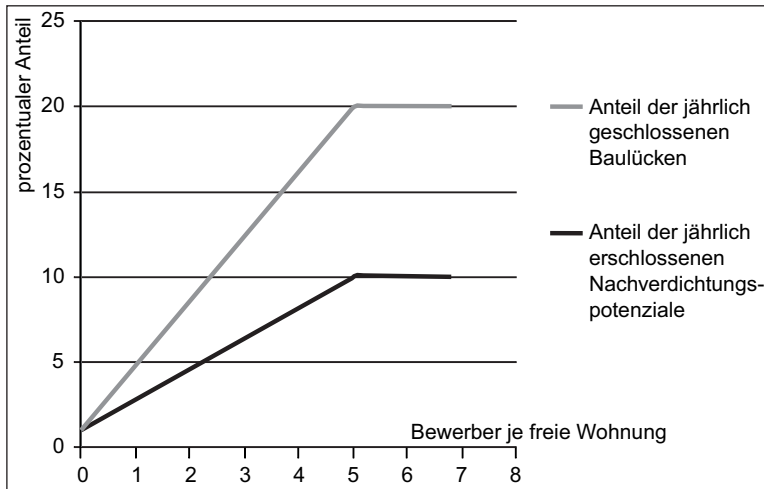
Das Baulandpotenzial der Außenentwicklung ist zunächst nicht erschlossen. In einem ersten Schritt wird daher simuliert, welche Rasterzellen mit Baulandpotenzial in einer Simulationsperiode erschlossen werden. Sobald das Gebiet erschlossen ist, wird das Baulandpotenzial der Rasterzelle zu „Baulücken“ umklassifiziert.

Das in Kapitel III.4.6.1 ermittelte „theoretische“ Baulandpotenzial wird in der Simulation jährlich zu einem bestimmten Prozentsatz erschlossen.

Von den Nachverdichtungspotenzialen und Baulücken bzw. den erschlossenen Neubaugebieten wird das Nettobauland jedes Jahr mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit bebaut. Dabei gilt: Je höher der Nachfragedruck, desto eher werden Baulandpotenziale erschlossen, Baulücken geschlossen oder Siedlungsgebiete nachverdichtet (Abbildung 27).

In der Simulation wird dies dadurch abgebildet, dass jährlich nur ein gewisser Anteil aller ermittelten Baulücken und Nachverdichtungspotenziale mit Wohnungen bebaut werden. Je mehr Bewerber je angebotene Wohnung in der Umgebung registriert werden, desto höher wird der Anteil der Baulücken, die in einem Jahr bebaut werden.

Abbildung 27: Nachfragedruck und jährliche Inanspruchnahme der Innenentwicklungspotenziale



Quelle: Eigene Darstellung

Dabei ist es deutlich wahrscheinlicher, dass ein Grundstück in einer Baulücke entwickelt wird, das schon eine Erschließung besitzt, als ein Grundstück im rückwärtigen Bereich, das erst noch erschlossen werden muss.

4.6.4 Was und wie dicht wird neu gebaut?

Im Ergebnis liegen nun für jede Rasterzelle das Bruttobauland in Baulücken, Nachverdichtungsgebiete und Neubaugebiete vor, die in der laufenden Simulationsperiode bebaut werden können. In diesem Arbeitsschritt wird definiert, welche Art und welches Maß der baulichen Nutzung dort realisiert wird. Insbesondere ist die realisierte GFZ und damit die gebaute Wohn-/Geschossfläche bei gegebenem Bruttobauland abzuschätzen und sind Annahmen über den realisierten Gebäudetyp zu treffen.

Hierfür wurde folgende Methodik entwickelt: Die neu gebauten Gebäude haben eine ähnliche Verteilung im Hinblick auf Gebäudetyp und Dichte wie Gebäude jüngerer Baualtersklassen in den umliegenden Rasterzellen. Durch planerische Vorgaben kann jedoch eine abweichende Mindest- oder Maximaldichte gesetzt werden.

Die realisierte Dichte im Ausgangsjahr wird in den Folgejahren angepasst, wenn sich die Bodenpreise im Umfeld der Rasterzelle positiv entwickeln.

4.6.5 Was wird saniert, modernisiert oder abgerissen?

Der Neubau von Wohnungen umfasst nur einen Teil der Veränderungen des Siedlungsbestands. Angesichts der Tatsache, dass selbst in wachsenden Städten wie Hamburg weniger als 1 % des Wohnungsbestands jährlich neu gebaut wird, spielt die Modernisierung und energetische Sanierung von Gebäuden, aber auch der Abriss und ggf. Ersatzneubau eine entscheidende Rolle.

Im Simulationsmodell wird die energetische Sanierung in einem ersten Schritt anhand vorgegebener Sanierungsquoten für einzelne Segmente des Gebäudebestands abgebildet.

Ausblick: Modellierung von Entscheidungen von Investoren und Immobilieneigentümern

Die Entscheidungen über die energetische Sanierung werden aber letztlich von Eigentümern getroffen, die eine sehr unterschiedliche Handlungslogik aufweisen. So agieren Selbstnutzer bei der Sanierung ihrer Immobilie ganz anders als gemeinnützige oder genossenschaftlichen Eigentümer, kleine Privateigentümer oder größere institutionelle Anleger. Denn diese Eigentümergruppen haben eine sehr unterschiedliche Kapitalausstattung für Modernisierungs- und Sanierungsmaßnahmen, Zugang zu Krediten und Risikoaffinität sowie Renditeerwartungen. Zudem spielen Amortisationszeiträume verschiedener Sanierungsmaßnahmen und die Möglichkeiten der Umlage der Kosten auf die Kaltmiete eine entscheidende Rolle für die Sanierungsquoten und die Lastenverteilung von Energiesparmaßnahmen.

Um diese Entscheidungen besser zu simulieren und insbesondere die Wirkungen verschiedener Förderprogramme oder gesetzlicher Regelungen im Mietrecht fundiert und räumlich differenziert abschätzen zu können, sollen bei einer Weiterentwicklung des €LAN -Modells auch die Immobilieneigentümer als „Agenten“ explizit modelliert werden.

Ein Teil des Gebäudebestands wird langfristig abgerissen werden, was beispielsweise durch einen höheren Aufwand von Modernisierung und energetischer Sanierung im Vergleich zu einem Neubau begründet ist. Insbesondere in Einfamilienhausquartieren der 1930er bis 1950er Jahre mit kleinen Häusern auf großen Grundstücken in nachgefragten Lagen werden zudem in Zukunft in größerem Maße Altbauten abgerissen und durch größere Neubauten ersetzt werden. Zudem spielt die Umwandlung von Wohn- in Gewerbeflächen oder umgekehrt je nach Marktsituation eine wichtige Rolle in der Stadtentwicklung.

Eine Möglichkeit, den Abriss mit Ersatzneubau zu simulieren, ist eine hedonische Preisberechnung der erwarteten Immobilienpreise eines Neubaus am Standort. Wenn dieser erwartete Preis größer ist als der aktuelle Marktpreis der alten Immobilie zuzüglich der Abriss- und Transaktionskosten, dann wird ein Eigentümer mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit den Ersatzneubau tätigen.

Allerdings sind hier Aspekte wie die geringe Investitionsneigung von Einfamilienhausbesitzern, die Mieterrechte von Bestandsmieter etc. zu berücksichtigen. Zudem werden die realisierbare Geschossfläche und die Nutzungsart stark durch das Planungsrecht beeinflusst, so dass nicht automatisch alle untergenutzten Bauten gleich durch renditeträchtigere Neubauten ersetzt werden.

4.7 Haushaltsbudgets

Im Modul „Haushaltsbudgets“ werden für jeden synthetischen Haushalt die Steuern, Transferleistungen etc. berechnet. Hierfür wurde das Modell FiFoSim (Peichl et al. 2005) des Finanzwissenschaftlichen Forschungsinstituts an der Universität zu Köln weiterentwickelt im Hinblick auf

- die Anwendung für eine vollständig synthetische Population von Haushalten und Personen
- die Berücksichtigung von Einkommen von Haushalten und Bedarfsgemeinschaften
- die Berücksichtigung von verschiedenen Einkunftsarten
- die Berücksichtigung von Wohngeld, Kosten der Unterkunft und der Entfernungspauschale
- die Integration in die €LAN-Gesamtsimulation

So wird für jeden Haushalt ein Nettoeinkommen ermittelt. Die simulierten Zahlungsströme von Steuern und Transferleistungen der Haushalte werden für die Gemeinden, Kreise, Länder und den Bund ausgewertet.

4.7.1 Steuern, Transfers und Nettoeinkommen

Im Modell FiFoSim werden für jeden Haushalt eine „Steuererklärung“ berechnet und ggf. entsprechende „Anträge auf Sozialleistungen“ abgegeben. Dabei werden zunächst die Einkünfte aus den verschiedenen Einkommensarten auf der Personenebene berechnet und später auf der Haushaltsebene zusammengeführt. Dazu werden z. B. auch Subventionen wie die Entfernungspauschale für den

Arbeitsweg berücksichtigt. Ergebnis ist das zu versteuernde Einkommen des Haushalts, auf das dann die Einkommenssteuer berechnet wird.

In einem nächsten Schritt wird für jeden Haushalt ermittelt, ob dieser anspruchsberechtigt für verschiedene Sozialleistungen ist (ALG I, ALG II/“Hartz IV“ oder andere Leistungen nach SGBII, Wohngeld) und welche Sozialleistung ggf. vorrangig zu nutzen ist. Dies erfolgt nicht auf der Haushaltsebene, sondern auf der Ebene der Bedarfsgemeinschaften, um zu berücksichtigen, dass z. B. erwachsene Kinder, die noch bei den Eltern wohnen, keine Sozialleistungen beziehen.

Im Ergebnis liegt für jeden Haushalt ein Haushalts-Nettoeinkommen vor, das anschließend in ein persönliches Äquivalenzeinkommen umgerechnet wird.

4.7.2 Verfügbares Einkommen, Sparen und der Handlungsdruck

Vom Haushalts-Netto-Einkommen werden die Kosten für Mobilität, Wohnen und Energie abgezogen, um das verfügbare Resteinkommen zu berechnen.

Mobilitätskosten

Die Kosten für Mobilität umfassen dabei:

- Die Fixkosten für die Haushalts-Pkw
- Die variablen Kosten für das Pendeln der Haushaltsmitglieder
- Die mittleren variablen Kosten für die Fahrten zu anderen Aktivitäten der Haushaltsmitglieder

Die Fixkosten eines Pkws hängen extrem vom Fahrzeugtyp und Baujahr ab. Ein Neuwagen der Oberklasse hat extrem hohe Fixkosten, während die geringsten Fixkosten gebrauchte Kleinwagen haben, deren Wertverlust gering ist, die allerdings noch nicht so alt und reparaturanfällig sind, dass die Reparaturkosten zu hoch würden und der Wagen nicht mehr zuverlässig ist.

Die Wahl von Fahrzeugtyp und Baujahr wurde im €LAN -Modell nicht explizit modelliert. Denn für Fahrten innerhalb einer Metropolregion bietet ein teurer Neuwagen so gut wie keine Reisezeitvorteile gegenüber einem gebrauchten Kleinwagen. Auch die üblichen Transportaufgaben im Alltag lassen sich mit beiden Fahrzeugen abwickeln. Der Besitz eines gebrauchten Kleinwagens kann daher in ähnlicher Weise wie ein teurer Neuwagen die alltäglichen Mobilitätsbedürfnisse befriedigen. Ein teurerer Pkw bietet dem Besitzer aber andere Vorteile: höherer Fahrkomfort und Fahrspaß sowie ein Statusgewinn. Daher werden die

Fixkosten der Fahrzeughaltung eines fünf Jahre alten, zuverlässigen Kompaktwagens als „Fixkosten der Automobilität“ und die Mehrkosten eines teureren Pkw gegenüber einem zuverlässigen gebrauchten Kleinwagens als „Ausgaben für Status und Komfort“ interpretiert. Ein Haushalt kann also Fixkosten der Fahrzeughaltung bis zu einer Mindestgrenze einsparen, wenn er einen teuren Neuwagen gegen einen günstigen gebrauchten Pkw eintauscht.

Diese Betrachtungsweise stößt an ihre Grenzen, wenn die Betriebskosten eines in der Anschaffung teureren Pkw deutlich geringer sind als die eines günstigeren Gebrauchtfahrzeugs. Dies ist insbesondere bei Elektrofahrzeugen der Fall. Da hierzu aber bislang keine belastbaren empirischen Daten vorliegen, wurde die Wahl des Fahrzeugtyps und die Anpassungsreaktion auf steigende Energiepreise „Kauf eines sparsameren, teureren Neuwagens“ nicht explizit modelliert. Hier bleibt weiterer Forschungsbedarf.

Wohn- und Energiekosten

Die Kosten für Wohnung und Energie umfassen:

- Die Nettokaltmiete bei Mieterhaushalten
- Die „unterstellte Miete“ bei Eigentümerhaushalten, also die Miete, die dem Haushalt entgeht, da er die Immobilie nicht zum Marktpreis vermietet
- Die „kalten“ Betriebskosten der Immobilie
- Die Energiekosten für Heizen, Strom und Warmwasserbereitung

Eigentümerhaushalten mit einer Immobilie werden mit der „unterstellten Miete“ die Opportunitätskosten einer Vermietung der Wohnung angerechnet. Diese Haushalte haben in der Regel bereits einen gewissen Anteil der Kosten (bis zu 100 %) der Immobilie getilgt.

Um dies zu berücksichtigen, können bei Eigentümerhaushalten nur die Kosten für Zins und Tilgung sowie eine Instandhaltungsrücklage als Wohnkosten angerechnet werden. Dadurch wird allerdings der für das €LAN-Projekt zentrale Indikator „Anteil der Wohnkosten am Haushaltseinkommen“ für Eigentümerhaushalte sehr niedrig angesetzt und vernachlässigt die Opportunitätskosten des in der Immobilie gebundenen Kapitals. Zudem geht der Tilgungsanteil an den Kreditraten in die Vermögensbildung ein und würde damit sowohl zu den Wohnkosten zählen als auch zur Vermögensbildung. Die so berechneten Wohnkosten wären zudem extrem abhängig von der Tilgungsrate des Haushalts und den aktuellen Marktzinsen. Zudem müsste der Haushalt Instandhaltungsrücklagen zum

Werterhalt der Immobilie bilden, die zu den Wohnkosten hinzuzurechnen wären. Dies wird aber in der Praxis von vielen Haushalten vernachlässigt.

Daher wird hier ein anderer Weg gewählt: Aus dem Marktwert der Immobilie abzüglich der verbleibenden Hypothek wird ein fiktives „Einkommen aus dem selbstgenutzten Wohneigentum“ dem verfügbaren Einkommen hinzugerechnet. Davon wird eine Instandhaltungsrücklage in Höhe von 25 €/je m² und Jahr abgezogen.

Dadurch erhöht sich das verfügbare Nettoeinkommen um „virtuelle Kapitaleinkünfte“ aus dem abgezahlten Teil der Immobilienkosten, die im Gegensatz zu anderen Kapitaleinkünften aber nicht versteuert werden müssen. Bei einer völlig abgezahlten Immobilie fallen nur noch die Instandhaltungsrücklagen sowie die Betriebs- und Energiekosten als Wohnkosten an.

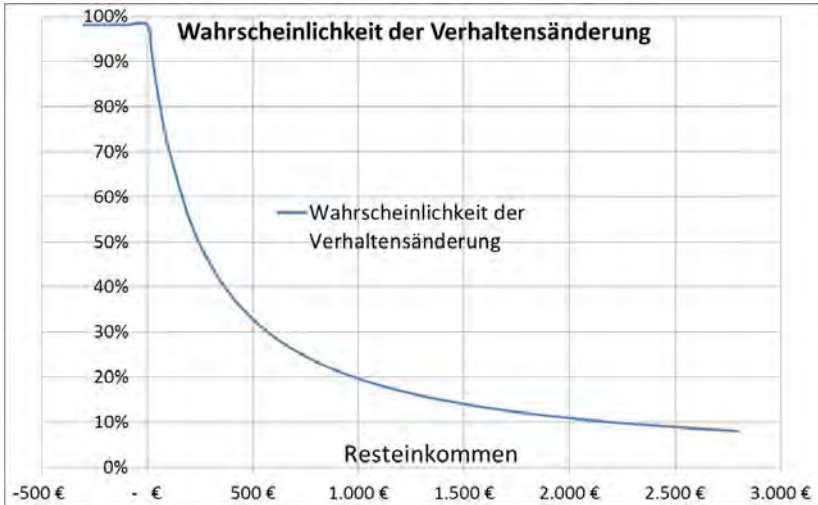
Handlungsdruck

Das verfügbare Einkommen kann für andere Konsumzwecke sowie für Sparen/Vermögensbildung eingesetzt werden. Hiervon wird noch je nach Haushaltstyp ein Minimalbedarf für Nahrung, Kleidung etc. abgezogen und es ergibt sich ein Resteinkommen, über das der Haushalt verfügen kann.

Auf der Basis dieses Resteinkommens wird ein „Handlungsdruck“ für den Haushalt abgeschätzt, sein Verhalten im Bereich Mobilität oder Wohnen aus Kostengründen zu ändern. Je höher das Resteinkommen, desto geringer der Handlungsdruck, etwas zu verändern. Ist das Resteinkommen Null oder negativ, ist der Handlungsdruck extrem hoch und die Wahrscheinlichkeit einer Verhaltensänderung wird mit 100 % angenommen. Geht das Resteinkommen gegen Null, hat der Haushalt keine Spielräume mehr, bei anderen Konsumausgaben zu sparen und der Handlungsdruck steigt, sein Mobilitätsverhalten zu ändern: eine günstigere oder besser gelegene Wohnung zu suchen, mehr zu arbeiten, um das Einkommen zu erhöhen oder – wenn das Pendeln zu teuer wird, einen neuen Arbeitsplatz zu suchen, bei dem (nach Abzug der Mobilitätskosten) mehr verfügbares Einkommen übrig bleibt.

Haushalte mit einem hohen Handlungsdruck haben eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass sie ihr Verhalten im Folgejahr ändern müssen (Abbildung 28). Auf der Basis dieser Wahrscheinlichkeit werden Haushalte markiert, die in der nächsten Simulationsperiode prüfen, wie sie durch eine Veränderung der Verkehrsmittelwahl, des Pkw-Besitzes, der Wohnung oder des Arbeitsplatzes ihre Situation verbessern können.

Abbildung 28: Wahrscheinlichkeit der Verhaltensänderung durch Handlungsdruck bei geringem verfügbarem Einkommen



Quelle: Eigene Darstellung

4.7.3 Öffentliche Haushalte

Im Steuer- und Transferleistungsmodell werden die Steuerzahlungen der Haushalte an den Staat sowie die Transferleistungen wie die nach SGBII, die Übernahme der Kosten der Unterkunft, das Wohngeld etc. berechnet (Abbildung 29). Die Steuern fließen nach einem bestimmten Schlüssel unterschiedlichen staatlichen Ebenen zu. Die Sozialausgaben werden ebenfalls von verschiedenen staatlichen Ebenen getragen.

Energiepreissteigerungen haben daher direkte Auswirkungen auf die Finanzen der Kommunen, Kreise, Länder oder des Bundes, z. B. wenn die Kommunen die gestiegenen Heizkosten über die Kosten der Unterkunft übernehmen müssen (Abbildung 30). Hier sind dann vor allem Kommunen mit vielen Sozialhilfeempfängern betroffen. Indirekt werden langfristig die Kommunalfinanzen über die Veränderung der Bevölkerungsstruktur und damit auch der lokalen Einkommenssteuerbasis beeinflusst.

Abbildung 29: Energiepreise und kommunale Einnahmen



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 30: Energiepreise und kommunale Ausgaben



Quelle: Eigene Darstellung

Das Modul „öffentliche Haushalte“ stellt diese Effekte auf die Finanzen der Kommunen differenziert dar. Der Simulation der öffentlichen Haushalte liegt eine empirische Schwierigkeit zugrunde, die durch die verfügbaren Daten zu erklären ist. Es sind zunächst zwei Datenkategorien zu unterscheiden. Die erste betrifft reale Daten, wie sie sowohl für die Bevölkerung als auch für verschiedene fiskalische Posten der Kommunen aktuell und für vergangene Jahre vorliegen. Diese Daten können ausgewertet werden, was Rückschlüsse auf die Zusammenhänge zwischen bestimmten Größen erlaubt. Die zweite Kategorie betrifft die Daten, mit denen im Modell €LAN gerechnet wird. Diesem Datensatz liegen zunächst Strukturdaten zugrunde. Diese werden dann mit Akteuren (Individuen, Haushalten, Firmen) gefüllt und fortgeschrieben (Kapitel III.3). Dieser synthetische Datensatz verfügt nicht über alle Variablen, die geläufiger Weise zur Erklärung kommunaler Finanzen herangezogen werden. Die Anzahl der projizierten Parameter ist somit stark eingeschränkt, was eine unvollständige Schätzgleichung nach sich zieht. Auf der anderen Seite enthält er Daten, die als Stellvertreter für die fehlenden Variablen dienen können.

Die Veränderung der Posten der kommunalen Finanzen wird in einem zweigeteilten Verfahren unter Verwendung beider Datenkategorien bestimmt. Es wurde eine breite Basis kommunaler Daten erstellt. Hierbei wurden die Daten auf die Kreise der Untersuchungsregion begrenzt, um ein gutes Abbild der Kommunen in der interessierenden Gegend zu erhalten und strukturelle Verzerrungen durch Daten anderer Regionen zu vermeiden. Diese Daten wurden dann hinsichtlich verschiedener fiskalischer Variablen ausgewertet.

Anforderungen an das Schätzverfahren sind Konsistenz, Transparenz, Robustheit und Präzision. Nach Testen verschiedener Schätzverfahren und gründlicher Überlegung wird ein OLS-Verfahren verwendet, wobei jedoch die einzelnen Gemeinden als Cluster identifiziert werden, um für Korrelationen innerhalb der Gemeinde über die Zeit zu kontrollieren.

Eine Annahme dieses Verfahrens ist, dass die unbeobachteten Faktoren unkorreliert mit den Regressoren des Modells sein müssen und zudem homoskedastisch. Für die Fehlerterme wird angenommen, dass sie normalverteilt sind mit dem Erwartungswert Null.

Bei vollständiger Datenlage könnten alle Daten, die für die Abschätzung der Effekte der demographischen Veränderungen und der unterstellten Energiepreiserhöhungen benötigt werden, fortgeschrieben werden. Da jedoch nicht alle Variablen fortgeschrieben werden können, ist eine Spezifikation einer vollständigen Schätzgleichung nicht möglich.

Aufgrund der Datenlage und der langen Frist der Projektionen in €LAN wurde daher eine Modellierung der kommunalen Finanzen gewählt, die sich am Status Quo nationaler und internationaler Tragfähigkeitsrechnungen orientiert. Auch wenn diese Studien diverse Differenzen in ihrer Methodik aufweisen, lässt sich ein gemeinsamer Grundstandard erkennen. Einzelne Posten, die gut anhand vorhandener und plausibel fortgeschrieben Daten erklärt werden können, werden vollständig oder teilweise an diesen entlang fortgeschrieben. Dies geschieht meist über Einnahmen oder Ausgaben pro Kopf oder je Kohorten. Andere Posten oder Anteile der teils differenziert fortgeschriebenen Einnahmen oder Ausgaben werden anhand des BIP fortgeschrieben. Dies impliziert, dass ihr Anteil am BIP konstant bleibt. Da nicht alle erklärenden Parameter in die Zukunft fortgeschrieben werden, ist die Schätzgleichung für die einzelnen fiskalischen Posten unvollständig. Dies führt ökonomisch und in diesem Fall unvermeidbar zu verzerrten Schätzern (omitted variable bias).

Für die Kommunalfinanzen bedeutet dies im Einzelnen folgende Fortschreibungsmethoden:

Gewerbesteuer

Die Gewerbesteuer hängt faktisch von einer größeren Anzahl Parameter ab, als im Modell fortgeschrieben und ermittelt werden. Sie bemisst sich für jede Kommune nach den Erträgen der gewerbesteuerpflichtigen Unternehmen und dem kommunalen Hebesatz. Die Kommunen führen von ihrem Gewerbesteueraufkommen jedoch einen Teil als Gewerbesteuerumlage an die Länder ab. Der Unternehmensgewinn wiederum ist signifikant abhängig vom BIP, was dazu führt, dass die Gewerbesteueraufkommen und –einnahmen stark im Zeitverlauf – mit der Konjunktur – schwanken. Mangels der Gewinne der Unternehmen und aufgrund der modellexogenen Festlegung des BIP sowie aufgrund der verfügbaren Daten der synthetischen Population und realen Schätzdaten auf individuell kommunaler Ebene, wird daher für eine demographie- und firmographie-reagible Fortschreibung der Gewerbesteuer die Variable der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten am Arbeitsort als Stellvertretervariable genutzt. Es wird angenommen, dass diese Variable über Multikollinearitätsbeziehungen letztlich als eine Art Globalindikator die Entwicklung der Gewerbesteuereinnahmen abbilden kann. 75 % des Gewerbesteueraufkommens werden an der Anzahl der modelldogenen sozialversicherungspflichtig Beschäftigten am Arbeitsort fortgeschrieben, die verbleibenden 25 % werden an der Entwicklung des exogenen BIP fortgeschrieben.

Kommunaler Anteil an der Einkommensteuer

Die Einkommensteuer ist eine Gemeinschaftssteuer. Die Gemeinden erhalten 15 % des Aufkommens der Lohnsteuer und der veranlagten Einkommensteuer sowie 12 % des Aufkommens der Kapitalertragsteuer. Im Rahmen der Aufteilung des Gemeindeanteils auf die einzelnen Kommunen hat jede Gemeinde eines Landes einen gemeindespezifischen Schlüssel. Die Summe der Schlüsselzahlen einer Gemeinde ist auf 1 normiert. Die Schlüsselzahl wird berechnet durch Division des Sockelaufkommens der Gemeinde durch die Summe der Sockelaufkommen aller Gemeinden eines Landes. Das Sockelaufkommen ergibt sich aus den Einkommensteuerzahlungen der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach Wohnsitzprinzip. Es erfolgt eine Deckelung, um kommunale Aufkommensunterschiede abzumildern (§1 ff. GemFinRefG). Datengrundlage sind die Bundesstatistiken über die Lohn- und veranlagte Einkommensteuer; diese stehen allerdings frühestens fünf Jahre nach Erhebung zur Verfügung. Eine Umstellung der Verteilungsschlüssel auf aktualisierter Datenbasis erfolgt nur alle drei Jahre. Die Einnahmen der Gemeinde hängen somit von der Einwohnerzahl und deren Einkommensstruktur ab. Die Effekte demografischer Änderungen führen allerdings erst zeitverzögert zu Änderungen in der Einkommensstruktur.

Der kommunale Anteil an der Einkommensteuer bestimmt sich nach den Einkommen der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten am Wohnort und unterliegt hierbei einer Kappungsgrenze. Die Einkommen am Wohnort werden im Modell €LAN ermittelt. Jedoch gilt dies nur für die Kreise der Untersuchungsregion, so dass die Summe der Einnahmen aus der Einkommensteuer, die es zu verteilen gilt, nicht bekannt ist. Aus diesem Grund wird der kommunale Anteil an der Einkommensteuer durch die Variable der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten am Wohnort approximiert. Die zeitliche Verzögerung von drei Jahren wird bewusst nicht berücksichtigt, um den lokalpolitischen Akteuren sowie den Verwaltungsvertretern tatsächliche Effekte im Rahmen des Projektionszeitraumes verdeutlichen zu können. Der kommunale Anteil an der Einkommensteuer wird zu 55 % an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten am Wohnort und zu 45 % am BIP fortgeschrieben.

Grundsteuer

Auf Grund des marginalen Anteils der Grundsteuer A an den Einnahmen der Kommunen liegt der Fokus auf der Grundsteuer B. Diese wird ermittelt aus den Einheitswerten der Gebäude und Grundstücke, die 1964 für die alten und 1935

für die neuen Bundesländer festgelegt wurden, sowie aus dem kommunalen Hebesatz für die Grundsteuer B. Die Einheitswerte liegen nicht vor, vor allem ist jedoch die Festsetzung der Einheitswerte für Neubauten im Modell nicht möglich. Daher ist auch hier eine Stellvertretervariable zu verwenden, um das gemeindescharfe Aufkommen aus der Grundsteuer zu erklären. Berechnungen mit verschiedenen Flächenwerten, die sowohl in den Ist-Daten enthalten sind, als auch in €LAN fortgeschrieben werden, zeigen, dass die Gebäudefläche in Kombination mit dem Hebesatz die treffsichersten Ergebnisse liefert. Aus diesem Grund wird das Aufkommen der Grundsteuer B im Modell als Produkt aus Gebäudefläche und kommunalem Hebesatz der Grundsteuer B ermittelt. Durch dieses Vorgehen ist auch eine Reagibilität auf politische Maßnahmen wie das Ausweisen eines Neubaugebietes gesichert. Die Methode unterstellt implizit, dass die Einheitswerte der neuen Gebäude, die im Laufe der Projektionsjahre entstehen, den durchschnittlichen Einheitswerten der bisherigen Gebäude in den Kommunen entsprechen. Da sich die Einheitswerte jedoch unter anderem auch hieran orientieren, ist diese Verzerrung ggf. geringer als angenommen werden könnte.

Darüber hinaus zeigt sich, dass das tatsächliche Grundsteueraufkommen mit dieser Methode retrospektiv am nächsten getroffen wird, indem ein Korrekturfaktor von $5/3$ berücksichtigt wird. Diese Abweichung lässt sich damit erklären, dass auch auf unbebaute, aber bebaubare Grundstücke Grundsteuer erhoben wird. Dennoch erklärt die Variable „Gebäudefläche“ das Aufkommen treffsicherer als die Variable „Bodenfläche“ oder andere. Ein weiterer Grund für den Korrekturfaktor besteht darin, dass die Gebäudefläche mit einem Faktor versehen werden muss, um die Basis der Grundsteuer, auf die dann der Hebesatz erhoben wird, repräsentieren zu können.

Kommunaler Ansatz an der Umsatzsteuer

Die Umsatzsteuer ist eine Gemeinschaftssteuer. Da der Verteilungsschlüssel für die Umsatzsteuer für den gesamten Projektionszeitraum bereits anhand von Vergangenheitsdaten festgeschrieben ist, ist die Verteilung des Umsatzsteueraufkommens auf die Kommunen bereits determiniert, unabhängig von zukünftigen demographischen oder wirtschaftlichen Entwicklungen. Lediglich eine Fortschreibung des gesamten zu verteilenden Aufkommens aus der Umsatzsteuer ist vorzunehmen. Eine Schwierigkeit der Projektion besteht darin, dass der Verteilungsschlüssel des Umsatzsteueraufkommens im Projektionszeitraum gesetzlich verändert wird. Bis zum Jahr 2009 galt der alte Verteilungsschlüssel, ab dem

Jahr 2018 gilt ein heute schon festgelegter neuer Schlüssel. Für die Zeiträume 2009-2011, 2012-2014 sowie 2015-2017 gelten Übergangsschlüssel. Hier wird das Umsatzsteueraufkommen anteilig nach altem und neuem Schlüssel verteilt, um einen sanfteren Übergang für die Kommunen zu schaffen. In der Projektion im Modell €LAN wird der neue Schlüssel exakt nachprogrammiert, allerdings konstant auf der für 2018 geltenden Datenbasis. Die Anpassungen der Datenbasis, die ab 2018 alle drei Jahre vorgesehen sind, können nicht ex ante geleistet werden. Dies überschätzt (bzw. unterschätzt) letztlich die Umsatzsteueranteile der Kommunen, die im Laufe der Zeit an Gewerbebetrieben und sozialversicherungspflichtig Beschäftigten verlieren (bzw. gewinnen). Bis 2009 galten verschiedene Verteilungsschlüssel für die alten und neuen Bundesländer.

Dieser Verteilungsschlüssel kann aufgrund des hohen Alters der zugrunde liegenden Daten nicht im Detail nachprogrammiert werden. Die Verteilung nach dem alten Schlüssel wurde für alle Kommunen des Untersuchungsraumes anhand der Anteile an der Umsatzsteuer der Jahre 2000-2011 geschätzt. Das Umsatzsteueraufkommen auf Bundesebene wurde anhand von Vergangenheitsdaten im Trend fortgeschrieben und um Preissteigerungen bereinigt, so dass alle Werte in Preisen von 2010 dargestellt werden. Ebenfalls aus Vergangenheitsdaten des Zeitraumes 2000-2011 wurde geschätzt, welchen Anteil des bundesweiten Umsatzsteueraufkommens die Gemeinden des Untersuchungsraumes in der Summe im Durchschnitt erhalten haben. Dieser Anteil des Umsatzsteueraufkommens der Kommunen des Untersuchungsraumes muss mangels der Simulation außerhalb liegender Geschehnisse für den gesamten Projektionszeitraum aufrecht erhalten werden.

Ausgaben der Kommunen

Auch kommunale Ausgaben (wie z. B. Straßenbeleuchtung, Schwimmbäder, Schulen) sind von Energiepreissteigerungen betroffen. Diese lassen sich jedoch nicht aus den Ausgaben für die jeweiligen Bereiche separieren, so dass eine Fortschreibung explizit des Kostenanteils für Energie nicht möglich ist. Im Rahmen von Tragfähigkeitsrechnungen werden einzelne Posten mit einem Faktor größer eins am BIP fortgeschrieben. Ein solcher Ansatz wird auch im Modell €LAN grundsätzlich verfolgt. Die Wahl des Faktors sollte sich jedoch an objektiven Kriterien orientieren. Solange dies nicht fundiert gelingt, können Veränderungen der Ausgaben der öffentlichen Haushalte nur für einzelne Posten ausgewiesen werden. Dies sind zunächst die Zahlungen, die sich aus den Transfers an die privaten Haushalte ergeben.

Gebühren

Im kommunalen Bereich kommt den gebührenrechnenden Einheiten eine große Bedeutung zu. Mangels flächendeckender Daten können diese leider nicht fortgeschrieben werden. Zudem wäre eine solche Schätzung auch mit großer Unsicherheit behaftet: So ist es sowohl möglich, dass bei höheren Kosten die Gebühren steigen (Wasser, Müll etc.) als auch, dass diese Bereiche vermehrt aus den kommunalen Haushalten bezuschusst werden. Im ersten Fall resultiert eine Mehrbelastung der privaten, im zweiten eine der öffentlichen Haushalte. Obwohl dieser Bereich nicht verlässlich abgebildet werden kann, ist er bei der Interpretation der Ergebnisse dennoch zu berücksichtigen.

Finanzausgleiche

Die oben erläuterten Finanzausgleichssysteme können im Rahmen von €LAN aus mehreren Gründen nicht im Einzelnen simuliert werden. Zunächst bestehen große Unsicherheiten in den projizierten Einnahmen und Ausgaben der Gemeinden, die Vorhersagen eines Finanzausgleichsmodells in seiner Unsicherheit noch verstärken würden. Die Steueraufkommen werden zudem nur für die Kommunen des Untersuchungsgebietes fortgeschrieben, so dass der Finanzstatus der Kommunen außerhalb der räumlichen Abgrenzung unbekannt bleibt. Ohne eine vollständige Erfassung der Bedarfe und der Finanzkraft aller Kommunen eines Bundeslandes können jedoch die relativen Positionen der Kommunen nicht bestimmt werden, so dass die Schlüsselzahlen nicht ermittelt werden können. Insofern können die Finanzausgleiche nicht direkt und explizit simuliert werden. Ihre Effekte werden jedoch indirekt und implizit größtenteils erfasst, indem z. B. bei der Gewerbesteuer nicht die Entwicklung der Aufkommen, sondern der Einnahmen (also nach Umverteilung) projiziert wird.

5 Stand der Modellumsetzung und Nutzung von Zwischenständen im Planspiel

Im Rahmen der Laufzeit des €LAN-Projekts konnten nicht alle Teilmodule dynamisch umgesetzt werden. Insbesondere die Datenbeschaffung sowie die Programmierung dauerte länger als geplant, während hierfür nicht alle Ressourcen ständig verfügbar waren.

Erfolgreich umgesetzt werden konnte die Entwicklung des Simulationsframeworks. Die synthetische Population konnte mit allen benötigten Attributen er-

zeugt werden. Die für das Planspiel benötigten Teilmodelle wurden programmiert und erfolgreich validiert. Einige Teilmodelle konnten nur konzipiert, aber im Rahmen der Projektlaufzeit nicht mehr fertig programmiert werden. Andere Teilmodelle konnten zwar programmiert und im Rahmen von Tests der Teilmodule (Unittests) funktional geprüft werden, eine abschließende übergreifende inhaltliche Plausibilisierung im Sinne eines Integration-Tests des Gesamtmodells war somit allerdings nicht möglich.

Zeitlich parallel zur Modellentwicklung mussten für die Planspieltermine Zwischenergebnisse geliefert werden. Daher wurden hierfür vereinfachte Modellergebnisse erzeugt, die Aussagen zu den wesentlichen Indikatoren erlauben, ohne auf einen Komplettdurchlauf der integrierten Landnutzungs- und Verkehrssimulation angewiesen zu sein.

So wurde die Demographie zunächst ohne die Wanderungen und die Standortwahl simuliert, um die demographischen Effekte in den Raumtypen abzubilden. Die Auswirkungen steigender Energiekosten auf die Heizkosten unterschiedlicher Haushaltstypen und deren Budgets wurden mit den Teilmodellen zu den Nebenkosten und Haushaltsbudgets modelliert. Mit dem Verkehrsmodell wurden die Effekte steigender Energiepreise oder von Investitionen in den ÖPNV auf das Verkehrsverhalten, auf die Mobilitätskosten und auf die Erreichbarkeiten jeweils zu verschiedenen Zeitpunkten simuliert, ohne diese Erreichbarkeiten anschließend in die Standortwahlmodelle zurückzuspeisen. Vielmehr wurden auf Basis der veränderten Kostenstrukturen für Wohnen und Mobilität und der veränderten Erreichbarkeiten die Auswirkungen auf die Wanderungen von Haushalten in der Region und daraus folgend, auf die Immobilienpreisentwicklung auf verschiedene Gemeindetypen mit planerischen Erfahrungswerten abgeschätzt.

Die für die Planspieltermine genutzten Ergebnisse beruhen somit auf vereinfachten Prognose- und Szenarioberechnungen. Ihre Aussagekraft und Genauigkeit reichten im Planspiel jedoch aus, um den Teilnehmern die komplexen Wirkungszusammenhänge zwischen Energiepreisen, Landnutzung und Mobilität zu verdeutlichen und dabei auf grundsätzliche räumliche Wirkungsunterschiede eingehen zu können.

Im Rahmen der Abschlussstagung hatten die Teilnehmer des Planspiels zudem die Möglichkeit, bei einer begleitenden Sonderveranstaltung einen vertieften Blick in den erreichten Stand des Modells zu erhalten. Dazu wurde das Modellwerkzeug quasi „live“ für sie geöffnet. Zudem wurden ihnen Ergebnisse weiterer Modellierungen und Auswertungen in Form von Karten und GIS-Auswertungen vorgestellt.

IV Das Planspiel: Abbildung politischer Entscheidungsprozesse

Planspiele werden heutzutage vorwiegend in den Bereichen Lehre, Management und Verwaltung eingesetzt, um beispielsweise Prozesse zu optimieren, als Instrument der Beratung, für didaktische Zwecke oder dergleichen. Trotzdem werden Planspiele nur vereinzelt als ein aktives Instrument in der Planung genutzt, obwohl sie auch im Bereich der politischen Beratung und zur Entscheidungsunterstützung zum Einsatz kommen (Böhret, Wordelmann, Grün und Frankenbach 1997). Welche Planspiele beispielsweise bereits in der aktiven Unterstützung von Entscheidungsträgern in der politischen Beratung angewendet wurden, kann z. B. bei Herz und Blätte (2000) nachgelesen werden. Allerdings hat sich bisher noch kein Planspiel an dieser bereits beschriebenen Energiepreisproblematik versucht und dabei Entscheidungsträger an einer solch umfassenden iterativen Prozesskette beteiligt.

Im Projekt €LAN werden im Rahmen des Planspiels politische und planerische Anpassungsreaktionen auf permanent steigende Energiepreise untersucht. Eine Grundidee des Projekts €LAN ist es, ein sozial- und politikwissenschaftliches Experiment (Planspiel) mit ausgewählten Entscheidungsträgern aus Politik und Verwaltung – als Repräsentanten – durchzuführen, um so einen Einblick in die „Black-Box“ Politik zu bekommen und Entscheidungen von administrativer und politischer Seite besser zu verstehen. Die Auswirkungen der Anpassungsstrategien werden dann durch das integrierte Verkehrs- und Landnutzungsmodell dargestellt.

Das Planspiel erweitert die Akteursgruppen des Forschungsprojektes um die Dimension der Vertreter aus Politik und Verwaltung. Die im Modell integrierten (Verhaltens-)Reaktionen und Entscheidungen der beiden anderen wichtigen Akteursgruppen „private Haushalte“ und „Unternehmen“ sind nicht Untersuchungsgegenstand des Planspiels, sie wurden vielmehr durch ökonometrische Verfahren geschätzt und anschließend kalibriert. Der hier verwendete Methodenmix erweitert die in der Planung gängigen Methoden der Wirkungsfolgenabschätzung um einen qualitativen Aspekt und erlaubt die Simulation eines „wahrscheinlichen“ Anpassungsszenarios 2025.

Nachfolgend wird in Kapitel IV.1.1 zunächst ein Überblick über die Hauptpunkte der Analysearbeit gegeben, welche die Grundlage für die Entwicklung des

Planspiels legt, die in Kapitel IV.1.2 beschrieben wird. Kapitel IV.2 befasst sich dann mit dem praktischen Ablauf des Planspiels im Projekt €LAN. Anschließend fasst Kapitel IV.3. die Ergebnisse des Planspiels zusammen und Kapitel IV.4 beschreibt das weitere Potenzial und mögliche Perspektiven für die hier dargestellte Methodik des Planspiels.

1 Konzeption des Planspieldesigns

1.1 Policy-Analyse

Bereits zu einer sehr frühen Projektphase wurde eine Policy-Analyse durchgeführt. Diese diente der Identifikation der für die Forschungsfrage relevanten Akteure aus Politik und Verwaltung sowie deren Entscheidungslogik und Kompetenzen (Akteursanalyse), der Erfassung der Beziehungen zwischen den Akteuren (Netzwerkanalyse) und der Abbildung des politischen Regelsystems (Institutionenanalyse). Ziel der Policy-Analyse war es, die notwendigen Grundlagen für eine systematische Ableitung der Planspielorganisation und der Auswahl der Planspielteilnehmer (Experimental Design) zu schaffen. Das Forscherteam verwendete hierbei einen eher intuitiven, pragmatisch geprägten Ansatz. Deswegen wird im weiteren Verlauf der Darstellung von einer Differenzierung zwischen Akteurs-, Netzwerk- und Institutionenanalyse abgesehen.

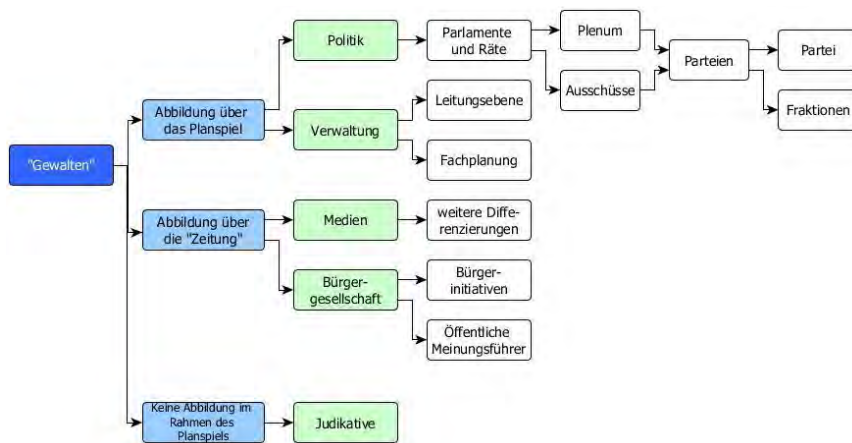
Eine erste Annäherung an die Ausgestaltung des Experimental Designs – insbesondere der systematischen Ableitung der Planspielorganisation und die Auswahl der Planspielteilnehmer – erfolgte, indem im Rahmen mehrerer Brainstorming-Sitzungen erarbeitet wurde, welche „Dimensionen“ für die die Forschungsfrage betreffenden Entscheidungsprozesse von Politik und Verwaltung relevant sind. Vier wesentliche Dimensionen wurden hierbei identifiziert und im Folgenden genauer erläutert:

- Gewalten
- Politikfeld
- Verwaltungsebene
- Grad der Betroffenheit

Gewalten

Die erste Dimension erfasst die am politischen Entscheidungsfindungsprozess beteiligten relevanten Gewalten. Die hier verwendete Differenzierung weicht hierbei von der klassischen Gewaltenteilung (Legislative, Exekutive und Judikative) ab. Die dritte Gewalt der Judikative erschien für das Experimental Design weniger relevant und wurde daher ausgeklammert. Für das Planspiel-Design erschienen dem Forscherteam neben Politik (Legislative) und Verwaltung (Exekutive) vielmehr „die Medien“ und „die Bürgergesellschaft“ wesentlich (Abbildung 31). Politik und Verwaltung sind die zentralen Akteursgruppen, die im Planspiel vertreten waren. Insbesondere auf der kommunalen Ebene kommt hierbei der Verwaltung ein nicht unerheblicher Gestaltungsspielraum zu – dies galt es bei der Wahl der Planspielteilnehmer zu berücksichtigen. Die „Medien“ und die „Bürgergesellschaft“ hingegen waren nicht aktiv durch Akteure vertreten, sondern wurden durch eine fiktive Presseschau in das Planspiel integriert (Kapitel IV.1.2.2 und Abbildung 38).

Abbildung 31: Die „politischen Gewalten“ und ihre Berücksichtigung im Experimental Design



Quelle: Eigene Darstellung

Politikfeld

Zentraler Forschungsgegenstand des Projekts €LAN sind die verhaltensstrukturellen und politisch-planerischen Anpassungsreaktionen an einen steigenden Energiepreis, insbesondere in den Bereichen Mobilität und Siedlungsstruktur („Wohnen“). Für die Ausgestaltung des Ablaufs und die Auswahl der Planspielteilnehmer erschien es daher sinnvoll, aus der großen Vielzahl an Politikfeldern die für die Forschungsfragestellung relevanten abzugrenzen. Die durch das Forscherteam vorgenommene Abgrenzung umfasst die fünf Politikbereiche Siedlungs-, Verkehrs-, Steuer-, Sozial- und Umweltpolitik. Insbesondere in den Bereichen der Steuer-, Sozial- und Umweltpolitik sind nur einzelne Themenfelder projektrelevant. Die Dimension „Politikfeld“ war für die Auswahl der Akteure von Interesse. Insbesondere bei den Akteuren aus den Fachplanungen und politischen Fachausschüssen war die Dimension bei der Erarbeitung der verschiedenen Maßnahmenets von Relevanz.

Verwaltungsebene

Die ausgewählten Politikbereiche wurden auf unterschiedlichen Verwaltungsebenen behandelt. Der föderale Staatsaufbau der Bundesrepublik Deutschland bedingt dabei teilweise eine arbeitsteilige, sowie teilweise eine überlappende bzw. ineinander greifende Zuständigkeit. Hierbei galt es auch zu berücksichtigen, dass die Gemeinden an den Rahmengesetzgebungen des Bundes nicht direkt beteiligt sind, da sie auf dieser Ebene als Teil der Länder aufgefasst werden. Auf diesen Umstand haben die Gemeinden durch die Bildung eines relativ komplexen Geflechts an Interessensvertretungen mit Verbänden und Spitzenverbänden reagiert. Um sämtliche politisch-planerischen Entscheidungsebenen im Forschungsdesign zu berücksichtigen, waren die Akteure der drei föderalen Ebenen – Kommunen, Länder und Bund – in das Planspiel einzubinden (Kapitel IV.1.2). Auf der kommunalen Ebene war ferner eine Differenzierung zwischen kreisangehörigen und kreisfreien Gemeinden zu berücksichtigen sowie Unterschiede in der kommunalen Struktur der an der Metropolregion beteiligten Bundesländer (Abbildung 32).

Abbildung 32: €LAN-Untersuchungsraum und die zugehörigen Bundesländer



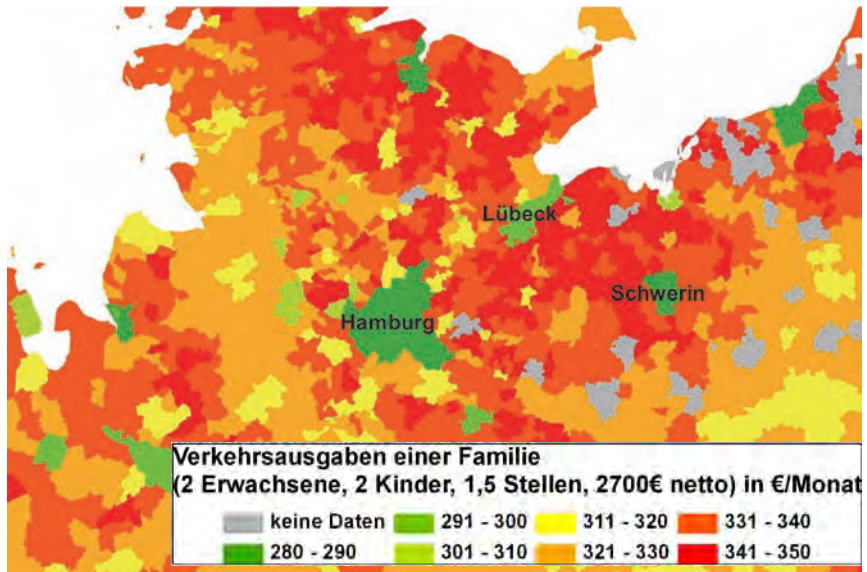
Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von Microsoft Map Point

Grad der Betroffenheit

Der Untersuchungsraum des Gesamtprojekts umfasst weite Teile Norddeutschlands mit dem nördlichen Niedersachsen, Hamburg, dem Süden Schleswig-Holsteins und dem westlichen Teil Mecklenburg-Vorpommerns. Wie eine Vorstudie zum Projekt €LAN zeigt, sind einzelne Teilräume dieses Untersuchungsraums unterschiedlich stark von der Energiepreisentwicklung betroffen (Abbildung 33).

Ziel der Akteursauswahl für das Planspiel war es daher, ein möglichst weites Spektrum der Betroffenheit abzudecken. Unterschieden wurde insgesamt zwischen fünf Stufen der lageabhängigen Betroffenheit: Regionszentrum Hamburg, Hamburger Umland, weiteres Umland, oberzentraler Pol und strukturschwacher ländlicher Raum. Um die Akteursauswahl für das Planspiel räumlich zu konzentrieren, wurde entschieden, für das Planspiel einen Fokusraum abzugrenzen. Dieser wurde so gewählt, dass er sowohl alle Betroffenheitsgrade steigender Energiepreise abdeckt als auch möglichst viele Länder mit einbindet. Das gelang in Form einer Achse bzw. Korridors von Hamburg ausgehend bis Nordwest-Mecklenburg hinein.

Abbildung 33: Grad der Betroffenheit am Beispiel der Verkehrsausgaben einer Familie

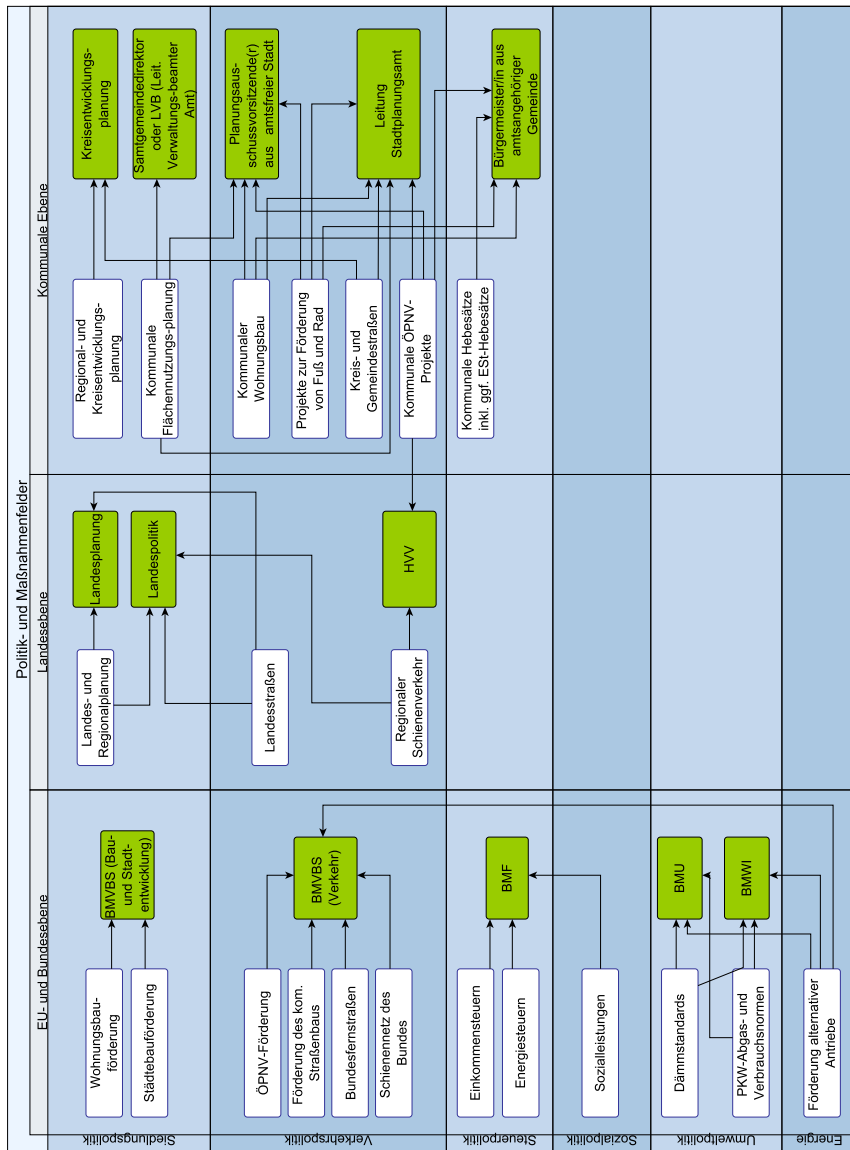


Quelle: Gertz et al. 2009

Angesichts der Vielzahl der Ausprägungen innerhalb der dargestellten Dimensionen erscheint es offensichtlich, dass nicht alle Kombinationsmöglichkeiten im Planspiel vertreten sein können. Deswegen nimmt Abbildung 34 zunächst einen Verschnitt der drei Dimensionen Gewalten, Verwaltungsebenen und Politikbereiche vor, um einen systematischen Überblick zu ermöglichen.

Die Abbildung verdeutlicht ferner die Unterschiede in der Kompetenzstruktur und den damit einhergehenden Anpassungsoptionen zwischen Bund, Ländern und Kommunen – auf diese wurde mit einer Zweiteilung des Planspiels reagiert. Somit wurde im Planspiel in die Ebene der Kommunen sowie die Ebene von Bund und Ländern unterschieden (Kapitel IV.1.2.2.).

Abbildung 34: Verschnitt der Dimensionen Gewalten, Politikfelder und Verwaltungsebenen



Quelle: Eigene Abbildung

1.2 Experimental Design

Neben der Klärung des grundlegenden Experimental Designs beschäftigte sich das Projektteam vorab insbesondere mit folgenden im Raum stehenden Fragen und Diskussionspunkten:

- Wann ist das Planspiel für das Forschungsteam und für die Teilnehmer ein Erfolg?
- Wie kann ein Mehrwert des Planspiels für die Teilnehmer sichergestellt werden?
- Wie können die Akteure motiviert werden, an mehreren Planspielterminen über einen längeren Zeitraum mitzuwirken?

Da eine vollständige Wiedergabe der Diskussion den Umfang dieser Veröffentlichung übersteigt, wird an dieser Stelle darauf verzichtet. Die Erkenntnis der Diskussion war, dass die Planspielteilnehmer nur dann an dem Projekt mitwirken würden, wenn sie einen Nutzengewinn sehen. Aus Perspektive des Projektteams konnte folgender Mehrwert für die Akteure identifiziert werden: Steigende Energiepreise, höhere Umweltschutzauflagen sowie ein Anstieg des Pkw-Verkehrs sind für viele Gemeinden zunehmend wichtige komplexe Aspekte in der Planung. Im Tagesgeschäft findet sich allerdings meist nicht die Möglichkeit, deren Konsequenzen für das eigene räumliche Zuständigkeitsgebiet zu hinterfragen, Anpassungsstrategien zu entwickeln und deren Effekte abzuschätzen. Auch bietet das Planspiel eine innovative Form des Austausches und der Interaktivität, weil es in einem geschützten Rahmen stattfindet, in dem die Möglichkeit des Austausches sowohl mit Vertretern der gleichen, aber auch anderen Zuständigkeitsbereichen und politisch-administrativen Ebenen besteht, die von den Folgen steigender Energiepreise zu einem ganz unterschiedlichen Grad betroffen sind.

Insgesamt ist das Planspiel der qualitativen Forschung zuzuordnen. Im Gegensatz zur quantitativen Forschung unterliegen die Ergebnisse des Planspiels somit vielen (unvorhergesehen) Faktoren. Dazu gehören beispielsweise die individuellen (Vor-)Kenntnissen der Teilnehmer, ihre Entscheidungen/ihr Verhalten während der Spielphase („Tagesform“) und ihre Harmonie als Gruppe, sowie die dazugewonnenen Erfahrungen während des Planspiels selbst, welche die Ergebnisse beeinflussen. Eine Wiederholung des Planspiels mit dem gleichen Ergebnis ist somit nicht möglich.

Im Unterschied zum Planspiel in der klassischen didaktischen Lehre, wo Lernende die vorgegebenen Charaktere darstellen, repräsentieren die Planspielteilnehmer in PLAN ihre jeweilige regional-planerische Institution aus dem Bereich der

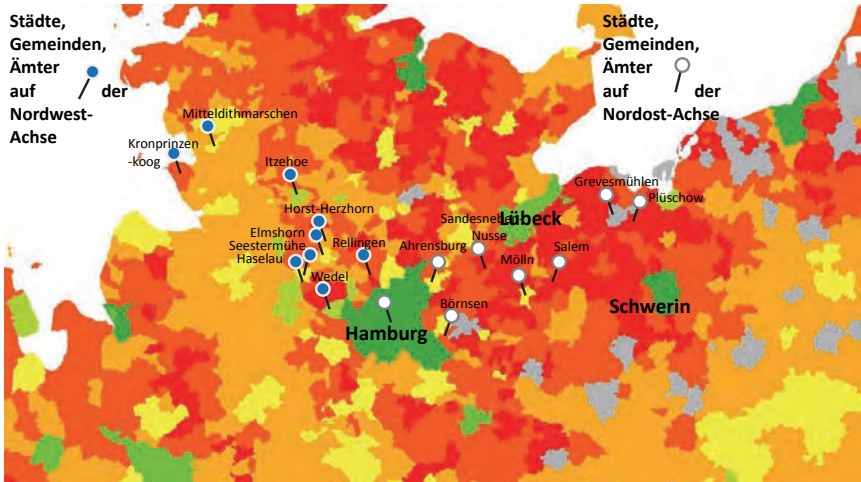
Verwaltung oder der Politik, die ihrem Tätigkeitsfeld entspricht. Die Spielregeln legen fest, dass die Planspieler für ihre Institution, Ebene etc. nur realistische Anpassungsstrategien „spielen“ (einbringen) dürfen. Die Handlungsspielräume der Akteure unterscheiden sich somit stark in Abhängigkeit der tatsächlichen administrativen Zugehörigkeit des Spielers, allerdings unterliegen auch Akteure der gleichen Ebene unterschiedlichen Restriktionen (z. B. Vertreter aus einer prosperierenden Kernstadt versus Vertreter aus dem peripheren Raum). Bei der Auswahl der Akteure wurde auch darauf geachtet, dass eine Kontinuität der Beteiligung der jeweiligen Vertreter (oder zumindest ihrer zu vertretenden Institution) sichergestellt war.

1.2.1 Räumliche Abgrenzung und zeitlicher Rahmen

Für die Ableitung der kommunalen Planspielakteure wurde die in Kapitel IV.1.1 beschriebene Policy-Analyse weiter verdichtet, mit dem Ziel, ein möglichst realitätsnahes Abbild der tatsächlichen Entscheidungsprozesse darzustellen. Als zentrale Kriterien hierfür wurden die beiden Aspekte „Rolle“ und „Raum“ identifiziert. „Rolle“ beschreibt dabei die (Macht-)Position eines Akteurs innerhalb des Meinungsfindungs- und Entscheidungsprozesses in Politik und Verwaltung im Untersuchungsraum. „Raum“ beschäftigt sich mit der räumlichen Verortung des Akteurs sowie dem Betroffenheitsgrad bei Energiepreissteigerungen. Für eine zielgerichtete Identifikation der Planspielteilnehmer wurden die Aspekte Raum und Rolle überlagert, wobei die Analyse die unterschiedlichen (kommunalen) Organisationsstrukturen der einzelnen Bundesländer auf den administrativen und politischen Ebenen berücksichtigt.

In einem nächsten Schritt wurden die identifizierten Entscheidungsträger aus der Praxis für eine Teilnahme am Planspiel angefragt. Die Gewinnung von Praxispartnern ist für den Erfolg transdisziplinärer Forschungsprojekte richtungweisend, allerdings auch sehr zeitaufwendig für das Projektteam. Das Projekt **€LAN** stieß bei den kontaktierten Vertretern der Kreise, Städte und Gemeinden generell auf reges Interesse, so dass es möglich wurde, insgesamt zwei Korridore in Norddeutschland zu untersuchen. Abbildung 35 zeigt die beiden Untersuchungskorridore mit der Verortung der mitwirkenden Städte, Gemeinden und Kreise auf kommunaler Ebene. Der zentrale Fokusraum für die Modellierung entspricht in etwa dem nordöstlichen Korridor des Planspiels.

Abbildung 35: Mitwirkende Gemeinden, Ämter und Städte auf kommunaler Ebene

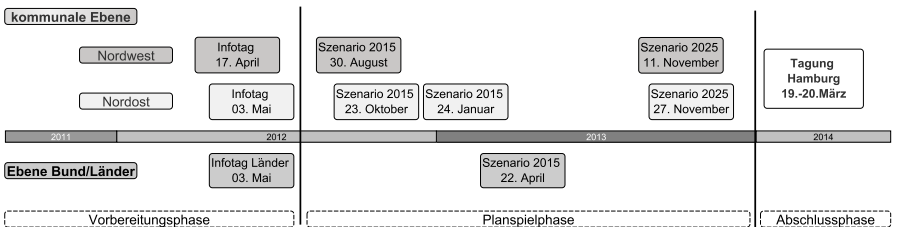


Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von Gertz et al. 2009

Die Möglichkeit mit insgesamt zwei Korridoren zu arbeiten, erlaubte es, den oben grob erklärten zeitlichen Ablauf noch weiter zu differenzieren.

Darauf folgend wurden zwei methodische Ansätze für die kommunale Ebene entwickelt, um verschiedene Herangehensweisen im Zusammenspiel mit den Akteuren erproben zu können: Für den Nordwestkorridor ist eine kürzere Planspielvariante mit insgesamt einem Informationstag, einem Planspieltermin und einem Feedbacktermin ausgearbeitet worden. Für den Nordostkorridor wurden neben der Informationsveranstaltung insgesamt drei Termine vorgesehen. Für die Ebene von Bund und Ländern wurde ein Arbeitstermin vorgesehen (Abbildung 36).

Abbildung 36: Veranstaltungen auf kommunaler und überregionaler Ebene im Planspiel



Quelle: Eigene Darstellung

Idealerweise findet auch für die Ebene von Bund und Ländern ein gemeinsamer Informationstag vor dem geplanten Arbeitstermin statt. Aus pragmatischen Aspekten mussten Zugeständnisse auf der Bundesebene an Regierungsumbildungen innerhalb der mehrjährigen Projektdauer gemacht werden. Zusagen konnten nicht über den gesamten Zeitraum an Stellen oder Personen gebunden werden. Daher wurde der Informationstermin der drei Länder zusammen mit dem Nordostkorridor durchgeführt. Für die Ebene des Bundes wurden die notwendigen Vorabinformationen in Absprachen mit den Beteiligten durch intensivere Briefings per Telefon und Schriftverkehr geführt.

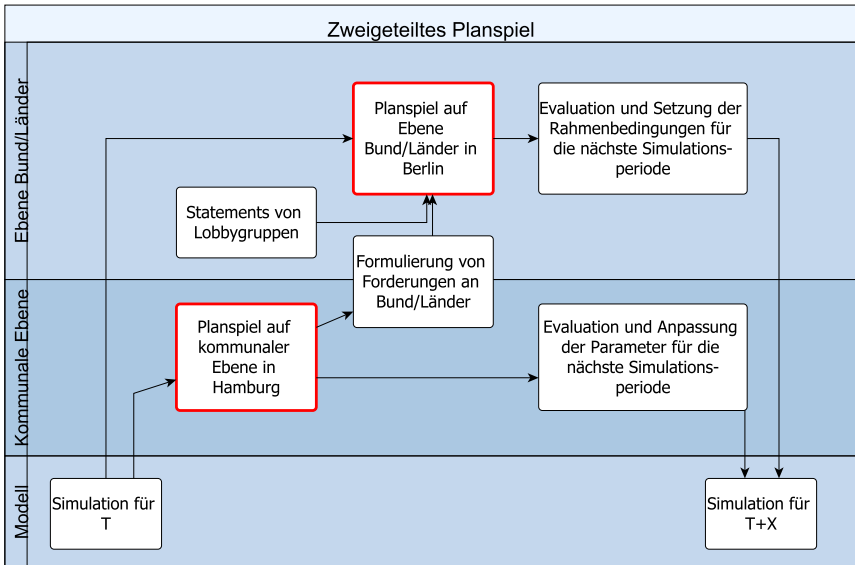
1.2.2 Iterativer Aufbau

Aufbauend auf den ersten Ergebnissen der Policy-Analyse entwickelte das Forscherteam ein Konzept, welches das Planspieldesign in zwei Ebenen bzw. Phasen gliedert: (1) kommunale Ebene (Gemeinden, kreisfreie Städte und Landkreise) (2) Länder und Bund. Dies ermöglichte eine realistische Abbildung der Entscheidungsprozesse der einzelnen politisch-planerischen Entscheidungsebenen – auch unter Berücksichtigung gegenseitiger Beziehungen und Wechselwirkungen.

Die Abgrenzung der Ebenen zielte darauf ab, die tatsächlichen Handlungsspielräume und Kompetenzen der jeweiligen Ebenen abzubilden. Während die Kommunen und Landkreise zwar die örtlich Zuständigen für die Bereitstellung von Sozialleistungen, für Großteile des ÖPNVs sowie die Siedlungsplanung sind, sind sie in vielen Belangen abhängig von den landes- und bundespolitisch gegebenen gesetzlichen Rahmenbedingungen und Spielräumen.

Auf Grundlage dieser Abhängigkeiten wurde auch im zeitlichen Ablauf des Planspiels nach den beiden Ebenen unterschieden (Abbildung 37). Entsprechend wurden zunächst die Planspielteilnehmer der kommunalen Ebene mit simulierten sozioökonomischen Kennziffern ihrer Kommune zum Szenariozeitpunkt T (=2015) konfrontiert. Für dieses Szenario von gestiegenen Energiepreisen sollte eine eigene (örtliche) Anpassungsstrategie entwickelt werden. Im Fokus des Planspiels stand dabei, wie und mit welchen Maßnahmen die jeweiligen Planspielakteure auf die simulierten Auswirkungen der Energiepreisänderungen reagierten und nicht die Entwicklung neuer Planungsinstrumente, Methoden und Maßnahmen (wenngleich diese Möglichkeit im Planspiel auch nicht ausgeschlossen war).

Abbildung 37: Zweiteilung des Planspiels nach kommunaler sowie Bundes- und Länderebene



Quelle: Eigene Darstellung

Da die Kompetenzen und Möglichkeiten der Kommunen begrenzt sind, sollten gleichzeitig Forderungen an Bund und Länder formuliert werden, die die eigene Strategie positiv unterstützen bzw. ermöglichen. Diese wurden in einem nächsten Schritt den Planspielteilnehmern der Landes- und Bundesebene vorgelegt (Zeitpunkt $T=2015$). Die Vertreter von Bund und Ländern sollten dann eine Anpassungsstrategie entwickeln bzw. Rahmensetzungen vornehmen und auf die Forderungen der Kommunen reagieren. Diese Anpassungsstrategien wurden anschließend vom Forscherteam für die weitere Simulation übersetzt (Kapitel IV.3.3). Die Ergebnisse der Simulation (bzw. die simulierten sozioökonomischen Kennziffern) für den Zeitpunkt $T+X$ ($=2025$) wurden in einem nächsten Schritt den Planspielteilnehmern der kommunalen Ebene präsentiert, die daraufhin die Möglichkeit einer Anpassungsstrategie für diesen Zeitpunkt $T+X$ entwickelten. Die Simulationsergebnisse, welche sich unter Berücksichtigung des Planspiels ergeben, werden als „wahrscheinliches“ Anpassungsszenario bezeichnet.

Der Einfachheit halber wird das Planspiel mit seinen beiden Ebenen und diversen Terminen insgesamt in drei Phasen unterteilt, die im Folgenden genauer erläutert werden:

- Vorbereitungsphase
(Vorlauf mit Analysen und Akquise, methodische Entwicklung, Informationsveranstaltungen)
- Spielphase
(Arbeitstermine mit den Praxispartnern)
- Abschlussphase
(Aufarbeitung der Ergebnisse, Abschlussveranstaltungen, Dokumentation und Evaluation)

Vorbereitungsphase

Als Auftakt des Planspiels für die Planspielteilnehmer waren die Informationsveranstaltungen in der Vorbereitungsphase zu sehen. Zweck der Informationstermine war – neben einem gegenseitigen Kennenlernen von Planspielteilnehmern und Projektbeteiligten – die detaillierte Vorstellung und Einführung in das Projekt selbst. Ferner sollte die gegenseitige Erwartungshaltung abgefragt sowie ein gemeinsames Verständnis für die Fragestellungen und Ziele erarbeitet werden. Nach einer kurzen Darstellung des Forschungsdesigns – Kopplung von Planspiel und integriertem Land- und Verkehrsnutzungsmodell – stand die Vermittlung des Begriffs Szenario im Mittelpunkt. Da für den Projekterfolg mit entscheidend ist, dass die Planspielakteure den von Seiten des Forscherteams angesetzten Energiepreistrend als realistisch einstufen, wurde bereits auf den Informationsterminen das unterstellte Energiepreis-Szenario debattiert. So galt es den Planspielteilnehmer zu vermitteln, dass es sich um einen realen und nicht nur nominalen Energiepreisanstieg handelt. Eine Neutralisierung des Preisanstiegs durch steigende Löhne und Gehälter oder technische Weiterentwicklung ist ausgeschlossen worden (Kapitel II.1). Um die Vermittlung des Preisanstiegs zu erleichtern, wurde der erste Szenariozeitpunkt nah an das tatsächliche Jahr für den ersten Planspieltermin gelegt. Ein wesentlicher Aspekt kam dabei der Erstellung von Vorbereitungsmaterialien zu, welche die Akteure bzw. Teilnehmer bereits vor dem eigentlichen Planspieltermin erhielten. Im Vorfeld wurden ein Raummonitor der Untersuchungsregion und ein Mediaclipping für den entsprechenden Zeitpunkt (hier T= 2015) verschickt (Abbildung 38).

Durch die Verwendung dieser recht unterschiedlichen Materialien sollten die Folgen des Energiepreisanstiegs für die Planspielteilnehmer greifbarer sowie das gedankliche „Sich-in-die-Zukunft-versetzen“ erleichtert werden. Die Datengrundlage für die Materialien waren die mittels des integrierten Landnutzungs- und Verkehrsmodells T=2015 prognostizierten Werte.

Abbildung 38: Für das Projekt erstellter Regionsmonitor 2015 und einige Schlagzeilen 2015



Quelle: Eigene Darstellung

Der etwa zehn Seiten umfassende Raummonitor 2015 enthielt vor allem Grafiken, die sich größtenteils mit den Veränderungen in den Bereichen Energiekosten, Pendeln, Heizen (Wohnkosten) und Erreichbarkeiten für die Region beschäftigten. Für das acht Seiten umfassende Mediaclipping erarbeitete ein externer Journalist Schlagzeilen und Meldungen auf Basisdaten des Szenarios gestützt, wie sie 2015 unter den Aspekten von steigenden Energiepreisen als Auswirkungen und Reaktionen in der Bevölkerung entstehen könnten. Berührt wurden dabei die Politikbereiche Soziales, soziale und technische Infrastruktur, Siedlungswesen, Verkehr, Wirtschaft und Umwelt.

Im Zuge dieser Vorbereitungsarbeiten entstand auch ein ELAN-Comic, das als Schlaglicht die Auswirkungen der Energiepreissteigerungen auf eine durchschnittliche Familie darstellt und die Problemlage für Haushalte exemplarisch beleuchtet.

Spielphase

Für die Spielphase auf der kommunalen Ebene sowie für die Ebene von Bund und Ländern stand zunächst das Verständnis und die Annahme des Szenarios im Vordergrund, bevor der Fokus auf die Reaktion und Aktion der Teilnehmer gerichtet wurde. Es war wesentlich, dass die Teilnehmer das Szenario annehmen und sich darauf einlassen können, um „realistische“ Reaktionen von den Teilnehmern als Repräsentanten ihrer Institutionen erwarten zu können.

Daher war eine Begleitung durch einen fachlich kompetenten Moderator ein wesentlicher Bestandteil für eine fokussierte und ergebnisorientierte Diskussion und Arbeit auf den einzelnen Terminen.

Ergebnis dieser Termine sollten für das Projektteam verwertbare Angaben der Teilnehmer sein, wie sie auf die Szenarien reagierten. Verwertbar bezeichnet dabei möglichst genaue Angaben zu einzelnen Maßnahmen und Strategien wie den zeitlichen Realisierungshorizont oder den finanziellen Rahmen einer Maßnahme. Diese Angaben waren dann für den iterativen Vorgang für das Modell in entsprechende Parameter zu übersetzen, wobei der Grad der Detaillierung von den einzelnen Sitzungen, dem Zeitrahmen und den mitwirkenden Praxispartnern abhängig war.

Auf den Sitzungen wurden Maßnahmen identifiziert und entwickelt, die dann wie eine Art „Kartenspielset“ allen Teilnehmern zur Verfügung standen, um eine Strategie für den eigenen Zuständigkeitsbereich zu erarbeiten. Die auf diese Weise „gespielten“ Maßnahmen bildeten in ihrer Auswahl durch den einzelnen Teilnehmer dann eine Strategie für die jeweilige Institution bzw. Gemeinde.

Die dabei identifizierten und aufgenommenen Forderungen der kommunalen Akteure an die Länder und den Bund, die für eine zielgerichtete Umsetzung der Maßnahmen und Strategien relevant waren, stellten in der Sitzung der übergeordneten Ebene einen wesentlichen Punkt dar.

Die Vertreter der Länder und der Bundesebene wurden bei ihrem Termin gebeten, sich wie die Kommunen in das Szenario hineinzusetzen, mit dem Zusatz der kommunalen Forderungen. Auf Grundlage des Szenarios sowie den kommunalen Eingaben sollten dann ebenfalls Maßnahmen bzw. Strategien im weitesten Sinn ergriffen werden. Im Gegensatz zur kommunalen Ebene spielte hier die gesamtstaatliche Ausrichtung eine wesentliche Rolle, die je nach Ausrichtung kommunale Strategien fördern oder behindern kann. So ist z. B. eine kommunale Bestrebung, Fahrten insgesamt zu reduzieren, nicht unterstützt durch die von Ländern eventuell gewährte Schülerfreizügigkeit.

Diese Abläufe lassen sich in Absprache beliebig oft mit den teilnehmenden Partnern iterativ durchspielen, wobei der Zeithorizont sich gerne an den üblichen mittel- bis langfristigen Planungszeitrahmen orientieren kann, um eine realistische Ausrichtung der Strategien und Maßnahmen zu unterstützen.

Inwieweit sich dann, in Abhängigkeit von den eventuellen Problemstellungen einer Gemeinde bzw. Institution, Gemeinsamkeiten/Unterschiede von Strategien oder Ausrichtungen bei Zielsetzungen etc. von kommunalen Vertretern ergeben, wurde anschließend überprüft. Die Erkenntnisse daraus bildeten die Basis für weitere Forschungsarbeiten.

Abschlussphase

Nach Abschluss der Spielphase fand die Auswertung der einzelnen Ergebnisse statt. Für die Planspielteilnehmer wurden diese Ergebnisse im Hinblick auf ihre Interessen und anstehenden Entwicklungen kommuniziert und diskutiert, bevor sie der Öffentlichkeit in einer Tagung und in Form dieser Publikation zugänglich gemacht wurden. Die Tagung fand am 19. und 20. März 2014 unter dem Titel „Bewegte Region“ in Hamburg statt. Die Mitschnitte der einzelnen Beiträge und der Podiumsdiskussionen können eingesehen werden unter: <http://www.vsl.tu-harburg.de/de/bewegtereion>.

1.2.3 Die teilnehmenden Praxispartner

Kommunale Ebene

In beiden Korridoren waren entweder direkt die Bürgermeister oder ausgewählte Ressortleiter im Planspiel als Akteure vertreten. Für den Nordwestkorridor gliederten sich die beteiligten Akteure in drei Städte, vier Gemeinden, zwei Ämter, zwei Kreise und zwei überregionale Akteure auf (Tabelle 4).

Für den Nordwestkorridor unterteilen sich die Akteure in insgesamt drei Städte, drei Gemeinden, ein Amt, einen Kreis, zwei Landkreise und einen überregionalen Akteur (Tabelle 5).

Tabelle 4: Liste der beteiligten Akteure im Nordwestkorridor

Gemeinde / Institution	Funktion innerhalb der Gemeinde / Institution
Stadt Itzehoe	Stadtplanungsabteilung
Stadt Wedel	Mandatsträger Stadt Wedel (SPD)
Stadt Elmshorn	Klimaschutzbeauftragter
Gemeinde Seestermühe (Amt Elmshorn-Land)	Bürgermeister
Gemeinde Haselau	Bürgermeister
Gemeinde Rellingen	Fachbereichsleiter Bauleitplanung, Bauberatung
Gemeinde Kronprinzenkoog (Amt Marne-Nordsee)	Bürgermeister
Amt Horst-Herzhorn	Amtsvorsteher
Amt Mitteldithmarschen	Amtsleiter
Kreis Steinburg	Amtsleiterin
Kreis Pinneberg	Regionalmanagement
Hamburger Verkehrsverbund GmbH (HVV)	Leistungsangebot Bus/ Schiff
Wirtschaftsförderungs- und Entwicklungsgesellschaft des Kreises Pinneberg mbH (WEP)	Standortberatung und Grundstücksmanagement

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 5: Liste der beteiligten Akteure im Nordostkorridor

Gemeinde / Institution	Funktion innerhalb der Gemeinde / Institution
Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (BSU)	Abteilungsleiter
Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation (BWVI)	Verkehrsentwicklung
Stadt Mölln	Bürgermeister
Stadt Ahrensburg	Stadtplanung
Gemeinde Börnsen	Bürgermeister
Gemeinde Salem	Bürgermeister
Gemeinde Plüschow (Amt Grevesmühlen-Land)	Bürgermeister
Amt Sandesneben-Nusse	Bauverwaltungsamt
Kreis Herzogtum Lauenburg	Fachdienstleiter
Landkreis Ludwigslust-Parchim	Regionalmanagement und Europa
Landkreis Nordwestmecklenburg	Wirtschaftsförderung und Regionalentwicklung
Hamburger Verkehrsverbund GmbH (HVV)	Stadt- und Regionalplanung

Quelle: Eigene Darstellung

Um spezifischer auf die Probleme und mögliche Handlungsoptionen bei steigenden Energiepreisen eingehen zu können, wurden die einzelnen Teilnehmer für zielgerichtete Diskussionen in drei Gruppen aufgeteilt:

- Typ A entsprach eher kleineren ländlichen Gemeinden (z. B. Horst-Herzhorn, Rellingen, Haselau, Salem, Sandesneben-Nusse, Plüschow)
- Typ B entsprach den größeren Zentren (Wedel, Elmshorn, Itzehoe, Ahrensburg, Hamburg, Mölln)
- Typ C entsprach den Kreisen und übergreifenden Verantwortlichkeiten (z. B. HVV, WEP, Kreis Pinneberg, Kreis Nordwestmecklenburg, Kreis Ludwigslust-Parchim)

Die Arbeit in den Gruppen diente zudem zur Vorbereitung und Bündelung von Ergebnissen und nächsten Schritten für das Plenum. In den drei Gruppen wurde versucht, auf unterschiedliche Fragen und Problemstellungen eine Antwort bzw. Lösung zu finden, z. B. „Wie betrifft eine Steigerung von Energiepreisen meine Gemeinde/Stadt oder Kreis?“, und „Was für Maßnahmen sind vorstellbar, um den gestiegenen Energiepreisen zu begegnen?“. Für weitere Arbeitsschritte wurden die Gruppen teilweise auch gezielt gemischt, so dass eine Bearbeitung von Fragestellungen mit insgesamt heterogeneren Sichtweisen (A,B und C) sowie verschiedensten Problemausgangslagen ermöglicht wurde.

Ebene Bund und Länder

Für die Ebene von Bund und Ländern wurden Mitarbeiter der im Rahmen der Policy-Analyse identifizierten Schlüsselministerien als Akteure ausgewählt. Neben den drei Landesvertretern waren insgesamt fünf Ministerienvertreter als Akteure am Planspiel beteiligt (Tabelle 6).

Tabelle 6: Liste der beteiligten Akteure auf der Ebene von Bund und Ländern

Ministerien / Institution	Funktion innerhalb der Institution
Der Ministerpräsident des Landes Schleswig-Holstein - Staatskanzlei	Ref. Grundlagen der Landesentwicklung und Rauminformation
Ministerium für Verkehr, Bau und Landesentwicklung Mecklenburg-Vorpommern	Landesentwicklung
Hamburgische Bürgerschaft	SPD-Fraktion
BMVI	Bundesverkehrswegeplanung, Investitionspolitik
BMVI	Grundsatzfragen des Ressorts
BMU	Ref. Umwelt und Verkehr, Elektromobilität
BMU	Ref. Grundsatzangelegenheiten und ökonomische Fragen der Energiewende
BMF	Ref. Energie-, Umwelt-, und Rohstoffpolitik, Maritime Wirtschaft, Verbraucherschutz

Quelle: Eigene Darstellung

2 Ablauf des Planspiels

Zunächst hatte die kommunale Ebene ihre Planspielsitzung zum ersten Szenariozeitpunkt $T=2015$ und formulierte Forderungen an den Bund und die Länder, bevor diese an ihrem Sitzungstermin mit demselben Zeithorizont teilnahmen.

Die beiden kommunalen Korridore wurden unter abweichenden methodischen Ansätzen in ihren Terminen gefordert, hatten aber die gleiche Zielsetzung. Daher werden beide methodischen Ansätze gemeinsam in diesem Kapitel beschrieben, unter Hinweisen, wo Abweichungen im Ablauf zwischen den beiden Planspielregionen bestanden.

Durch das Planspieldesign hatte der Nordwestkorridor einen ganztägigen Workshop im August 2012, um von der Bildung eines konkreten Problembewusstseins für den eigenen Zuständigkeitsbereich der Teilnehmer über die Identifizierung von Handlungsbedarfen hin zu einer eigenen Strategie zu gelangen.

Der Ansatz für die Planspielphase im Nordostkorridor wurde mit drei ganztägigen Terminen im Oktober 2013 dagegen bewusst breiter gewählt. Zusätzliche Fokussierung sollte für diesen erweiterten Ansatz in folgenden Bereichen erreicht werden:

- Eigene Betroffenheit
- Den daraus abgeleiteten Handlungsbedarfen
- Den daraus entwickelten Maßnahmen

Entsprechend wurde beim ersten Planspieltermin für den Nordostkorridor im Oktober 2012 mehr Zeit für eine ausführlichere Betroffenheitsanalyse des jeweiligen Zuständigkeitsbereichs und daraus abzuleitende Handlungsbedarfe durch die einzelnen Teilnehmer eingeplant. Hierfür wurden zusätzliche Materialien für die Teilnehmer in Form von Diagrammen und Karten aus dem Modell zur demographischen Entwicklung und zu den aktuellen Pendlerverflechtungen zur Verfügung gestellt.

Der erste Planspieltermin (kommunal)

Zu Beginn des Planspieltermins wurden die Erwartungen der Teilnehmer beider Korridore abgefragt. Die Erwartungen an die Planspieltermine beinhalteten die Schlagworte „Ideen“, „Strategien“, „kooperativ“ oder „Mobilität“ im weiteren Sinne. Es wurde von den Teilnehmern erwartet, dass durch die Vielfalt der teilnehmenden Personen und Blickwinkel ein reger Austausch über das Thema der steigenden Energiepreise zustande käme. Zudem sollten Argumente für Diskussionen gesammelt und Anregungen zu den damit verbundenen Herausforderungen gefunden werden.

Zusätzlich wurden die Teilnehmer aus dem Nordosten nach ihrem aktuellen zentralen Projekt innerhalb ihres Zuständigkeitsbereiches gefragt. Am Ende des Planspieltages sollten diese Projekte noch einmal in Kontext gesetzt werden mit den Tagesergebnissen und mögliche Synergien oder konträre Interessen identifiziert werden. Bei den eigenen Projekten dominierte das Thema des Verkehrsangebots in der ein oder anderen Form: vom konkreten Ausbau der Infrastruktur bis zu neuen Leistungen und Angeboten des ÖPNV. Vereinzelt wurden auch die Innenentwicklung und das Thema Energiesparen/Energieeffizienz angesprochen.

Die in drei Gruppen nach grobem Gebietstyp (A,B oder C) aufgeteilten Teilnehmer wurden für den erweiterten Planspielansatz zunächst gebeten, im Rahmen einer Tisch-Diskussion Trends für die Bereiche Demographie und Pendlerverflechtungen zu identifizieren sowie Unterschiede stichwortartig festzuhalten und dem Plenum dann als Ausgangsbasis des jeweiligen Raumtyps vorzustellen.

In den Arbeitsgruppen sollten anschließend vertiefende Arbeiten vorgenommen werden zum Thema der eigenen Betroffenheit. Gebiete mit bestimmten Ausprägungen für die eigenen räumlichen Zuständigkeitsbereiche sollten identifiziert werden. Das geschah mit Hilfe von vier unterschiedlichen Frage- bzw. Aufgabenstellungen, zu denen jeweils eine thematische Karte von jedem einzelnen Teilnehmer angefertigt wurde:

- Pendlerverflechtungen (welche Gebiete des eigenen Zuständigkeitsbereichs sind durch die gestiegenen Energiekosten mehr oder weniger stark betroffen?)
- Nahräumlichkeit (welche Gebiete des eigenen Zuständigkeitsbereichs haben eine gute nahräumliche Versorgung bzw. durch eine fehlende Nahversorgung erzwungene weite Wege?)
- Energetischer Gebäudezustand (in welchen Gebieten wirken sich steigende Heizkosten aufgrund der Gebäudesubstanz über- bzw. unterdurchschnittlich stark aus?)
- Einkommen (welche Gebiete sind von Energiepreissteigerungen aufgrund des Einkommensniveaus stärker oder wenig stark betroffen?)

Die Ergebnisse wurden dann in der jeweiligen Kleingruppe weiter analysiert. Folgende Punkte sollten erörtert werden:

- Was bei einer Überlagerung der vier Karten zu sehen sein würde
- Wo es auch bei Überlagerung keine Eintragungen gäbe (weiße Flecken, die von Energiepreissteigerungen kaum betroffen sein würden)
- Wo es je nach Betrachtungsaspekt eventuell gegenläufige Trends gäbe

Darauf aufbauend wurden die direkten Handlungsbedarfe von den Teilnehmern zu ihren jeweiligen Zuständigkeitsbereichen abgeleitet. Dazu schrieb jeder Teilnehmer die Handlungsbedarfe auf und verortete diese dann in einer weiteren Karte (gilt überall, gilt teilweise, gilt nur an einem Ort).

Nachdem diese vorbereitenden Schritte abgeschlossen und kurz dem Plenum vorgestellt worden waren, ging es um den Bereich der Maßnahmenfindung. Bei der Entwicklung von Maßnahmen wurden in beiden Untersuchungskorridoren im Plenum alle in den Gruppen erarbeiteten Vorschläge gesammelt, und mit Hilfe eines Zeit- und Aufwandsvermerks konkretisiert. Es musste vom Plenum festgelegt werden, bis wann diese Maßnahme umgesetzt werden sollte und in welchem Aufwandsrahmen sie sich bewegen sollte. Derartige Konkretisierungen waren das Mindestmaß für eine spätere Umsetzung der Maßnahmen im Modell. Nach Abschluss der Maßnahmenammlung wurden die Maßnahmen einzeln jeweils einem Politikbereich (Siedlungswesen, Verkehr, Wohnen, soziale Infrastruktur (Daseinsvorsorge), technische Infrastruktur, Energieversorgung) farblich zugeordnet und für die Teilnehmer als farbiges Maßnahmenset umgesetzt. Mit Hilfe dieser Maßnahmenkarten sollten alle Teilnehmer nun für sich daraus ihre eigene Strategie zum Umgang mit steigenden Energiepreisen für ihren Kompetenzbereich erstellen. Es konnten jederzeit Nachmeldungen von Maßnahmen erfolgen.

Ein wesentliches Element war auch die Identifikation von eventuellen Limitationen bei der Umsetzung der eigenen Strategien. Kooperationen mit anderen Akteuren waren eine sinnvolle Möglichkeit, einige dieser Umsetzungshemmnisse zu überwinden. Es gab verschiedenste Kooperationen zwischen Gemeinden, Städten und Umlandgemeinden, Kreisen und Gemeinden sowie den weiteren überregionalen Akteuren, um Maßnahmen bzw. Strategien gezielter umsetzen zu können.

Als weiteren Tagespunkt sollten die Teilnehmer Forderungen an die Länder und den Bund formulieren: Nachdem die eigenen Betroffenheiten, Strategien und Maßnahmen benannt worden und Kooperationen initiiert waren, wurden einige Aspekte identifiziert, die als Rahmenbedingungen nicht in der Zuständigkeit der Akteure liegen. Diese können jedoch einen wesentlichen Faktor zur erfolgreichen Umsetzung der geeignet erscheinenden Strategien sein. Daneben wurden generelle Aspekte genannt, die nach Einschätzung der Teilnehmer im Bereich der Länder oder des Bundes verändert werden müssten, um einen erfolgreichen Umgang mit Energiepreiserhöhungen zu bewältigen (Abbildung 39).

Generell konnte als Tagesergebnis für das Projekt festgestellt werden, dass die Problematik des Planspiels auch als eine zentrale Problemstellung für die Kommunen empfunden wird. Die eigene Betroffenheit von steigenden Energiepreisen wurde von den Teilnehmern als bereits spürbar deklariert, wobei für Teilnehmer aus kleinen Gemeinden mit vielen Pendlern steigende Energiepreise zumeist mehr Druck als für größere Städte bedeuteten.

Für den Nordwestkorridor war mit der Formulierung der Forderungen an Bund und Länder der erste Szenariozeitpunkt abgeschlossen. Der nächste Termin war dann nach der Zusammenkunft von Bund und Ländern eingeplant.

Abbildung 39: Einige von den Kommunen identifizierte Handlungsbereiche von Bund und Ländern

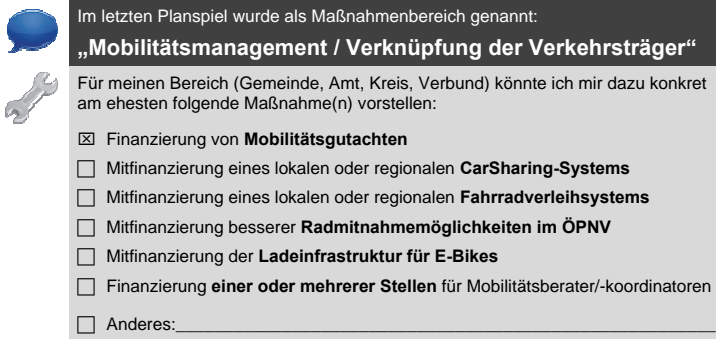


Quelle: Eigene Darstellung

Konkretisierung der Ergebnisse

In Vorbereitung auf den Zweiten Planspieltermin für den erweiterten Ansatz im Nordostkorridor wurde an der Stelle der eigenen Betroffenheit und den eigenen Handlungsdrücken wieder angeknüpft. Aus den bisher entwickelten Maßnahmen von den Teilnehmern wurde über den Jahreswechsel eine Zwischenaufgabe durch das Projektteam gestellt. Die bisherigen Maßnahmen wurden durch das Projektteam aufgegriffen und inhaltlich mit drei bis sechs Vorschlägen durch das Projektteam noch einmal konkretisiert. Der so erstellte Katalog wurde an alle Teilnehmer versendet mit der Bitte, die Varianten anzukreuzen, die bei einer Umsetzung am wahrscheinlichsten für ihre Gemeinde/ Stadt oder Kreis in Frage kämen. Weitere Ergänzungen von Maßnahmen waren ausdrücklich erwünscht (Abbildung 40).

Abbildung 40: Beispiel einer Konkretisierung von Planspielmaßnahmen im Bereich Verkehr



Im letzten Planspiel wurde als Maßnahmenbereich genannt:

„Mobilitätsmanagement / Verknüpfung der Verkehrsträger“

Für meinen Bereich (Gemeinde, Amt, Kreis, Verbund) könnte ich mir dazu konkret am ehesten folgende Maßnahme(n) vorstellen:

- Finanzierung von **Mobilitätsgutachten**
- Mitfinanzierung eines lokalen oder regionalen **CarSharing-Systems**
- Mitfinanzierung eines lokalen oder regionalen **Fahrradverleihsystems**
- Mitfinanzierung besserer **Radmitnahmemöglichkeiten im ÖPNV**
- Mitfinanzierung der **Ladeinfrastruktur für E-Bikes**
- Finanzierung **einer oder mehrerer Stellen** für Mobilitätsberater/-koordinatoren
- Anderes: _____

Quelle: Eigene Darstellung

Mit der Konkretisierung wurde das Ziel verfolgt, für die Übersetzung von Planspielresultaten für das Modell wesentlich konkretere Anhaltspunkte generieren zu können. Ziel war es zu eruieren, wie sich die noch sehr „groben“ Maßnahmen zumindest inhaltlich bzw. auch räumlich weiter ausgestalten und somit für das Modell noch fassbarer gestalten könnten.

Der zweite Planspieltermin (kommunal)

Auf dem zweiten Planspieltermin im Nordostkorridor im Januar 2013 wurden zunächst die Ergebnisse der Konkretisierungsaufgabe vorgestellt und diskutiert. Der Fokus dieses Termins lag auf der weiteren Maßnahmengenerierung und letztendlichen Strategieentwicklung der einzelnen Akteure. Für die Teilnehmer war ein Maßnahmenkartensatz angelegt worden, der nach Politikfeldern farblich gekennzeichnet war und noch einmal sämtliche inhaltlichen Konkretisierungsoptionen des jeweiligen einzelnen Teilnehmers enthielt, die im Fragebogen getätigt wurden. Für jeden Teilnehmer waren diese eigenen Konkretisierungen aus der Vorbereitungsaufgabe übernommen worden. Einerseits sollte diese Übernahme der Konkretisierung für die Teilnehmer als Orientierungshilfe dienen, andererseits zur Überprüfung ihrer eigenen Strategie. Zusätzlich waren noch einmal vom ersten Termin die konkreten Herausforderungen für jeden Teilnehmer auf einer DIN-A4-Seite zusammengefasst worden.

Die Aufgabe für jeden Teilnehmer war es, eine konsistente Strategie mit Auswahl von Maßnahmen für die jeweilige Gemeinde/ Stadt/ Kreis/ Organisation im Umgang mit steigenden Energiepreisen zu finden. Es sollten daher unter anderem Mobilitätskosten, Heizkosten, Bevölkerungsentwicklung/ -prognose sowie die Finanzsituation bei der Strategieentwicklung beachtet werden. Die Teilnehmer, die mit dieser Aufgabe schnell fertig waren, wurden gebeten, ihre Maßnahmen eventuell weiter nach folgenden Aspekten zu differenzieren:

- Welche Maßnahmen kann ich alleine umsetzen?
- Welche Maßnahmen kann ich nur in Kooperation mit anderen Kommunen/Regionen umsetzen? Wie kann ich die anderen davon überzeugen, dass diese Maßnahmen auch in ihrem Interesse sind?
- Wo brauche ich Unterstützung von Land und Bund, um eine „bessere“ Zukunftsstrategie umsetzen zu können?
 - Welche Maßnahmen halte ich für sinnvoll, kann sie mir aber nicht „leisten“?
 - Welche Maßnahmen sind nur in größeren räumlichen Gebieten umsetzbar? Bzw. hierzu braucht es Anreizinstrumente von Land und Bund
 - Welche Maßnahmen sollten in Verantwortung von Land und Bund umgesetzt werden, die meine Strategie stärken/unterstützen?

Um die Strategien weiter zu qualifizieren, wurden die Teilnehmer in gemischten Teams auf drei Gruppentische verteilt. In jeder Gruppe gab es somit einen

Fallgeber (ausgewähltes Beispiel) aus jeweils einem unterschiedlichen Raumtyp und drei „Berater“, ebenfalls je einen von jedem Raumtyp. Die Berater hatten bei der Beratung einen bestimmten Fokus einzuhalten (z. B. die identifizierten Herausforderungen). Sie sollten den Fallgeber unterstützen, weitere Maßnahmen oder Alternativen vorschlagen, um seine Zukunftsstrategie weiter im Hinblick auf eine selbstbewusste, attraktive und ambitionierte Zukunftsstrategie zu verbessern. Kriterien, die dabei berücksichtigt werden sollten, waren insbesondere der mögliche Kooperationsbedarf und die Kooperationsmöglichkeiten sowie die Unterstützung von Bund und Land.

Falls es zeitlich bei den Teilnehmern noch möglich war, sollte eine weitere Bewertung der ausgewählten Maßnahmen in Hinblick auf Konkurrenzsituationen (mit Nachbarkommunen oder auch innerörtlich) vorgenommen werden.

Die drei qualifizierten Strategien wurden dann im Plenum exemplarisch vorgestellt und alle weiteren Teilnehmer wurden gebeten, ihre eigenen Strategien im Hinblick auf die vorgestellten Qualifizierungsaspekte selbst noch einmal zu überprüfen. Diese wurden dann kurz durch die Nennung der Hauptabweichungen zu der qualifizierten Strategie ihres Raumtyps vorgestellt.

Daran anschließend wurden im Plenum weitere Forderungen und Anregungen an den Bund und die Länder zusammengetragen, bevor zum Abschluss mit den Teilnehmern ein Interview stattfand. Jeder Teilnehmer sollte dafür seine „Top 5“ an Maßnahmen nach Priorität kennzeichnen und im Interview dann dazu genau die Umsetzung (inklusive Einordnung von Aufwand und Umsetzungszeit) beschreiben. Dieser Schritt soll die „Übersetzung“ von Planspielergebnissen in das Modell soweit wie möglich vereinfachen und die räumliche Konkretisierung der Maßnahmen unterstützen.

Abschließend wurden die in diesem letzten Arbeitsschritt generierten Forderungen an die Länder und den Bund noch einmal explizit gelistet und die Teilnehmer um mögliche Ergänzungen gebeten.

Als Tagesergebnis wurde von den Teilnehmern vor allem die dezidierte Auseinandersetzung mit dem thematischen Gegenstand hervorgehoben. Es wurde subjektiv von den Teilnehmern als sehr effektive Art der Entscheidungsvorbereitung (durch den vorherigen ausführlichen Analyseteil) und der Strategiefindung eingestuft.

Planspieltermin auf der Ebene von Bund und Ländern

Nach Abschluss der ersten Termine auf der kommunalen Ebene wurden die Ergebnisse in Form der Forderungen für den Arbeitstermin am 22. April 2013 von Bund und Ländern in Berlin vorgestellt. Zunächst waren die Vertreter als Schlaglicht um eine Einschätzung gebeten worden, welche Strategie-Richtung sie persönlich und als Vertreter ihres „Hauses“ bei steigenden Energiepreisen für geboten halten. Dazu wurden fünf Strategie-Richtungen (A-E) vorgestellt und in der Diskussion mit den Teilnehmern um eine weitere (F) ergänzt:

- A. Energiepreis gegensubventionieren
- B. Staatliche Hilfen für Härtefälle
- C. Nichts tun
- D. Innovationsoffensive (Energieeffizienz)
- E. Strukturumbau in Stadt und Land
- F. Kompensation durch andere Energieträger

Abbildung 41: Zentrale Strategierichtungen für den Bund und die Länder bei steigenden Energiepreisen

Strategietypen	Sie selbst	Haus/Staatsrat / Land
A) Energiepreis gegensubventionieren	X	
B) Staatliche Hilfen für Härtefälle	X	X
C) Nichts tun	X	X X
D) Innovationsoffensive (Energieeffizienz)		X X X X X
E) Strukturumbau in Stadt und Land	X X	X X
F) Kompensation durch andere Energieträger		

Quelle: Eigene Darstellung

Es zeigt sich, dass die Teilnehmer als Person insgesamt eine proaktivere Strategie bevorzugen, die versucht, die höheren Energiepreise für einen technologischen Wandel und nachhaltigere Energieträgernutzung heranzuziehen. Als Vertreter ihrer jeweiligen Institutionen sehen sie den Bund insgesamt eher auf der

reaktiveren Seite mit wenigen bis gar keinen aktiven Anpassungen an die neue Energiepreissituation (Abbildung 41).

Die Forderungen von den Kommunen wurden dann in Form von Briefen an die Teilnehmer verteilt. Es waren hier Forderungen pro Brief zusammengefasst worden, die dem jeweiligen betreffenden Ressort bzw. Land zuzuordnen waren. Jeder Brief enthielt zu jeder Forderung eine Karte, die im Einzelnen erläutert, was die Forderung als Gegenstand hat. Die Teilnehmer waren dann aufgefordert, dazu Stellung zu nehmen und die Forderung im Plenum vorzustellen mit der Bitte um Annahme oder Ablehnung. Die übrigen Teilnehmer hatten ein Veto-Recht. Mit dem Veto konnte eine abgelehnte Forderung wieder aufgenommen werden.

Einige der Forderungen wurden von den Teilnehmern nicht umgesetzt bzw. aufgenommen, weil sie zu wesentliche Änderungen in den Zuteilungssystemen von Steuergeldern oder Befugnissen der Kommunen/Länder bedeutet hätten. Solch umfassende Restrukturierungen waren für die Teilnehmer als Vertreter von Bund und Ländern zu radikal für eine realistische Umsetzung.

Als wesentlicher Tagespunkt wurde eine Auflistung aller Maßnahmen vorgenommen, die sich einerseits aus den zuvor von Bund und Ländern angenommen kommunalen Forderungen ableitet, mit Ergänzung durch bereits existierende Förderprogramme, Subventionen sowie weiteren durch die Teilnehmer formulierten Maßnahmen. Die einzelnen Vertreter von Bund und Ländern wurden dann gebeten, zu kennzeichnen, ab welchem Energiepreis (Endpreis des Verbrauchers an der Zapfsäule) diese Maßnahmen ihrer Ansicht nach tatsächlich zum Tragen kommen bzw. „angepasst“ werden würden. Zur Auswahl standen drei Endverbraucherenergiepreise zwischen 2,30 € und 4,50 € pro Liter Kraftstoff an der Zapfsäule sowie die Option „nie“. In einem zweiten Durchgang sollten dann mittels Klebepunkten die drei wichtigsten Maßnahmen durch die einzelnen Teilnehmer gekennzeichnet werden.

Die Arbeitsergebnisse des Tages zeigten, dass die Teilnehmer als Vertreter von Bund und Ländern vor allem auf bereits existierende Programme setzten, die teilweise mit mehr Mitteln ausgestattet werden würden oder auf Härtefälle reagierten. Im Wesentlichen würde aber bis zu einem Kraftstoffpreis von 3,50 € pro Liter keine Änderung der bestehenden Programmatik bzw. Förder- oder Subventionslandschaft erfolgen.

Mit diesen Ergebnissen wurde nach einem Übersetzungsschritt im Nachgang an die Arbeitssitzung ein neues „wahrscheinliches“ Anpassungsszenario zum Zeitpunkt T=2025 generiert und für die Teilnehmer auf der kommunalen Ebene aufbereitet.

Der dritte Planspieltermin (kommunal)

Für den letzten Termin auf der kommunalen Ebene in beiden Korridoren wurden für ein besseres Verständnis zunächst die Ergebnisse präsentiert, wenn die Energiepreise auf demselben Niveau von 2015 stehen geblieben wären, einmal ohne die Anwendung der Maßnahmen und einmal im Vergleich mit den Maßnahmen aus den bisherigen Terminen von allen Beteiligten. In diesem Anpassungsszenario wurden alle Maßnahmen gebündelt eingebracht und nicht selektiert. Das führte dazu, dass mitunter auch Aufhebungseffekte und Konkurrenzsituationen entstehen, wie sie in der Realität vorkommen würden. Als dritten Aspekt wurde gezeigt, was passieren könnte, wenn der Preis in den vom Szenario abgedeckten zehn Jahren gleichzeitig weiter steigen sollte (es wurde eine Verdopplung des Rohölpreises auf 200 US \$/bbl angenommen, was eine Annahme von 3,50 € an der Zapfsäule pro Liter bedeuten würde; Kapitel II.4). Hierzu wurden anstelle eines neuen Mediaclippings für die Teilnehmer zwei kurze Filme durch das Projektteam erstellt, die ein Einfinden in die fiktive Alltagssituation von stark steigenden Energiepreisen erleichtern sollten. Der Inhalt dieser Filme zeigte kurz auf, welche Mehrkosten auf einen Durchschnittshaushalt durch die stark gestiegenen Energiepreise mit 3,50 €/l zukommen würden und was das in der Praxis für Auswirkungen auf den Alltag haben könnte.

Dann wurden die Teilnehmer gebeten, ihre Strategien nach dem neuen Anpassungsszenario T=2025 mit Energiepreisen von 3,50 € an der Zapfsäule noch einmal zu überarbeiten bzw. Anpassungen zu treffen. Um hierbei den Beteiligten etwas mehr „Planungsfreiraum“ zu schaffen für mögliche innovative Ideen, die aber in der Realität eventuell nicht finanzierbar wären, wurde ein fiktives Strukturförderprogramm für kleine Gemeinden, für Städte und für Landkreise bzw. übergreifende Strukturen eingeführt. Die Teilnehmer wurden gebeten, sich den Informationsfilm einer kleinen Gemeinde anzusehen (erstellt durch das Projektteam), die mit Hilfe des Förderprogramms ihre Maßnahme finanziert bekam. Aufgabe war es, für die Teilnehmer einen Antrag als Bewerbung für die nächste Förderperiode zu stellen. Die Anträge mussten dann ein Gremium überzeugen, um sich zu qualifizieren. Dafür setzten die Teilnehmer sich noch einmal mit ihren Maßnahmen sowie eigenen Strategien auseinander und skizzierten grob ihre Antragsmaßnahmen, bevor sie in den entsprechenden Gruppen (A, B und C) nach Typisierung zusammen kamen und eine gemeinsame qualifizierte Antragsstrategie jeweils für kleine Gemeinden, Städte sowie Kreise entwarfen, die nach Ansicht aller Vertreter die besten Aussichten für eine Förderung beinhaltete.

Dieser Antrag wurde dann dem Gremium vorgestellt (Mitglieder des Projektteams) und durch das Gremium bewertet (Kosten, Nutzen für Gemeinde insgesamt, welche Bevölkerungsgruppen profitieren, Nachhaltigkeit etc.). Auf diese Weise sollte den innovativen zukunftsfähigen Ideen für nachhaltige Strukturen Raum gelassen werden, ohne sich gleich in den Augen der Teilnehmer durch den Kostenfaktor in der Entwicklungsphase zu disqualifizieren.

3 Ergebnisse des Planspiels: Anpassungsstrategien an steigende Energiepreise

Die Termine auf der kommunalen Ebene haben generell erkennen lassen, dass das Thema steigende Energiepreise für die einzelnen Kommunen für die Zukunft als sehr relevant eingestuft wird. In einer auf fossilen Energieträgern basierten Gesellschaft sind die Fragen, was mit unserer Mobilität und den Wohnkosten geschieht, wenn Energiepreise steigen, für die Teilnehmer von gesamt-gesellschaftlicher Bedeutung. Alle beteiligten Planspielteilnehmer begreifen den Gegenstand als sehr komplex und in seinen Verknüpfungspunkten mit multiplen Politikfeldern besteht vor allem ein wesentlicher Bedarf an grundlegenden Möglichkeiten der Diskussion und des Austausches sowohl horizontal zwischen den Kommunen als auch von einzelnen (fach-) übergreifenden Einheiten, sowie vertikal zwischen den einzelnen benachbarten Gemeinden, Städten und Kreisen. Die nachfolgenden Kapitel IV.3.1 bis IV.3.3 gehen auf die von den Teilnehmern im Zuge dieses Austausches entwickelten und ausgewählten Maßnahmen ein, aufgeteilt nach den im Folgenden vorgestellten und im Planspiel verwendeten sechs Maßnahmenbereichen.

3.1 Maßnahmen und Maßnahmenbereiche auf kommunaler Ebene

Auf Grundlage der im vorangegangenen Abschnitt beschriebenen Entwicklungen wurde im Rahmen des Planspiels von den Teilnehmern eine Reihe von Anpassungsmaßnahmen formuliert. Diese können den folgenden sechs Maßnahmenbereichen zugeordnet werden:

- Wohnen (Energiesparen)
- Verkehr (Energiesparen)
- Siedlungsentwicklung
- soziale Infrastrukturen der Daseinsvorsorge
- Verkehrsinfrastrukturen
- Energieversorgung

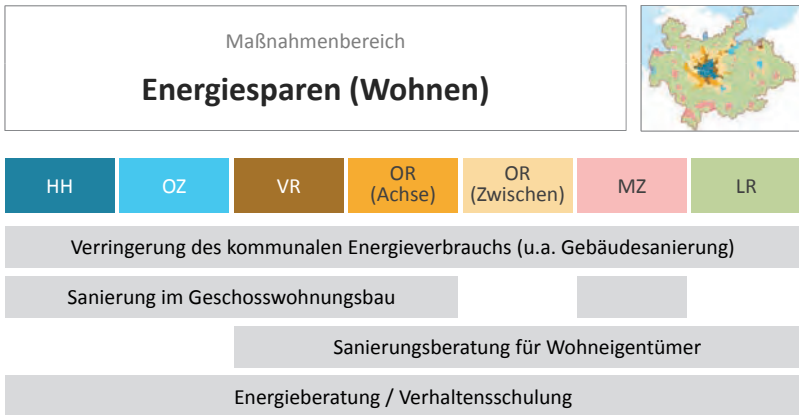
Anhand dieser Klassifizierung werden die Maßnahmen in den folgenden Abschnitten überblickartig dargestellt, wobei die Einzelmaßnahmen nicht gleichermaßen zur Umsetzung in allen Raumtypen geeignet sind. Daher erfolgt neben der Nennung der Maßnahmen aus den einzelnen Bereichen immer auch eine Zuordnung zu den im Projekt definierten Raumtypen, für die eine Umsetzung der Maßnahmen sinnvoll erscheint (HH-Hamburg, OZ-Oberzentrum, VR-Verdichtungsraum, OR-Ordnungsraum, MZ-Mittelzentren, LR-ländlicher Raum). Für eine ausführliche Definition der einzelnen Raumtypen sei hier auf Kapitel V.1 verwiesen.

Im weiteren Verlauf des Projekts wurden die entwickelten Maßnahmen thematisch zu Clustern zusammengefasst und in Bezug auf ihre Wirksamkeit, Kosten, den zeitlichen Rahmen sowie hinsichtlich ihrer Stärken und Schwächen bewertet (Steckbrieffabelle im Anhang).

Wohnen (Energiesparen)

Die im Rahmen des Planspiels formulierten Anpassungsmaßnahmen, die dem Maßnahmenbereich Wohnen (Energiesparen) zugeordnet wurden, zielen zum einen auf bauliche Anpassungen zur Reduzierung des Energieverbrauches (z. B. Sanierungen), zum anderen auf die Schaffung von Bewusstsein zur Einsparung von Wohnenergie durch Anpassungen des Nutzerverhaltens (Abbildung 42).

Abbildung 42: Maßnahmen des Bereiches Energiesparen (Wohnen)

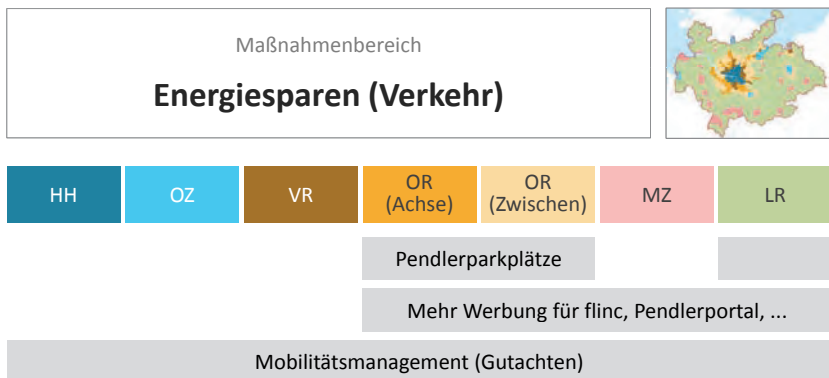


Quelle: Eigene Darstellung

Verkehr (Energiesparen)

Maßnahmen aus dem Bereich Verkehr (Energiesparen) fokussieren auf Ansätze, die eine Erhöhung der Besetzungsgrade von Pkw zum Ziel haben. Diese sind im Wesentlichen auf weniger verdichtete Räume mit vergleichsweise geringem Arbeitsplatzbesatz bezogen (Abbildung 43).

Abbildung 43: Maßnahmen des Bereiches Energiesparen (Verkehr)



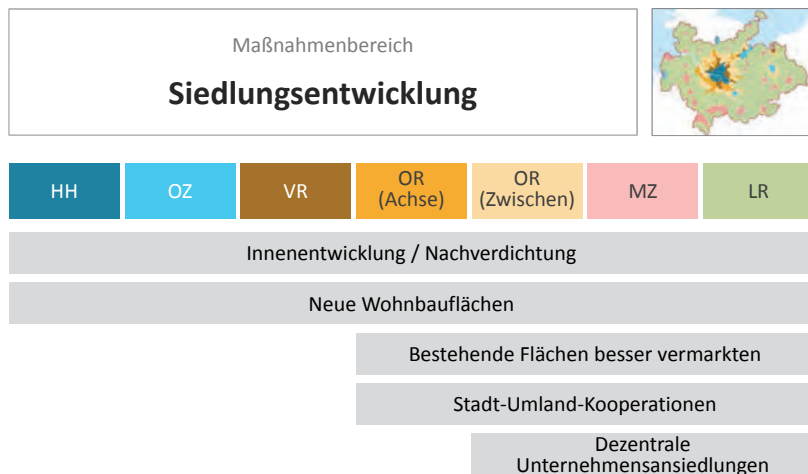
Quelle: Eigene Darstellung

Siedlungsentwicklung

Nach Auffassung der PlanspielteilnehmerInnen sollen in allen Raumtypen neue Wohnbauflächen erschlossen, aber im Sinne einer kompakten Siedlungsentwicklung auch Innenentwicklungs- und Nachverdichtungspotenziale erschlossen und genutzt werden.

Insbesondere in Ordnungsräumen, Mittelzentren und dem ländlichen Raum sollen zudem bestehende Flächenreserven besser vermarktet und Stadt-Umland-Kooperationen im Sinne einer abgestimmten Siedlungsflächenentwicklung initiiert und ausgeweitet werden. Zur Reduzierung der Länge der Arbeitswege kommt zusätzlich den Maßnahmen eine Bedeutung zu, die eine dezentrale Unternehmensansiedlung fördern (Abbildung 44).

Abbildung 44: Maßnahmen des Bereiches Siedlungsentwicklung



Quelle: Eigene Darstellung

Soziale Infrastrukturen der Daseinsvorsorge

Während in Hamburg und den weiteren Oberzentren der Untersuchungsregion sowie im Verdichtungsraum und Ordnungsraum auf den Achsen wenige Probleme hinsichtlich der Versorgung in zentralen Daseinsvorsorgebereichen (vor allem Kinderbetreuung, (Schul-)Bildung, Gesundheits- und Lebensmittelversorgung) bestehen, ist die Sicherung bestehender Einrichtungen und Angebote in den Mittelzentren und ländlichen Teilräumen der Untersuchungsregion schon heute (vor allem im Zusammenhang mit den demografischen Entwicklungen) vielerorts ein zentrales Thema. Von Seiten der Planspielteilnehmer wurden daher neben Maßnahmen zum Ausbau der Kindertagesbetreuung bzw. zur Sicherstellung der ärztlichen Versorgung im ländlichen Raum (die schon heute auf den politischen Agenden stehen), solche Maßnahmen genannt, die

- auf die Stärkung mobiler Angebote (vor allem im Bereich des Lebensmitteleinzelhandels)
- umgekehrt auch auf die zentrale Bündelung von Einrichtungen
- auf die Förderung des Ehrenamtes als Ergänzung (öffentlicher) Daseinsvorsorgeleistungen
- auf den Ausbau der Möglichkeiten internetgestützter Angebote („E-Everything“) setzen (Abbildung 45).

Abbildung 45: Maßnahmen des Bereiches Infrastrukturen der Daseinsvorsorge



Quelle: Eigene Darstellung

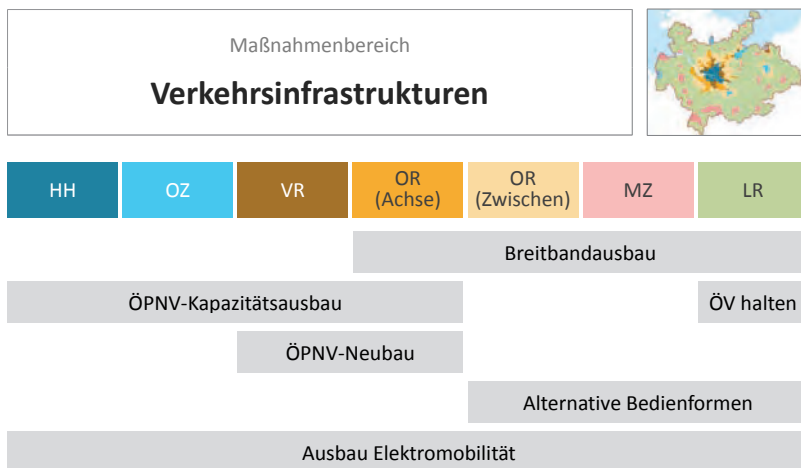
Verkehrsinfrastrukturen

Maßnahmen aus dem Bereich Verkehrsinfrastrukturen zielen in den Zentren und Ordnungsräumen vor allem auf den ÖPNV-Neu- bzw. Ausbau ab, um ausreichende Kapazitäten für die (wachsende) Nachfrage schaffen und die ÖPNV-Nutzung damit attraktiver gestalten zu können. Dazu gehört auch ein Ausbau von Park & Ride- Angeboten. In den mehr ländlich geprägten Teilräumen besteht die Herausforderung eher darin, den ÖPNV zu halten bzw. das Angebotsspektrum durch Einführung alternativer Bedienformen zu erweitern, um ein ÖPNV-Angebot des Status Quos überhaupt aufrechterhalten zu können.

Um den im vorangegangenen Abschnitt genannten Ansatz des „E-Everything“ weiterverfolgen zu können, bedarf es der entsprechenden Infrastruktur. Daher wird insbesondere für den ländlicheren Raum ein (weiterer) Ausbau der Breitbandinfrastrukturen als ein zentraler Punkt erachtet.

Ein weiteres zentrales Anliegen besteht für alle Raumtypen in einem Ausbau der Elektromobilität, gerne auch in Verbindung mit Car-Sharing oder vernetzten Mobilitätsangeboten (Abbildung 46).

Abbildung 46: Maßnahmen des Bereiches Verkehrsinfrastrukturen

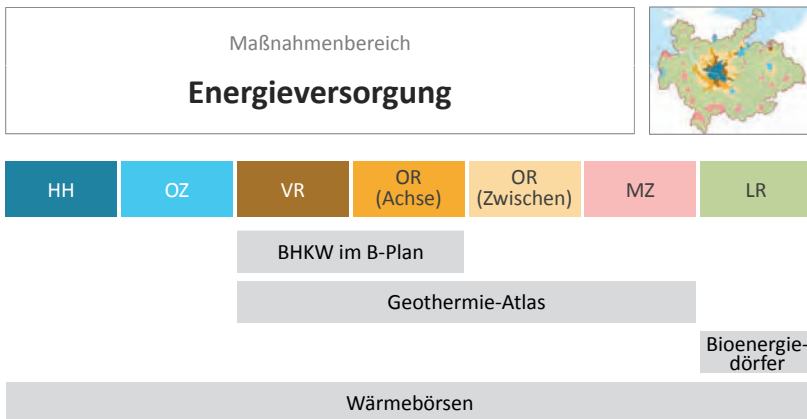


Quelle: Eigene Darstellung

Energieversorgung

Im Maßnahmenbereich Energieversorgung wurden Maßnahmen formuliert, die dazu geeignet sind, den Verbrauch fossiler Energieträger zu reduzieren. Dies betrifft z. B. die Realisierung von dezentralen Blockheizkraftwerken (vor allem für den Verdichtungsraum sowie Ordnungsräume auf den Achsen geeignet), die Erarbeitung von Geothermieatlanten oder die Einrichtung von Wärmebörsen, um die Nutzung industrieller Abwärme für die Beheizung öffentlicher Gebäude sowie ggf. auch für die Deckung des Wärmebedarfs von Privatwohnungen zu ermöglichen. Für den ländlichen Raum wird die weitere Etablierung von Bioenergie-dörfern (also die weitgehend autarke Erzeugung von Strom und Wärme aus Biomasse) als zielführend angesehen (Abbildung 47).

Abbildung 47: Maßnahmen des Bereiches Energieversorgung



Quelle: Eigene Darstellung

3.2 Maßnahmen auf der Ebene von Bund und Ländern

Bund und Länder stellen durch ihr politisches Handeln die Weichen für Strategien zur Anpassung an Energiepreisssteigerungen auf kommunaler Ebene. Durch ein Planspiel auf dieser räumlich übergeordneten Ebene konnten Erkenntnisse über die politische Praxis und deren zukünftige Entwicklung gewonnen werden. Fünf Strategien wurden vom Projektteam als mögliche Politikrichtungen skizziert und durch die Teilnehmer ergänzt und für eine Einordnung der bundes- bzw. landespolitischen Aktivitäten zur Auswahl gestellt (Kapitel IV.2.). Erstens könn-

ten Bund und Länder eine Strategie des „Nichts-Machens“ verfolgen. Diese geht davon aus, dass auch ohne staatliches Eingreifen strukturelle Anpassungsreaktionen von Unternehmen und Bevölkerung erfolgen. Demgegenüber könnte eine Strategie des „Gegensubventionierens“ darauf abzielen, die finanziellen Lasten von Haushalten und Unternehmen zu reduzieren, beispielsweise durch das schrittweise Absenken der Mineralölsteuern sowie anderer Energiesteuern oder durch die Einführung von „Härtefalltarifen“ und Beihilfen für bestimmte soziale Gruppen zur Abfederung der Energiepreis-Betroffenheit (z. B. Steuervergünstigungen für energieintensive Branchen, Strukturförderprogramme für strukturell hart getroffene Gemeinden und Regionen). Eine weitere Strategie umfasst eine breit angelegte Förderung von Projekten zur Energieeffizienz im Rahmen einer „Innovationsoffensive“ (Ausbau erneuerbarer Energien, Car-Sharing-Angebote, Weiterentwicklung von E-Bikes). Schließlich wird die Strategie „Strukturumbau“ als mögliche Politikrichtung für plausibel erachtet. Sie sieht eine Konzentration staatlicher Maßnahmen und Förderprogramme auf die siedlungs- und organisationsstrukturellen Ursachen der derzeitigen Energiepreisabhängigkeit vor. Denkbare Handlungsansätze liegen hier in der Förderung der Innenentwicklung, dem Ausbau des öffentlichen Nahverkehrs oder der Unterstützung der energetischen Sanierung von Gebäuden.

Die Abfrage der im Planspiel mitwirkenden Akteure nach ihrer derzeitigen Strategie und der Prognose einer Anpassungsstrategie bei steigenden Energiepreisen zeigte ein weitestgehend einheitliches Bild: Die Planspielteilnehmer favorisierten eine Strategie, die als „Innovationsoffensive“ bezeichnet wurde, offensichtlich auch, weil diese zur Erreichung der Klimaschutzziele geeignet erscheint. Insgesamt blieben die Reaktionen verhalten. Es wird nicht davon ausgegangen, dass ein spürbarer politischer Strategiewechsel oder eine Intensivierung der Maßnahmen angedacht ist. Die Planspielrealität offenbart damit ein eher reaktives Vorgehen von Bund und Ländern. Obwohl davon auszugehen ist, dass die Energiepreise weiter steigen, gleichzeitig die Abhängigkeit von- sowie der Bedarf an Energie zunehmen wird, sodass es langfristig zu Engpässen der Bedarfsdeckung durch fossile Ressourcen kommen kann, werden stärker proaktiv angelegte Strategien eines weitergehenden Bestandsumbaus derzeit offensichtlich als wenig realistisch bewertet.

Die in den kommunalen Planspielen formulierten Forderungen an Bund und Länder sind zum Teil kongruent mit der Strategie dieser übergeordneten Ebene. So forderten die kommunalen Planspielteilnehmer weder eine Gegensubventionierung von Energiepreissteigerungen über eine Absenkung der Mineralölsteuer

noch eine Anhebung der Pendlerpauschalen. Auch die Kommunen messen der Förderung von Innovationen in verschiedenen Bereichen (alternative Energie, Antriebe etc.) eine hohe Bedeutung zu und wünschen sich eine Ausweitung von bereits bestehender Förderung (Gebäudeenergie etc.). Allerdings bleibt der Bund bei einigen Aspekten hinter den Forderungen der Kommunen zurück. So wurde eine solide und perspektivische ÖPNV-Finanzierung verlangt, die auch die Planung größerer Kapazitätsausbaumaßnahmen erlaubt. Auch die Abschaffung der Schülerfreizügigkeit zur Reduzierung von Verkehren sowie eine Kostendeckelung bei Preissteigerungen von Modernisierungs- und Sanierungsmaßnahmen im Wohnungsbau (pro Mieter) wurden gefordert. Barrieren durch ungenügende Finanzierungsmöglichkeiten sollen abgebaut werden, Kooperationsmöglichkeiten unterstützt und sinnvolle Rahmenbedingungen gesetzt werden. Ein pro-aktives Vorgehen ermögliche den Kommunen zudem eine höhere Planungssicherheit. Insgesamt steht also die Steuerung der Rahmenbedingungen für eine strukturell angepasste Kommune im Vordergrund der Forderungen.

Analysen und theoretische Überlegungen zu den skizzierten fünf Politikszenerarien lassen unterschiedliche Folgen für die sieben in €LAN unterschiedenen Gebietstypen erkennen. Im ländlichen Raum würden Entwicklungen im Bereich Einwohnerstrukturen und demographische Entwicklungen durch steigende Energiepreise eher noch verstärkt, was zu weiteren Attraktivitätsverlusten ländlicher Gemeinden führen könnte. Diese Entwicklung ist den Modellergebnissen zufolge von der Strategie von Bund und Ländern weitestgehend unabhängig und kann allenfalls abgefedert werden. Demgegenüber wurde für die Mittelzentren bei den Modelldurchläufen ein bisher unerwartetes Ergebnis festgestellt. Die Modellergebnisse lassen vermuten, dass die Energiepreisentwicklung die Mittelzentren im ländlichen Raum insgesamt eher stärken als schwächen wird – auch diese Tendenzen sind im Modell nicht durch die übergeordnete Strategie hervorgerufen. Für die meisten Umlandgemeinden und Zentren wäre nach Analysen dagegen ein Strukturumbau als proaktive Antizipation auf steigende Energiepreise eher von Vorteil. Die Verlagerung von Bevölkerung aus dem ländlichen Raum und die höhere Anzahl an Arbeitsplätzen in den Zentren bewirken bei aktiver Anpassung einen eher positiven Effekt bei den demographischen Entwicklungen, effizienter Mobilität und Infrastruktur. Auch wäre mit Entlastungen bei der Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke zu rechnen.

Eine Einordnung der Ergebnisse in den internationalen Diskurs (Kapitel V.4.1) unterstützt die Forderung der Kommunen und bestätigt die analysierten Wirkungen auf die Gebietstypen. Steigende Energiepreise stellen Kommunen, Haus-

halte und Unternehmen in Zukunft vor zusätzliche Herausforderungen, die eine frühzeitige intensive politische Auseinandersetzung mit diesem Thema fordern. Die Politik ist dazu aufgerufen, sich auf die mittel- und langfristig zu erwartenden Preissteigerungen vorzubereiten und durch eine integrierte und proaktive Strategie Auswirkungen auf Kommunen, Unternehmen und Haushalte abzufedern. Die derzeitige Strategie auf übergeordneter Ebene setzt den Fokus zwar in einem für die zukünftige Entwicklung bedeutenden Bereich, suggeriert jedoch, dass (technische) Innovationen die einzig mögliche Antwort im Zusammenhang mit Energiepolitik sind. Ob diese Strategie aufgeht und eine rechtzeitige Anpassung erfolgen kann, bleibt zweifelhaft. Zudem offenbaren die Modellergebnisse, gestützt durch die internationalen Erkenntnisse, die positive Wirkung strukturverändernder Maßnahmen für eine nachhaltige Landnutzung.

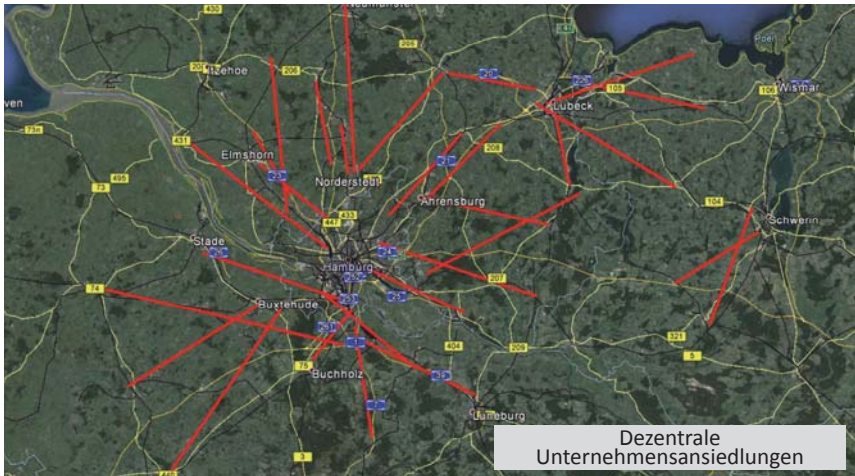
3.3 Übersetzung der Maßnahmen für eine Nutzung im Modell

Um die Effekte der im Rahmen des Planspiels formulierten Anpassungsmaßnahmen von Kommunen, Bund und Ländern auf Entscheidungssituationen und die Entwicklung in der Untersuchungsregion durch Anwendung des Simulationsmodells sichtbar machen und analysieren zu können, waren zunächst „Übersetzungsschritte“ nötig:

So bedurfte es grundsätzlich einer Festlegung, auf welche Aspekte die einzelnen Maßnahmen wirken und einer Anpassung der Modellparameter (z. B. Anpassung gebietsspezifischer Attraktivitätsfaktoren, Sanierungs- oder Realisierungswahrscheinlichkeiten).

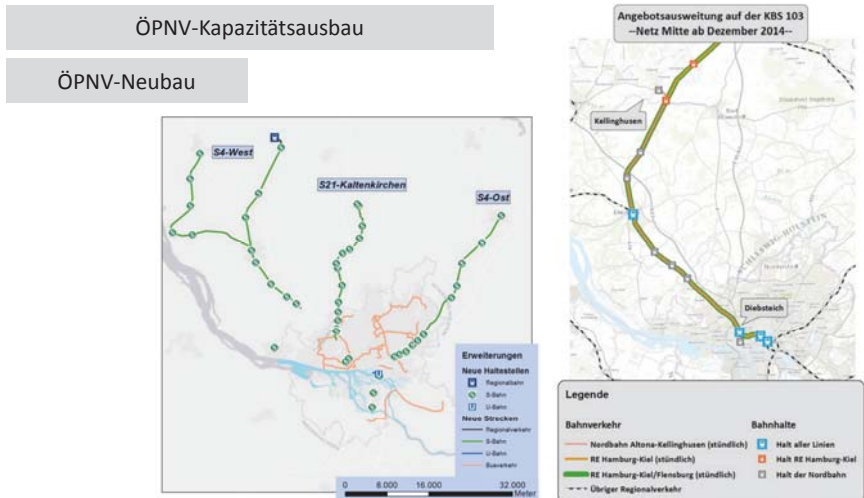
Für andere Maßnahmen waren hingegen noch weitere räumliche Konkretisierungen vonnöten, um die durch die Umsetzung ausgelösten komplexen Wechselwirkungen untersuchen zu können. Dies betrifft z. B. Annahmen zu „dezentralen Unternehmensansiedlungen“ (Abbildung 48) bzw. Neu- oder Ausbaumaßnahmen im Bereich des ÖPNV (Abbildung 49).

Abbildung 48: Übersetzung der Maßnahmen aus dem Planspiel für eine Nutzung im Simulationsmodell – Beispiel: dezentrale Unternehmensansiedlungen



Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von Google Earth

Abbildung 49: Übersetzung der Maßnahmen aus dem Planspiel für eine Nutzung im Simulationsmodell – Beispiel: ÖPNV-Kapazitätsausbau und ÖPNV-Neubau



Quelle: Eigene Darstellung

4 Weiteres Potenzial und langfristige Perspektiven

Wie ausgeführt wurde, wirken hohe Energiepreise sozial und räumlich selektiv. Es gibt also nicht „die eine richtige Strategie“, um auf steigende Energiepreise zu reagieren. Vielmehr sind von Regionen und Gemeinden individuell angepasste Strategien zu entwickeln. Im Rahmen der Planspiele auf kommunaler Ebene wurden von Vertretern der verschiedenen Gebietstypen Maßnahmen zur Anpassung an steigende Energiepreise erarbeitet.

Auf struktureller Ebene gesehen sind die Konkurrenzsituationen zwischen Kommunen, die durch das aktuelle Planungsrecht zwangsweise entstehen z. B. bei der Ansiedlung neuer Arbeitsplätze, eher hinderlich gegenüber dieser Art Komplexität bei solch übergreifenden Problemstellungen. Kooperationen untereinander waren hier für viele Gemeinden der entscheidende Faktor, um bestehende Infrastrukturen aufrechtzuerhalten oder neue Projekte auch bei steigenden Energiepreisen umsetzen zu können. Konkurrenzfaktoren und Insellösungen für einzelne Gemeinden stellten hierbei eher ein Hemmnis dar. In den Planspielterminen haben sich die Teilnehmer sehr positiv darüber geäußert, dass auch andere Kommunen (sowohl kleine Gemeinden, Städte als auch Kreise) anwesend waren und so ein umfassenderes Bild über die grundlegende Problematik gewonnen werden konnte. Die unterschiedlichen Aspekte der diversen Teilnehmer bildeten oftmals die wesentliche Basis für einen kooperativen Ansatz.

Die unterschiedlichen Planspieltermine haben in Verbindung mit den generierten Szenarien und dem Modell auf einer inhaltlichen Ebene gezeigt, dass zunächst rein demographische Aspekte (Zuzug, Wegzug etc.) für die einzelnen Gemeinden über die Jahre bereits wesentliche Effekte beinhalten würden. Durch die veränderten Einwohnerzahlen werden die Immobilienpreise entsprechend nachziehen und in ländlichen Gegenden mit Einwohnerverlusten zu günstigerem Wohnraum führen, in den Zentren durch die gestiegene Nachfrage hingegen zu Verteuerungen. Überlagert mit den im Szenario gestiegenen Energiepreisen und den von den Teilnehmern ergriffenen Maßnahmen zeigten sich dann noch einmal wesentliche Unterschiede in den Ergebnissen für die unterschiedlichen Gebietstypen. Für ländliche Gemeinden bedeuteten die Maßnahmen zunächst eine Minderung der negativen Effekte von steigenden Energiepreisen. Die positiven Effekte werden bei weiter steigenden Preisen jedoch überlagert, so dass einige Gemeinden trotz Maßnahmen keine positiven Entwicklungen mehr verzeichnen könnten.

Überraschend war in diesem Zusammenhang, dass gerade die Mittelzentren als wesentliche Pufferzone zwischen den größeren Städten bzw. Zentren und dem ländlicherem Umland im Szenario funktionierten. In den Szenarien waren

es die Mittelzentren, die einen überproportionalen Zulauf an Einwohnern verzeichneten und zugleich einen nachhaltigen Ausbau der Infrastruktur bewältigen könnten. Die großen Zentren als Arbeitsplatzstandorte profitierten zwar von den zuziehenden Arbeitskräften, litten jedoch dadurch gleichzeitig unter zu hohen Drücken bei Faktoren wie bezahlbarem Wohnraum und Kapazitätsengpässen bei der Verkehrsinfrastruktur.

Wenn der Bund und die Länder ähnlich wie im Arbeitstermin entscheiden würden, dass an den bestehenden Strukturen wenig bis keine Änderungen unter steigenden Energiepreisen vorgenommen werden, wären die Kommunen mit den zur Verfügung stehenden Mitteln oftmals nicht in der Lage, eine funktionierende technische oder soziale Infrastruktur auf dem aktuellen Level zu halten. Die entscheidende Frage wäre hier nach der generellen Ausrichtung der Politik zu stellen: Inwieweit ist ein gewisses Maß an Ungleichheit der Bedingungen von ländlichem Raum und Zentren hinnehmbar oder wann, wie und in welchem Umfang ist eine Subventionierung ländlicher Gegenden sinnvoll?

Als Fazit des Experiments kann festgehalten werden, dass regionale Abstimmungsprozesse notwendig sind, um komplexere Fragestellungen für die Kommunen gemeinsam nachhaltiger angehen zu können.

Das Potenzial, das durch das Planspiel aufgezeigt wird, besteht unter anderem im fortgeführten Dialog der verschiedenen Teilnehmer, um nachhaltigere Strategien und Lösungen bei komplexen Fragestellungen zu erarbeiten, die für Kommunen langfristig sinnvoller sein können als „einseitig beleuchtete“ Strategien. Die momentanen Wechselbeziehungen und Kommunikationsstrukturen der verschiedenen Institutionen lassen aktuell wenig Raum für komplexere und globale Fragestellungen wie Energiepreissteigerungen und die Identifikation von möglichen Synergieeffekten mit bereits bestehenden Programmen für eine nachhaltige Ausgestaltung der Landnutzung in den unterschiedlichen Teilräumen. Auch die aktuellen Tagesordnungspunkte und Programme zum demographischen Wandel, zur Nachhaltigkeit oder zu ähnlichen Problemstellungen profitieren durch einen langfristigen facettenreichen Austausch mit übergreifenden Strukturen, um einen gemeinsamen Lösungsansatz für diese globalen Aufgaben zu finden.

Nach den Projekterfahrungen können vor allem zwei lohnende Fragen gestellt werden: Auf welche Art und Weise und vor allem wo werden die Planungsentscheidungen vorbereitet und dann getroffen? Welchen Anteil daran haben die formellen Planungsschritte und welchen Anteil die informellen wie die hier vorliegende Projektarbeit?

In dieser Hinsicht sollte weitere Forschung angestrebt werden, um letztendlich in der Lage sein zu können, auch die bestehenden Instrumentarien der Planung weiter zu entwickeln und zukünftigen Anforderungen anpassen zu können, sowie neue Bedarfe zu erkennen und ggf. entsprechende neue Instrumente zu erarbeiten.

V Bewertung und Analyse der Ergebnisse von Modell und Planspiel

Im Rahmen dieses Kapitels V erfolgt die zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse möglicher Entwicklungen unter der Annahme eines steigenden und dauerhaft gegenüber heute erhöhten Benzinpreises.

Die durch Anwendung des im Rahmen des Projektes aufgebauten integrierten Landnutzungs- und Verkehrsmodells hergeleiteten Ergebnisse werden dabei nicht auf Ebene einzelner Gebietskörperschaften ausgewiesen. Vielmehr erfolgt im Sinne einer besseren Les- und Beurteilbarkeit der Ergebnisse eine Ergebnisdarstellung nach Raumtypen. Die Herleitung dieser Raumtypen sowie die Einteilung des Untersuchungsgebietes werden in Kapitel V.1 beschrieben.

Kapitel V.2 stellt die Ergebnisse eines Durchlaufes des im Rahmen des Projektes entwickelten Simulationsmodells für diese abgegrenzten Raumtypen dar. Dabei wird ein Benzinpreis von 2,20 €/l sowohl für den Referenzzeitpunkt 2015 als auch für das Jahr 2025 unterstellt (Abbildung 50, Zustand A). Es wird hier zunächst die Entwicklung zentraler Indikatoren unter der Annahme eines konstanten, jedoch gegenüber heute deutlich höheren Benzinpreises von 2,20 €/l beschrieben.

Im darauffolgenden Kapitel V.3 erfolgt eine vergleichende Gegenüberstellung der Folgewirkungen höherer Energiepreise anhand zentraler Indikatoren für die abgegrenzten Gemeindetypen für die Szenariofälle „ohne Maßnahmen“ und „mit Maßnahmen“ aus dem Planspiel (Abbildung 50, Zustand B).

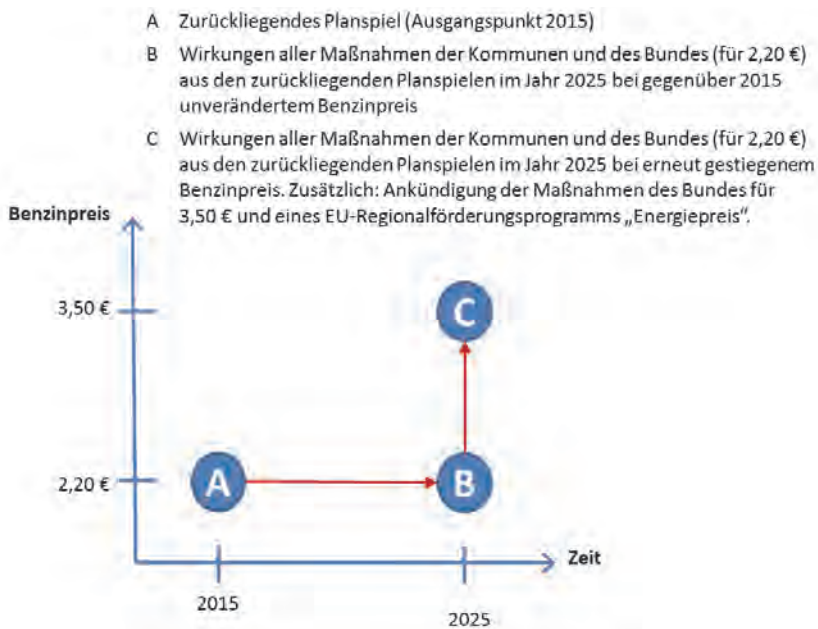
Schließlich werden in Kapitel V.4 die Ergebnisse eines Modelldurchlaufs beschrieben, der von einem Benzinpreis von 2,20 €/l im Jahr 2015 und von einem bis zum Jahr 2025 sukzessive bis auf 3,50 €/l ansteigenden Benzinpreis ausgeht. Im Vergleich zum Referenzszenario „ohne Maßnahmen“ werden dabei die Auswirkungen dauerhaft steigender Benzinpreise unter Berücksichtigung der von den Planspielteilnehmern formulierten Maßnahmen analysiert, indem die Entwicklungen zentraler Indikatoren ausgewertet werden (Abbildung 50, Zustand C).

Beschrieben werden in diesen drei Abschnitten zunächst Entwicklungen, die sich vor allem durch Anpassungsreaktionen und Entscheidungen der privaten Haushalte (z. B. in Bezug auf Wohnstandort- und Verkehrsmittelwahlverhalten

oder hinsichtlich ihrer Arbeitsmarktentscheidungen) ergeben. Zudem werden Veränderungen im Bereich der Standortstrukturen verschiedener Dienstleistungs- und Versorgungseinrichtungen und –angebote im Bereich zentraler Daseinsvorsorgeinfrastrukturen (z. B. Anpassungen der Schulstandortstruktur aufgrund veränderter Schülerzahlen, Veränderungen im Bereich der (haus-)ärztlichen Versorgung – Stichwort: „Landarztproblematik“ – oder Anpassungen der Standortstrukturen im Bereich des Lebensmitteleinzelhandels infolge räumlich veränderter Kaufkraftflüsse) wirksam, die ebenfalls Einfluss auf Standortwahlentscheidungen und Verkehrsmittelwahlverhalten privater Haushalte nehmen (können).

Eine zusammenfassende Darstellung, Bewertung und Einordnung der Simulationsergebnisse erfolgt schließlich in Kapitel V.4.3.

Abbildung 50: Strukturierung der Darstellung der Modellergebnisse bzw. der Einführung in die neue Planspielsituation 2025 anhand von drei Zuständen A, B und C



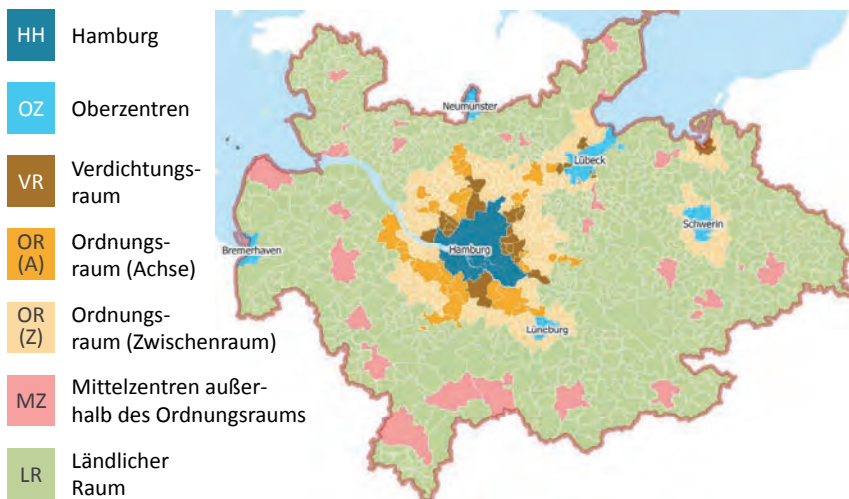
Quelle: eigene Darstellung

1 Definition von Raumtypen für Maßnahmenkonkretisierung und Ergebnisdarstellung

Die grundsätzliche Motivation der Kombination von Planspiel und integriertem Landnutzungs- und Verkehrsmodell ist die Folgenabschätzung politischer Strategien innerhalb der politischen und administrativen Entscheidungssphären der einzelnen Planspielteilnehmer. Da neben den Planspielteilnehmern jedoch grundsätzlich alle Gebietskörperschaften samt den zugeordneten räumlichen und verkehrlichen Planungsinstitutionen innerhalb der Metropolregion Hamburg mit dem gleichen Energiepreisanstieg konfrontiert werden, ist eine großräumige Konkretisierung der politischen Strategien notwendig.

Bei der Umsetzung dieser Konkretisierung wurde den Erfordernissen aus räumlicher Verschiedenheit und Generalisierung gleichermaßen entsprochen. Von Energiepreissteigerungen, demographischen Veränderungsprozessen und Kaufkraftverschiebungen sind zwar alle Gebiete betroffen, jedoch in ganz unterschiedlicher Weise. In ländlichen Gemeinden mit einem hohen MIV-Anteil am Modal-Split, bei gleichzeitig großen Reiseweiten, wirken steigende Energiepreise völlig anders als in der Hamburger Kernstadt mit einer guten ÖV-Netzabdeckung bei einer gleichzeitig großen Zahl an Zielgelegenheiten. Differenzierungen sind also vorzunehmen. Gleichwohl sind viele Aussagen für ländliche Gemeinden generalisierbar. Unabhängig von der Lage dieser Gemeinde werden sich steigende Energiepreise - bei gleichbleibender Mobilität - immer auch in deutlich wachsende Mobilitätskosten übersetzen. Entscheidend ist hier primär ein gemeinsamer Trend und weniger die prozentualen Verschiebungen innerhalb unterschiedlicher Indikatoren. Folglich sind Raumtypen zu bilden, welche trendgleiche Gebiete zusammenfassen und somit ähnliche politische Strategien erwarten lassen. Dabei erfolgte eine enge Anlehnung an die in den Landesentwicklungsplanungen Mecklenburg-Vorpommerns, Niedersachsens und Schleswig-Holsteins gebräuchliche Einteilung. Dies verbessert die Interpretierbarkeit der Ergebnisse und erweitert die Möglichkeit der Kommunikation. Insgesamt wurden sechs unterschiedliche Typen gebildet. Jede Gemeinde wurde jeweils der ranghöchsten Entsprechung zugeordnet - Ausnahmen sind aufgeführt (Abbildung 51):

Abbildung 51: Verortung unterschiedlicher Raumtypen



Quelle: Eigene Abbildung

- Typ 1: Hamburg:** Gebiet innerhalb der Metropolregion mit dem größten Anziehungspotenzial. Sehr diversifizierte Raumausstattung mit zentralen Einrichtungen. Deutliche Wanderungsgewinne gehen einher mit relativ geringen Mobilitätsausgaben.
- Typ 2: Oberzentrum:** Gebiete mit herausragendem Anziehungspotenzial. Umfangreiches Angebot an Arbeitsplätzen, Bildungs- und Versorgungseinrichtungen. Bilden abgrenzbare und eigenständige zentrale Orte. Ausgeglichene Wanderungsbilanzen treffen auf relativ geringe Mobilitätskosten. (Ministerium für Arbeit, Bau und Landesentwicklung des Landes Mecklenburg-Vorpommern 2005, S. 28; Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung 2008, S. 14; Innenministerium des Landes Schleswig-Holstein 2010, S. 127)
- Typ 3: Verdichtungsraum:** Gebiete, welche von einer sehr guten Anbindung an Bereiche der Typen 1 und 2 und damit deren Anziehungspotenzialen profitieren. Dazu zählen insbesondere die Hamburger Entwicklungsachsen mit einer sehr guten Zentrenreichbarkeit und zusätzlich einzelne Gemeinden an der Lübecker Stadtgrenze, welche über eine starke Verknüpfung zur Kernstadt verfügen. Hohes Anziehungspotential ist bedingt durch die Nähe zu herausragenden Gebieten. Mobilitätskosten können durch die

gute ÖPNV-Anbindung relativ niedrig gehalten werden. Verdichtungsräume gelten als Zentren der Suburbanisierung. Das Mittelzentrum Seevetal wurde in den Verdichtungsraum integriert (Innenministerium des Landes Schleswig-Holstein 2010, S. 126 ff.).

- **Typ 4: Ordnungsraum:** Der Ordnungsraum definiert das weitere Einzugsgebiet herausgehobener zentraler Orte. Die Größe des Raumes wird bestimmt durch die Attraktivität des Zentrums. Je umfangreicher (und attraktiver) die Ausstattung mit zentralen Einrichtungen, desto größer ist auch das Einzugsgebiet. Ordnungsräume um kleine Zentren fallen folglich kleiner aus. Der Ordnungsraum verfügt zwar noch über eine räumliche Verknüpfung zu Gebieten mit vergleichsweise hoher Attraktivität, eine gute ÖV-Erreichbarkeit dieser Zentren ist jedoch nicht immer gegeben. Überdies ist die Ausstattung mit zentralen Einrichtungen innerhalb des Ordnungsraumes deutlich herabgesetzt. Die strukturelle Abhängigkeit vom zentralen Ort führt zur Generierung langer Wege. Der Ordnungsraum entspricht dem „Stadt-Umland-Raum“, der durch das Ministerium für Arbeit, Bau und Landesentwicklung des Landes Mecklenburg-Vorpommern (2005, S. 19) definiert wurde.
- **Typ 5: Mittelzentren und Orte mit Teilfunktionen:** Eigenständige Räume bedingt durch die gute Ausstattung mit zentralen Einrichtungen (Bildung, Versorgung, Gesundheit) und Arbeitsplätzen. Die Gesamtzahl dieser Einrichtungen ist im Vergleich zu Oberzentren deutlich herabgesetzt. (Innenministerium des Landes Schleswig-Holstein 2010, S. 126 ff.; Ministerium für Arbeit, Bau und Landesentwicklung des Landes Mecklenburg-Vorpommern 2005, S. 29 ff.; Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung 2008)
- **Typ 6: Ländlicher Raum:** Gebiete, welche keine der vorherigen Definitionen erfüllen. Charakteristisch ist die disperse und weitmaschige Verteilung von Wohnstandorten, Arbeitsplätzen und weiteren Zielen. Diese Verteilung erfordert einen intensiven Einsatz von Mobilität und erzeugt hohe Wegelängen.

2 Folgewirkungen eines Benzinpreises von 2,20 €/l (Zustand A)

Bei der Fortschreibung von Daten vom ersten Szenario 2015 bis zum zweiten Szenario 2025 gibt es auch Veränderungen, die nicht ursächlich an den Energiepreis gekoppelt sind, wie beispielsweise natürliche Alterungsprozesse einer

Bevölkerung. Wie das Modell also die Fortschreibung dieser „natürlichen“ Prozesse darstellt, ohne dass Maßnahmen der Planspielteilnehmer zunächst eine Rolle spielen, soll an dieser Stelle für eine bessere Einordnung der Ergebnisse erfolgen. Daher betrachtet dieses Kapitel zunächst die generellen Folgewirkungen eines Benzinpreises von 2,20 €/l auf verschiedene Indikatoren für die im vorherigen Abschnitt dargestellten Raumtypen im Jahr 2025 noch ohne die Maßnahmen der Planspielteilnehmer.

2.1 Bevölkerungsentwicklung

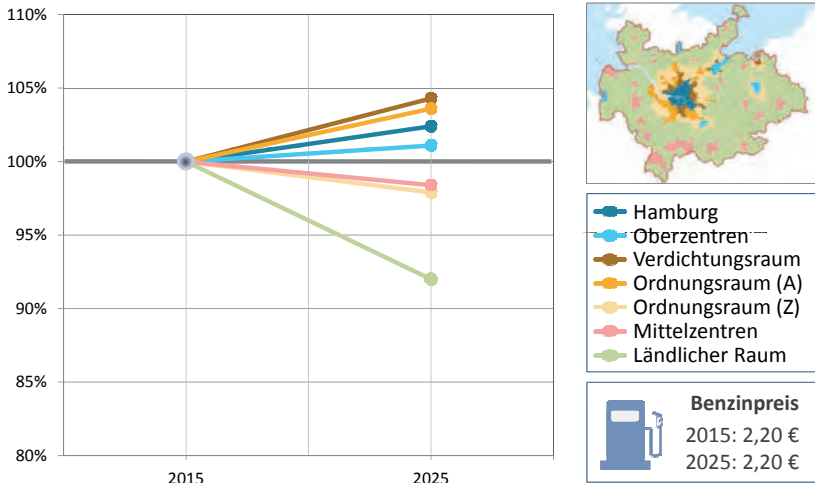
Die Bevölkerungsentwicklung ist ein entscheidender Einflussfaktor für Entwicklungen und Handlungsoptionen auf Ebene der einzelnen Kommunen: Dies betrifft zum einen Einnahmen aus Steuern und kommunalen Finanzausgleichssystemen und damit Möglichkeiten, durch Investitionsentscheidungen steuernd auf die gemeindliche Entwicklung Einfluss zu nehmen. Zum anderen wirkt die Bevölkerungsentwicklung auf Tragfähigkeiten von Versorgungsangeboten sowie Standortentscheidungen für die gemeindliche Entwicklung bedeutsamer nicht- oder teilstaatlicher Bereitsteller von Dienstleistungs- oder Daseinsvorsorgeinfrastrukturen und –angeboten. In diesem Abschnitt soll daher zusammenfassend dargestellt werden, welche Bevölkerungsentwicklungen sich unter Annahme eines bis 2025 konstanten Benzinpreises von 2,20 €/l in den einzelnen Raumtypen ergeben könnten.

Die Entwicklungen von Bevölkerungszahl und –struktur in den einzelnen Raumtypen resultieren neben den demografischen Veränderungen (Geburtenzahlen, Altersstruktur und Sterbezahlen) vor allem aus Umzugsentscheidungen und Wanderungsbewegungen der Haushalte innerhalb der Untersuchungsregion bzw. über die Grenzen der Untersuchungsregion hinweg. Wie bereits in Kapitel III beschrieben wurde, simuliert das Modell die Umzugs- und Standortwahlentscheidungen unter veränderten Rahmenbedingungen wie beispielsweise einer stärkeren Kostenbelastung durch veränderte Wohn- und Mobilitätskosten oder Veränderungen auf dem Arbeitsmarkt.

Es zeigt sich, dass die Bevölkerungszahl unter den Bedingungen eines erhöhten Benzinpreises bis zum Jahr 2025 gegenüber dem Referenzzeitpunkt 2015 vor allem in den zentraleren Bereichen ansteigt. Dies betrifft im Wesentlichen die dem Verdichtungsraum zugeordneten Bereiche, die Ordnungsräume auf den Entwicklungsachsen sowie Hamburg und die Oberzentren – und damit Teilräume, in denen sowohl die (nahräumliche) Ausstattung mit Versorgungs- und Daseinsvor-

sorgeinfrastrukturen als auch die Möglichkeiten, Angebote des ÖPNV zu nutzen tendenziell besser sind. Leichte Bevölkerungsverluste sind für die Mittelzentren, stärkere insbesondere für die ländlichen Räume sowie für die Ordnungsräume im Zwischenraum zu konstatieren (Abbildung 52).

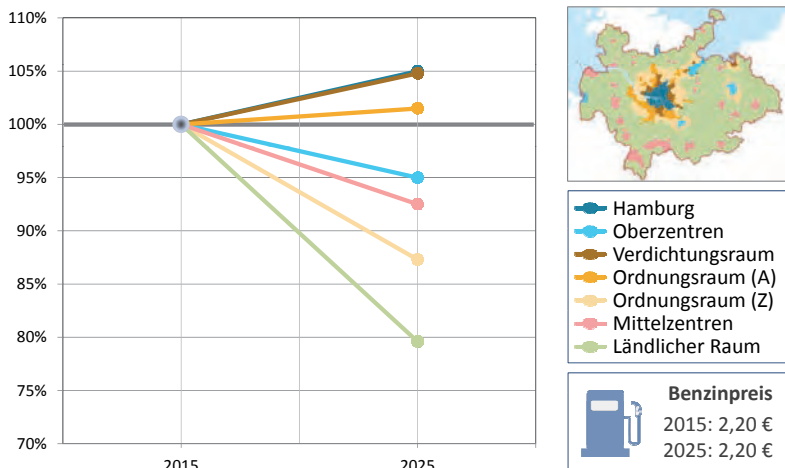
Abbildung 52: Konstanter Benzinpreis von 2,20 €/l: Entwicklung der Einwohnerzahl nach Raumtypen



Quelle: Eigene Darstellung

Grundsätzlich wird bei der Entwicklung der Anzahl der Kinder und Jugendlichen in den Raumtypen der Untersuchungsregion eine der Gesamtbevölkerungsentwicklung vergleichbare Tendenz sichtbar. Allerdings werden die Effekte räumlich differenzierter Wanderungsgewinne oder -verluste durch die insgesamt rückläufige Anzahl der Kinder und Jugendlichen überlagert. Dennoch zeigen sich teilräumliche Entwicklungsunterschiede: Bis zum Jahr 2025 lassen sich unter den angenommenen Bedingungen gegenüber dem Referenzjahr 2015 leichte Zuwächse der Anzahl der Kinder und Jugendlichen in Hamburg sowie den dem Verdichtungsraum zugeordneten Städten verzeichnen (in einer Größenordnung von etwa + 5 %). Vergleichsweise deutliche Verluste ergeben sich für die Gemeinden des Ordnungsraumes zwischen den Achsen (etwa - 13 %) bzw. vor allem des ländlichen Raumes (mehr als - 20 %) (Abbildung 53).

Abbildung 53: Konstanter Benzinpreis von 2,20 €/l: Entwicklung der Anzahl der EinwohnerInnen unter 18 Jahre



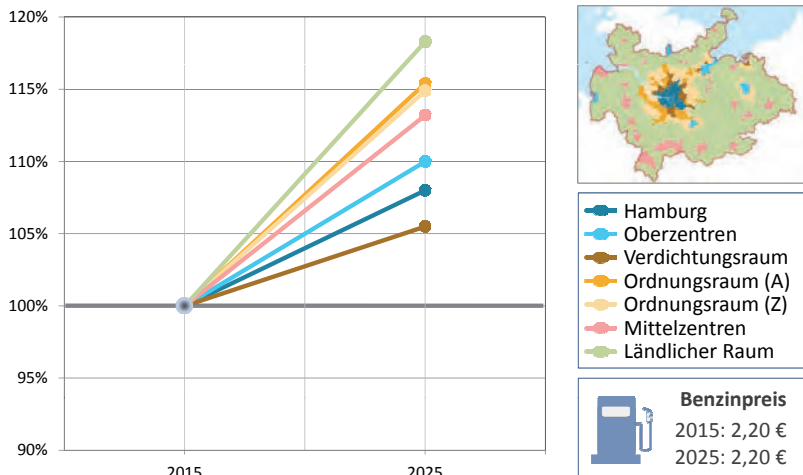
Quelle: Eigene Darstellung

Die Anzahl der Über-65-Jährigen wird aufgrund der demografischen Entwicklung in allen Raumtypen der Untersuchungsregion weiter anwachsen. Vergleichsweise geringe Zuwächse ergeben sich bis zum Jahr 2025 gegenüber 2015 in den Städten des Verdichtungsraums, in Hamburg sowie den anderen Oberzentren (im Bereich von + 5 % bis etwa + 10 %). Die deutlichsten Zuwächse könnten sich mit etwa + 18 % in den Gemeinden des ländlichen Raumes vollziehen (Abbildung 54).

Zusammengefasst ergibt sich damit in den zentraleren Bereichen des Untersuchungsraumes – also den Städten des Verdichtungsraumes, den Gemeinden des Ordnungsraumes auf den Achsen, in Hamburg sowie den Oberzentren – eine vergleichsweise „günstigere“ Entwicklung mit leichten Zuwächsen bei der Gesamtbevölkerung, einer konstanten bis positiven Entwicklung der Anzahl der Kinder und Jugendlichen sowie einem moderaten Anstieg der Anzahl der Bewohner im Alter über 65 Jahren. Letzterer wird in den Gemeinden des Ordnungsraumes etwas deutlicher ausfallen (etwa + 15 %). Demgegenüber gehen vor allem in den Gemeinden des ländlichen Raumes sowie des Ordnungsraumes zwischen den Achsen Bevölkerungsverluste bei der Gesamtbevölkerung sowie der Anzahl der Kinder und Jugendlichen mit einem vergleichsweise starken Anstieg der Anzahl der Menschen im Alter von 65 Jahren und älter einher. In den Mittelzentren

vollziehen sich hingegen bei nur geringen Bevölkerungsverlusten (etwa – 2 %) erhebliche altersstrukturelle Verschiebungen: Während die Anzahl der Kinder und Jugendlichen um rund 8 % zurückgehen wird, wächst die Anzahl der Über-65-Jährigen im selben Zeitraum um etwa 13 % an.

Abbildung 54: Konstanter Benzinpreis von 2,20 €/l: Entwicklung der Anzahl der EinwohnerInnen über 65 Jahre



Quelle: Eigene Darstellung

2.2 Wohnkosten, Fahrleistung und Mobilitätskosten

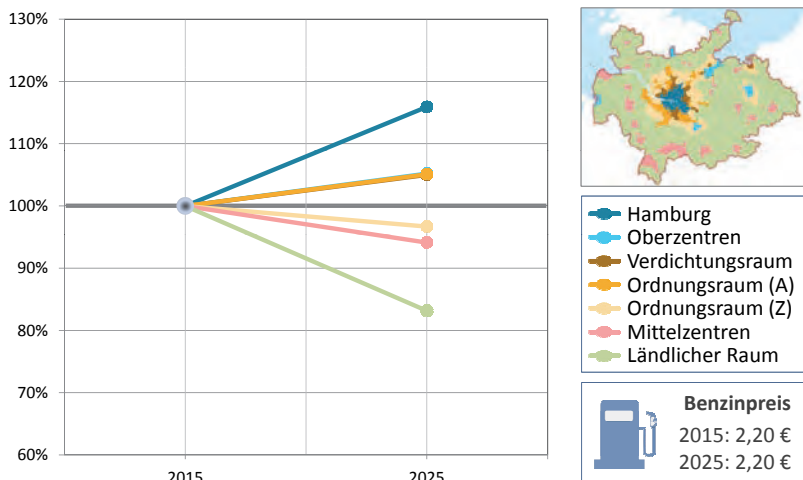
Die Kostenbelastung, die privaten Haushalten unter Annahme eines steigenden Energiepreises an verschiedenen Standorten der Untersuchungsregion entsteht, bildet einen zentralen Analysegegenstand unseres Projektes, da Anpassungsstrategien von Haushalten an dieses veränderte Preisniveau eine zentrale Grundlage bei der Auseinandersetzung mit gesellschaftlichen und räumlichen Veränderungsprozessen unter den Bedingungen steigender Energiepreise darstellen.

Aus der im vorgegangenen Abschnitt beschriebenen Bevölkerungsentwicklung ergeben sich unmittelbare Folgewirkungen für das Immobilienkauf- und Mietpreisniveau und damit auf die Wohnkosten in den einzelnen Raumtypen: Vor allem in Hamburg werden die Wohnkosten für Privathaushalte unter den angenommenen Bedingungen aufgrund der erhöhten Nachfrage weiter deutlich ansteigen (beispielsweise um rund 16 % bis zum Jahr 2025 gegenüber 2015 für Familien

mit Kindern und mittlerem Einkommen). Leichte Anstiege der Wohnkosten (im abgebildeten Beispiel um etwa 5 %) zeigen sich in Oberzentren, Städten des Verdichtungsraums sowie den Ordnungsräumen auf den Achsen. Demgegenüber gehen die Wohnkosten in den Achsenzwischenräumen sowie den Mittelzentren leicht (im Beispiel um etwa 3-6 %) und in den Gemeinden des ländlichen Raumes ziemlich deutlich (im Beispiel um rund 17 %) zurück.

Abbildung 55 zeigt nicht nur die Entwicklung der Fixkosten für das Wohnen, also der Kosten, die für den Kauf oder die Miete einer Wohnung entstehen. Die Entwicklung der Fixkosten für das Wohnen wird maßgeblich durch die teilträumlich differenzierte Nachfrage nach Wohnraum bestimmt. Hinzu kommt unter den Bedingungen erhöhter Energiepreise jedoch ein weiterer Effekt: In ländlicheren Teilräumen sind aufgrund des niedrigeren Bodenpreinsniveaus häufig wenig verdichtete Bauformen (eher Einfamilienhausbebauung als Geschoßwohnungsbau) und tendenziell Immobilien mit größeren Wohnflächen realisiert worden. Damit trifft eine Erhöhung der Endverbraucherpreise für Energie die Wohnungseigentümer im ländlichen Raum insofern stärker, als dass z. B. die Kosten für die Beheizung dieser großen Wohnflächen in der Summe stärker ansteigen, als dies beispielsweise in kleineren, in verdichteter Bauweise errichteten Wohnungen der Fall ist.

Abbildung 55: Konstanter Benzinpreis von 2,20 €/l: Entwicklung der Wohnkosten am Beispiel von Familien mit Kindern und mittlerem Einkommen



Quelle: Eigene Darstellung

Die Eigentümer von Wohnimmobilien im ländlichen Raum sehen sich damit häufig einer Entwicklung gegenüber, in deren Zuge ihre (oftmals nicht heutigen Ansprüchen an Energieeffizienz genügenden) Häuser aufgrund der rückläufigen Nachfrage an Wert verlieren oder sogar unverkäuflich sind (womit nicht selten Probleme im Zusammenhang mit der Altersvorsorge auftreten können). Gleichzeitig steigen die Kosten für die Wohnenergie an (insbesondere für das Heizen der großen Wohnflächen).

Unter den angenommenen Entwicklungen wird sich das Mobilitätsverhalten vieler privater Haushalte verändern. Sei es, um z. B. höhere Wohn- oder Treibstoffkosten durch die Verringerung der Mobilitätskosten zu kompensieren (z. B. durch Vermeidung von Wegen oder ein verändertes Verkehrsmittelwahlverhalten).

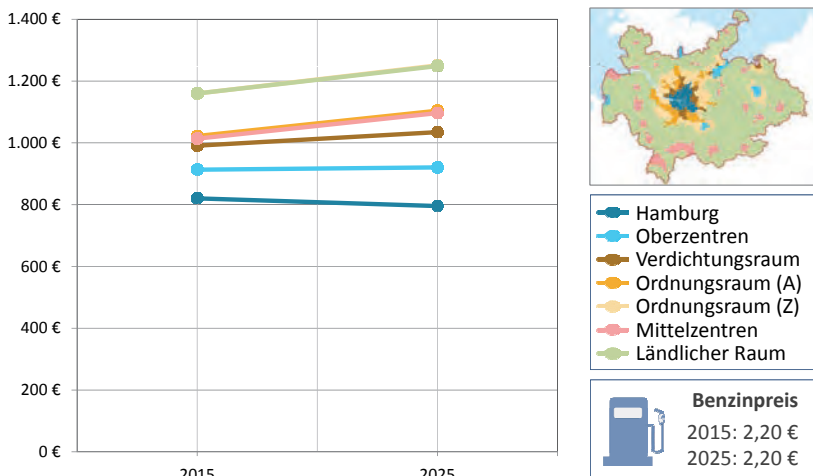
Dies ist mit Folgen für die Entwicklung der MIV-Fahrleistung (in km pro Person und Tag) in den einzelnen Raumtypen verbunden: Während bei stabilen Benzinspreisen von 2,20 €/Liter zwischen 2015 und 2025 in den Teilräumen, in denen die Pkw-Fahrleistung verhältnismäßig gering ist (vor allem in Hamburg, aber auch in den Oberzentren sowie im Verdichtungsraum) konstant bleibt bzw. nur geringfügig ansteigt, lässt sich insbesondere für die wenig verdichteten Bereiche ein Anstieg der MIV-Fahrleistung konstatieren. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in den nächsten 15 Jahren in den verhältnismäßig schlecht erreichbaren Gebieten die Motorisierung, gerade bei den (künftigen) Rentnerinnen im Vergleich zu heute, deutlich zunehmen wird. Bei den Jüngeren Generationen bleiben Motorisierungsraten und Fahrleistungen mangels Alternativen ähnlich hoch wie heute. Demgegenüber geht in den Zentren die Motorisierung bei diesen Gruppen zurück und die Einwohner nutzen verstärkt den ÖV und das Fahrrad.

Die ÖPNV-Fahrleistung bleibt demgegenüber unter den angenommenen Bedingungen in allen Raumtypen – wenngleich auf sehr unterschiedlichem Niveau zwischen knapp 4 km pro Person und Tag im ländlichen Raum und knapp 6 km pro Person und Tag in Hamburg – nahezu konstant.

Damit entwickeln sich die Mobilitätskosten innerhalb der Betrachtungsregion teilräumlich recht unterschiedlich: In Hamburg sind die Kosten, die private Haushalte für ihre Mobilität aufbringen müssen, im stadtreionalen Vergleich relativ gering. Wie Abbildung 56 zeigt, könnten diese Kosten bis 2025 gegenüber 2015 sogar leicht zurückgehen. Dies lässt sich vor allem auf die geringere Motorisierung und Pkw-Fahrleistung der jungen Erwachsenen Stadtbewohner zurückführen. In den Oberzentren der Betrachtungsregion bleiben die Verkehrskosten im abgebildeten Beispiel für eine Familie mit Kindern bei rund 900 €pro

Monat vergleichsweise konstant. Vor allem in den Gemeinden des ländlichen Raums, in denen die Verkehrskosten privater Haushalte von allen Raumtypen am höchsten sind (im Beispiel fast 1.200 € pro Monat), wachsen diese im Betrachtungszeitraum noch an. Steigende Verkehrskosten sind zudem in den Gemeinden des Ordnungsraumes auf und zwischen den Achsen zu konstatieren. Gleiches gilt für die Mittelzentren.

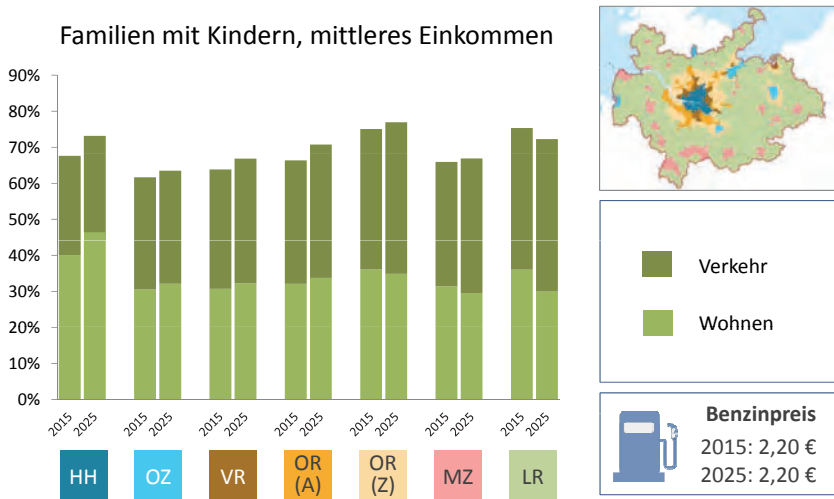
Abbildung 56: Konstanter Benzinpreis von 2,20 €/l: Entwicklung der Verkehrskosten am Beispiel von Familien mit Kindern und mittlerem Einkommen



Quelle: Eigene Darstellung

Wie Abbildung 57 verdeutlicht, steigt der Anteil der Kosten für das Wohnen und die Mobilität am Haushaltsnettoeinkommen in nahezu allen Raumtypen bis zum Jahr 2025 gegenüber 2015 an. Am Beispiel eines Familienhaushaltes mit Kindern ist erkennbar, dass sich die höchste Belastung durch Wohn- und Mobilitätskosten in den Gemeinden des Ordnungsraums in den Achsenzwischenräumen ergibt. Dort führt der Anstieg der Mobilitätskosten trotz sinkender Wohnkosten zu einem Anwachsen der Gesamtkostenbelastung. Der gleiche Effekt zeigt sich – wenngleich auf niedrigerem Niveau – auch für die Mittelzentren. In Hamburg und den Oberzentren steigt die Kostenbelastung durch den Anstieg der Wohnkosten. Einzig in den Gemeinden des ländlichen Raums sinkt die Kostenbelastung dadurch, dass der Rückgang der Kosten für das Wohnen deutlicher ausfällt, so dass diese Kostenvorteile durch den Anstieg der Verkehrskosten nicht aufgezehrt werden.

Abbildung 57: Konstanter Benzinpreis von 2,20 €/l: Anteil der Wohn- und Verkehrskosten am Haushaltsnettoeinkommen am Beispiel von Familien mit Kindern und mittlerem Einkommen



Quelle: Eigene Darstellung

3 Auswirkungen der Anpassungsstrategien an einen Benzinpreis von 2,20 €/l (Zustand B)

In diesem Kapitel werden die Effekte auf verschiedene zentrale Indikatoren beschrieben, die sich unter Berücksichtigung der in den Planspielen formulierten und räumlich konkretisierten Maßnahmen unter Annahme eines über den gesamten Betrachtungszeitraum bis 2025 konstanten Benzinpreises von 2,20 €/l ergeben. Dabei wird auf eine Darstellung der Effekte der Einzelmaßnahmen verzichtet. Vielmehr erfolgt eine Darstellung der regionalen Gesamtwirkung aller Einzelmaßnahmen.

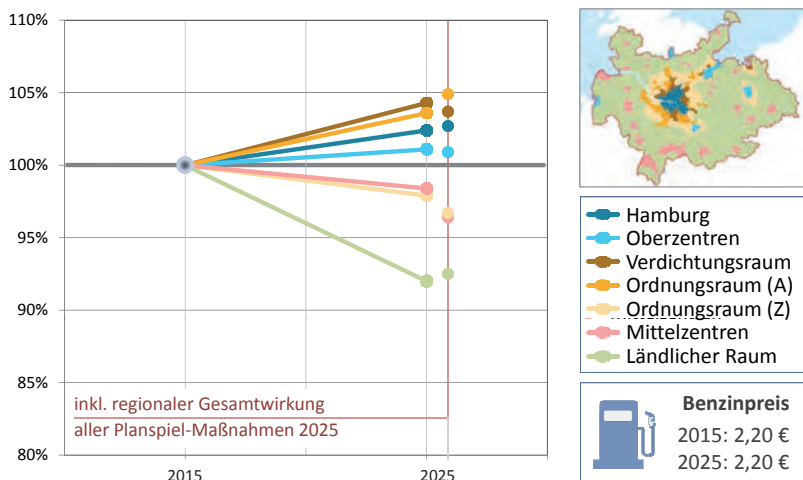
Die in Kapitel V.3 verwendeten Grafiken beziehen sich auf die Ergebnisse unterteilt nach definierten Raumtypen. Für den Szenariozeitpunkt 2025 gibt es jeweils zwei Endpunkte als direkte Vergleichsmöglichkeit zu den dargestellten Indikatoren: Der linke Punkt bezieht sich auf ein Szenario 2025 mit weiterhin konstantem Energiepreis von 2,20 €/l bei reinen Trend- und Demographieeffekten *ohne* die Maßnahmen der Planspielteilnehmer (Zustand A). Der rechte Punkt gibt den Zustand bei gleichem Energiepreinsniveau *mit* den Maßnahmenauswirkungen der Planspielteilnehmer an (Zustand B).

3.1 Effekte der Planspielmaßnahmen auf die Entwicklung der Einwohnerzahlen

In Bezug auf die Entwicklung der Einwohnerzahl in den einzelnen Raumtypen des Untersuchungsgebietes zeigt sich, dass die im Rahmen des Planspiels formulierten Maßnahmen zu räumlichen Verschiebungen bei der Entwicklung der Einwohnerzahlen führen. Im Vergleich zu den Modellergebnissen zur Bevölkerungsentwicklung „ohne Planspielmaßnahmen“ ergeben sich im Szenario „mit Planspielmaßnahmen“:

- Geringfügig höhere Bevölkerungsgewinne, die sich für Gemeinden im Ordnungsraum auf den Achsen sowie die Stadt Hamburg feststellen lassen
- Geringere Bevölkerungsgewinne als im Falle „ohne Planspielmaßnahmen“ vollziehen sich im Verdichtungsraum sowie in den Oberzentren der Untersuchungsregion
- Für die Gemeinden des ländlichen Raumes reduzieren sich die Bevölkerungsverluste leicht
- Demgegenüber sind für die Mittelzentren sowie die Gemeinden zwischen den Achsen deutlichere Bevölkerungsverluste zu konstatieren als im Fall „ohne Planspielmaßnahmen“ (Abbildung 58)

Abbildung 58: Konstanter Benzinpreis von 2,20 €/l inklusive Planspielmaßnahmen: Entwicklung der Einwohnerzahl nach Raumtypen

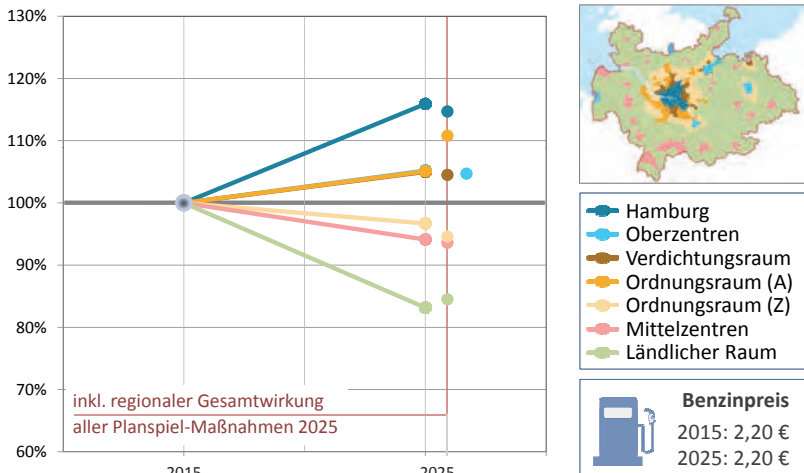


Quelle: Eigene Darstellung

3.2 Effekte der Planspielmaßnahmen auf die Wohn- und Mobilitätskosten privater Haushalte

Wie Abbildung 59 zeigt, bewirken die Planspielmaßnahmen eine leichte Entlastung des Hamburger Wohnungsmarktes, die sich in einem gegenüber der Entwicklung „ohne Planspielmaßnahmen“ geringeren Anstieg des Preisniveaus zeigt. Preissteigerungen lassen sich hingegen in den Gemeinden des Ordnungsraumes auf den Achsen erwarten, die vor allem durch die von den Planspielteilnehmern vorgeschlagenen Verbesserungen beim ÖPNV profitieren. Demgegenüber gehen die Wohnkosten in den Ordnungsräumen zwischen den Achsen sowie in den Mittelzentren geringfügig stärker zurück als bei der Betrachtung der Entwicklungen „ohne Planspielmaßnahmen“ beschrieben. Der Rückgang der Wohnkosten im ländlichen Raum wird durch die berücksichtigten Maßnahmen leicht gedämpft.

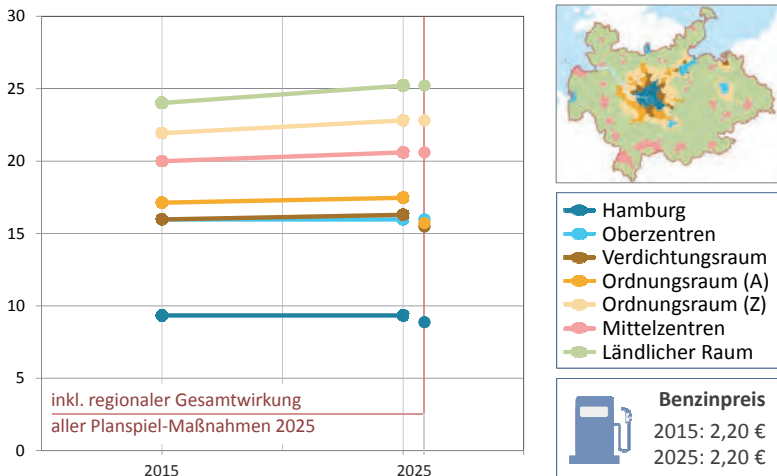
Abbildung 59: Konstanter Benzinpreis von 2,20 €/l inklusive Planspielmaßnahmen: Entwicklung der Wohnkosten am Beispiel von Familien mit Kindern und mittlerem Einkommen



Quelle: Eigene Darstellung

Auch bei Betrachtung der Entwicklung der MIV- bzw. der ÖPNV-Fahrleistung zeigt sich, dass insbesondere der Verdichtungsraum, der Ordnungsraum auf den Entwicklungsachsen sowie die Stadt Hamburg durch die Maßnahmen der Planspielteilnehmer „gewinnen“: Die Planspielmaßnahmen tragen dazu bei, die MIV-Fahrleistung vor allem in diesen Raumtypen zu reduzieren (Abbildung 60).

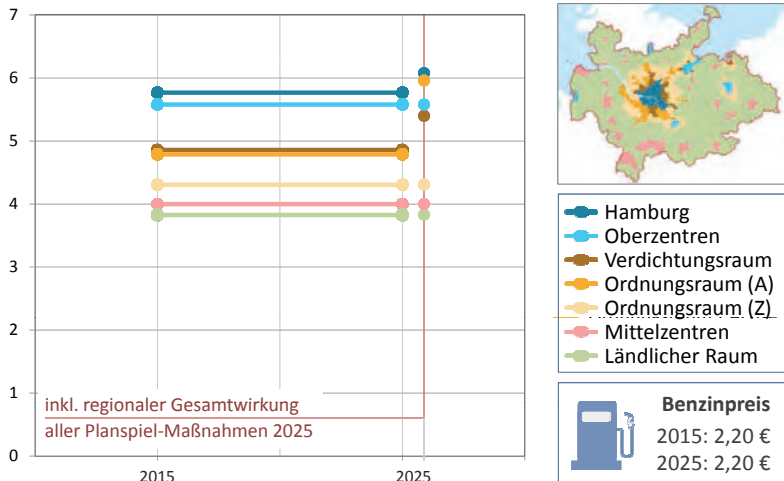
Abbildung 60: Konstanter Benzinpreis von 2,20 €/l inklusive Planspielmaßnahmen: MIV-Fahrleistung (km pro Person und Tag)



Quelle: Eigene Darstellung

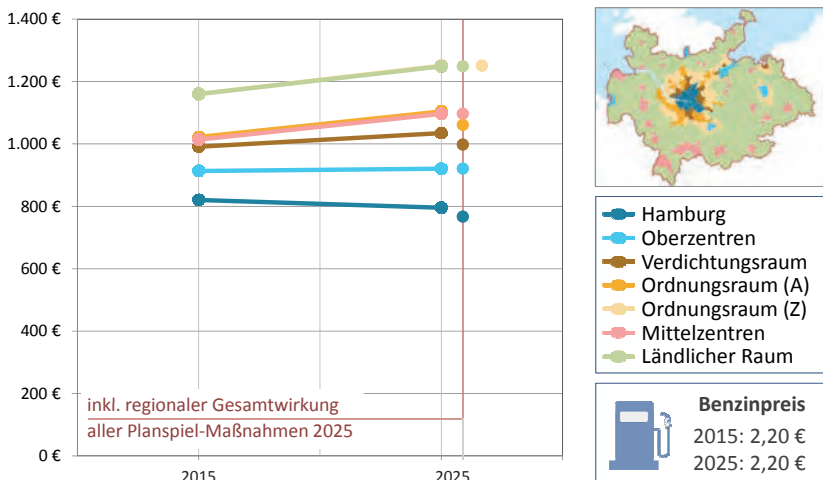
Mit dieser Entwicklung geht ein erheblicher Anstieg der ÖV-Fahrleistung in den genannten Raumtypen einher (Abbildung 61). Dies schlägt sich auch in einem gegenüber der Entwicklung „ohne Planspielmaßnahmen“ gedämpften Kostenanstieg bzw. im Falle Hamburgs sogar gegenüber dem Ausgangsniveau reduzierten Kosten nieder (Abbildung 62).

Abbildung 61: Konstanter Benzinpreis von 2,20 €/l inklusive Planspielmaßnahmen: ÖV-Fahrleistung (km pro Person und Tag)



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 62: Konstanter Benzinpreis von 2,20 €/l inklusive Planspielmaßnahmen. Verkehrskosten in € pro Monat am Beispiel von Familien mit Kindern und mittlerem Einkommen



Quelle: Eigene Darstellung

4 Folgewirkungen eines auf 3,50 € ansteigenden Benzinpreises und Effekte der Anpassungsstrategien aus dem Planspiel (Zustand C)

In diesem Abschnitt werden nun die Folgewirkungen eines bis zum Jahr 2025 auf 3,50 €/l ansteigenden Benzinpreises für die Bevölkerungsentwicklung, die Entwicklung der Fahrleistung sowie der Wohn- und Mobilitätskosten für die privaten Haushalte in den einzelnen Raumtypen auf ausgewählte Indikatoren beschrieben. Dies geschieht unter der Annahme der Umsetzung der im Rahmen des Planspiels formulierten Maßnahmen.

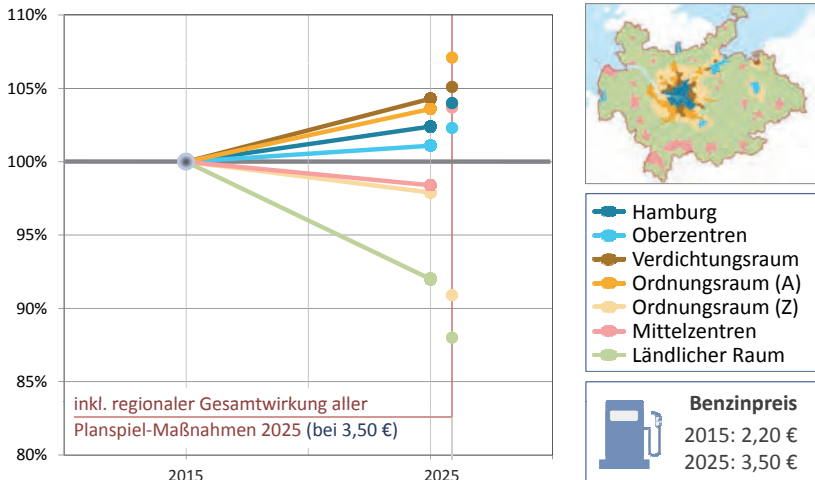
Die in diesem Kapitel verwendeten Grafiken beziehen sich auf die Ergebnisse unterteilt nach definierten Raumtypen. Für den Szenariozeitpunkt 2025 gibt es jeweils zwei Endpunkte als direkte Vergleichsmöglichkeit zu den dargestellten Indikatoren: Der linke Punkt bezieht sich auf ein Szenario 2025 mit weiterhin konstantem Energiepreis von 2,20 €/l bei reinen Trend- und Demographieeffekten *ohne* die Maßnahmen der Planspielteilnehmer (Zustand A). Der rechte Punkt gibt den Zustand bei einem Energiepreisniveau von 3,50 €/l *mit* den Maßnahmenauswirkungen der Planspielteilnehmer an (Zustand C).

4.1 Bevölkerungsentwicklung

Unter den angenommenen Bedingungen steigt die Bevölkerungszahl in den zentraleren Raumtypen der Untersuchungsregion, also in Hamburg, den Oberzentren, dem Verdichtungsraum sowie den Gemeinden des Ordnungsraums auf den Achsen, leicht an. Bevölkerungsverluste sind demgegenüber für die Mittelzentren, die Gemeinden des Ordnungsraumes in den Achsenzwischenräumen sowie vor allem des ländlichen Raumes zu erwarten.

Die im Rahmen des Planspiels formulierten Maßnahmen führen dabei zu einer weiteren Attraktivitätssteigerung dieser verdichteten Bereiche, so dass die Bevölkerungszahl dort noch stärker ansteigen könnte. Dies gilt insbesondere für die Gemeinden des Ordnungsraumes auf den Achsen. Von den Planspielmaßnahmen profitieren zudem insbesondere die Mittelzentren: Anstatt einer leicht rückläufigen Bevölkerungsentwicklung (ohne Planspielmaßnahmen) ist unter Berücksichtigung der Planspielmaßnahmen sogar ein leichter Bevölkerungszuwachs zu konstatieren. Die Bevölkerungsverluste der weniger verdichteten Teilräume (Ordnungsraum zwischen den Achsen und ländlicher Raum) werden durch die Planspielmaßnahmen sogar noch intensiviert (Abbildung 63).

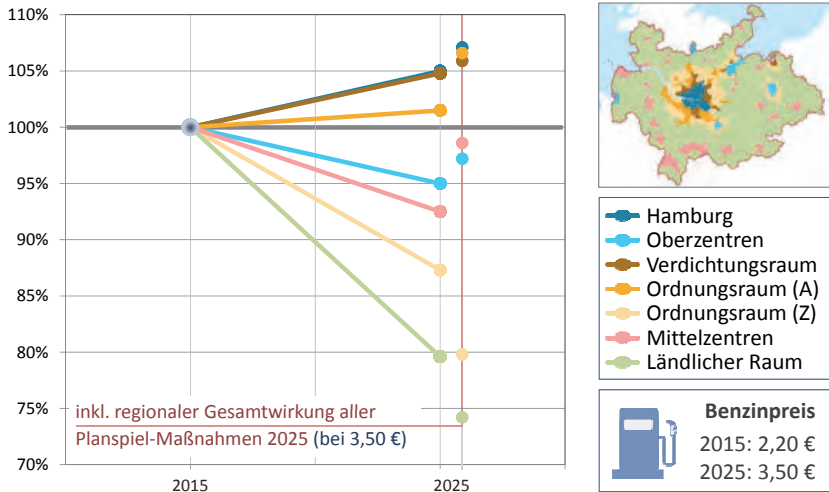
Abbildung 63: Anstieg des Benzinpreises von 2,20 €/l (2015) auf 3,50 €/l (2025):
Entwicklung der Einwohnerzahl nach Raumtypen



Quelle: Eigene Darstellung

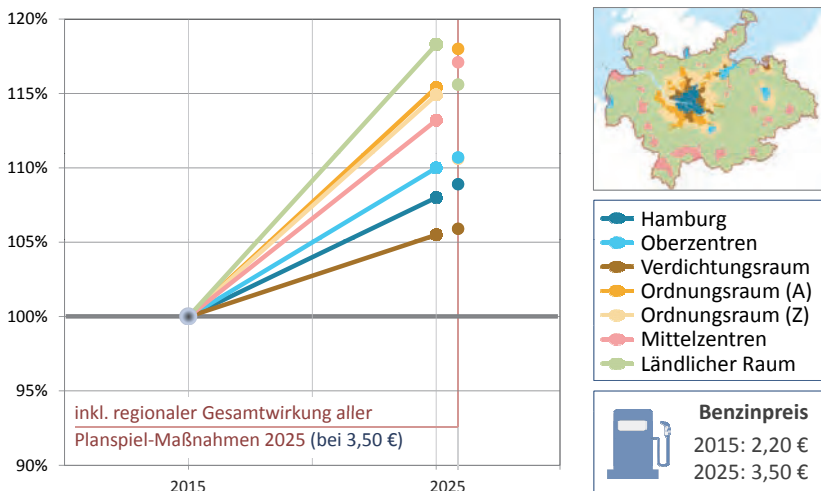
Die beschriebene Entwicklung gilt auch für eine nach Altersklassen differenzierte Betrachtung der Bevölkerungsentwicklung: Sowohl bei der Anzahl der Kinder und Jugendlichen unter 18 Jahren als auch bei der Anzahl der Über-65-Jährigen werden die Zuwächse in den zentraleren Raumtypen durch die Umsetzung der Planspielmaßnahmen erhöht (bzw. Verluste reduziert). Demgegenüber wachsen in den weniger verdichteten Raumtypen die Bevölkerungsverluste bei den Unter-18-Jährigen an bzw. fallen die Bevölkerungszuwächse bei den Über-65-Jährigen durch die Planspielmaßnahmen weniger deutlich aus, als im Referenzszenario „ohne Planspielmaßnahmen“ (Abbildung 64 und Abbildung 65).

Abbildung 64: Anstieg des Benzinpreises von 2,20 €/l (2015) auf 3,50 €/l (2025):
Entwicklung der Anzahl der EinwohnerInnen unter 18 Jahre



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 65: Anstieg des Benzinpreises von 2,20 €/l (2015) auf 3,50 €/l (2025):
Entwicklung der Anzahl der EinwohnerInnen über 65 Jahre

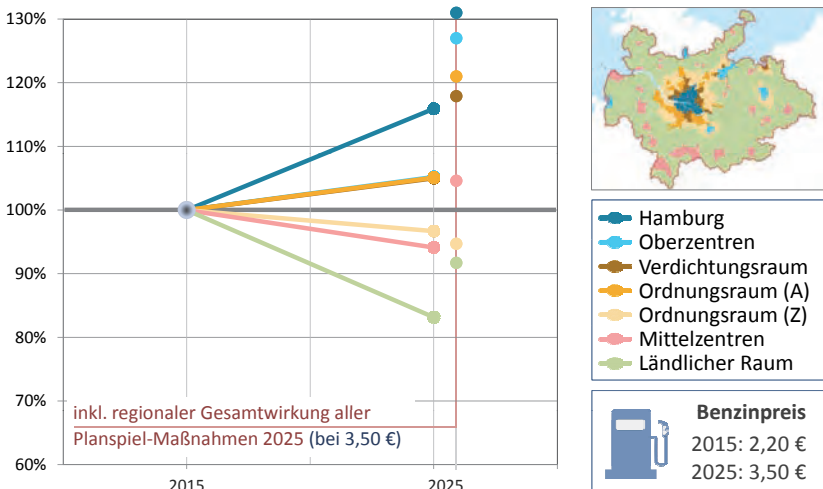


Quelle: Eigene Darstellung

4.2 Wohn- und Mobilitätskosten privater Haushalte

Unter den Bedingungen eines bis zum Jahr 2025 auf 3,50 €/l ansteigenden Benzinpreises und den daraus resultierenden Entscheidungen und Anpassungsreaktionen ist vor allem für die Stadt Hamburg, jedoch auch für die Oberzentren, den Verdichtungsraum sowie die Gemeinden im Ordnungsraum auf den Entwicklungsachsen von einem teils deutlichen Anstieg der Wohnkosten auszugehen. Wie Abbildung 66 zeigt, bewirkt die Umsetzung von im Rahmen des Planspiels formulierten Maßnahmen einen zusätzlichen Anstieg der Wohnkosten vor allem in den verdichteten Bereichen, die von verbesserten Möglichkeiten einer Nutzung von Angeboten des ÖPNV besonders profitieren und in denen die Möglichkeiten nähräumlicher Versorgung bestehen.

Abbildung 66: Anstieg des Benzinpreises von 2,20 €/l (2015) auf 3,50 €/l (2025): Entwicklung der Wohnkosten am Beispiel von Familien mit Kindern und mittlerem Einkommen



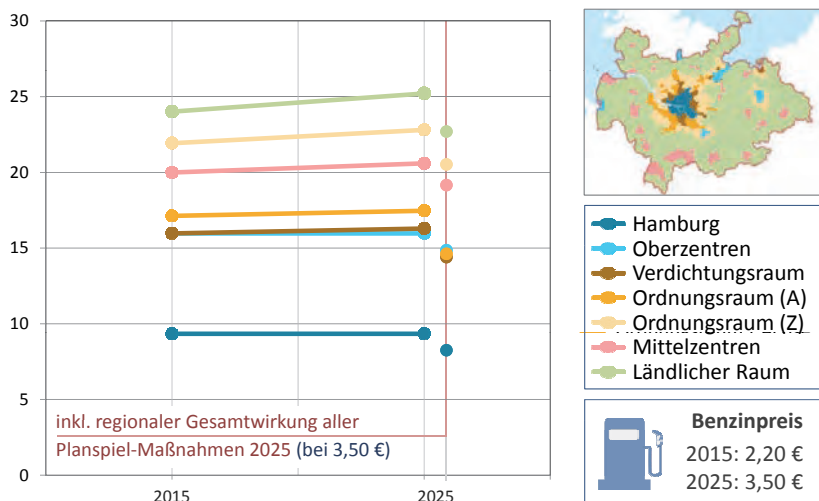
Quelle: Eigene Darstellung

Auffällig ist insbesondere die Entwicklung der Wohnkosten in den Mittelzentren: Sind diese unter den Bedingungen des Szenarios „ohne Planspielmaßnahmen“ leicht rückläufig (im Beispiel etwa – 6 %), so steigen die Wohnkosten in den Mittelzentren unter Berücksichtigung der Planspielmaßnahmen beispielsweise für Familien mit Kindern um rund 5 % an. Wie bereits die Auswertungen zu den Entwicklungen der Einwohnerzahl gezeigt haben, vollzieht sich unter stär-

ker ansteigenden Energiekosten in Kombination mit den politisch-planerischen Maßnahmen ein Bedeutungsgewinn der Mittelzentren als Wohnstandorte. Ursächlich dafür sind vor allem die vergleichsweise guten Möglichkeiten, Angebote des ÖPNV sowie nahräumliche Versorgungsangebote in Anspruch nehmen zu können.

Die im Rahmen des Planspiels formulierten Maßnahmen führen dazu, dass unter den Bedingungen eines auf 3,50 €/l steigenden Benzinpreises die MIV-Fahrleistung in allen Raumtypen der Untersuchungsregion zurückgeht und gleichzeitig die ÖV-Fahrleistung ansteigt. Besonders deutlich fallen diese Effekte für den Verdichtungsraum sowie den Ordnungsraum auf den Entwicklungsachsen aus (Abbildung 67 und 68).

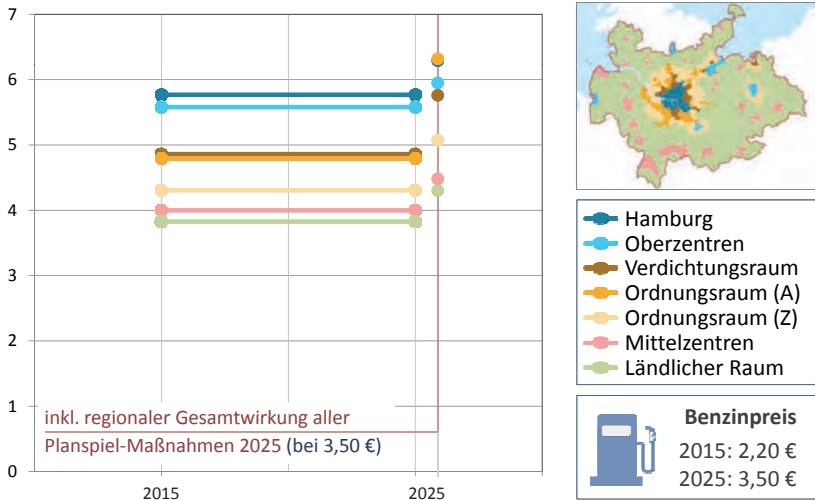
Abbildung 67: Anstieg des Benzinpreises von 2,20 €/l (2015) auf 3,50 €/l (2025): Entwicklung der MIV-Fahrleistung



Quelle: Eigene Darstellung

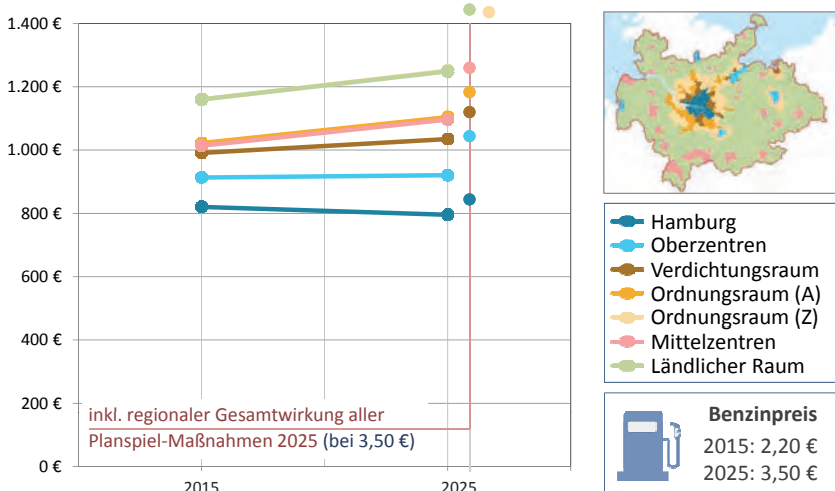
Mit Ausnahme von Hamburg (leichter Rückgang) sowie den Oberzentren der Untersuchungsregion steigen die Verkehrskosten durch den Anstieg des Benzinpreises auf 3,50 € in den anderen Raumtypen an. Die Erhöhung trifft damit die Raumtypen, in denen die Mobilitätskosten ohnehin hoch sind, in besonderem Maße (Abbildung 69).

Abbildung 68: Anstieg des Benzinpreises von 2,20 €/l (2015) auf 3,50 €/l (2025): Entwicklung der ÖV-Fahrleistung



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 69: Anstieg des Benzinpreises von 2,20 €/l (2015) auf 3,50 €/l (2025): Entwicklung der Verkehrskosten am Beispiel von Familien mit Kindern und mittlerem Einkommen

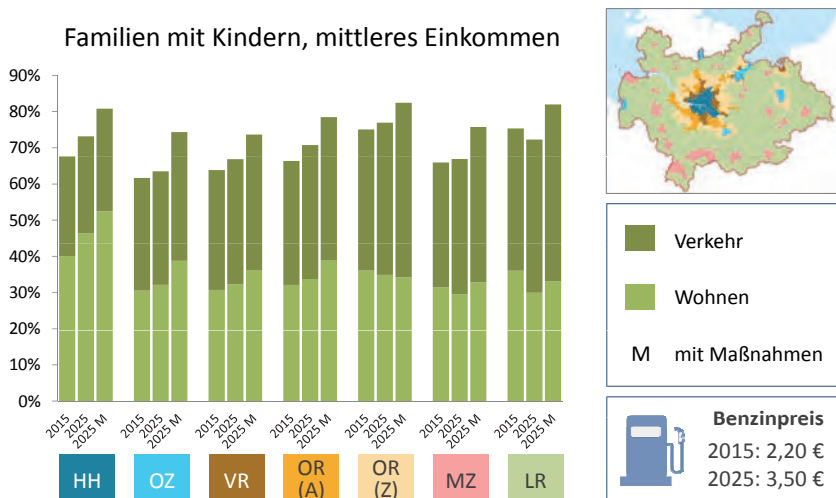


Quelle: Eigene Darstellung

Die Energiepreissteigerungen auf 3,50 €/l führen dabei in allen Raumtypen zu einem zusätzlichen Anstieg der Mobilitätskosten, die von den Maßnahmen anscheinend kaum noch gepuffert werden können. Besonders betroffen sind davon der ländliche Raum sowie die Achsenzwischenräume, aber auch Mittel- und Oberzentren.

Damit ergibt sich durch den Anstieg der Energiekosten trotz der Implementierung der Planspielmaßnahmen eine Entwicklung, die in den meisten Raumtypen zu einer deutlichen Belastung der Haushaltsbudgets führt. Am Beispiel einer Familie mit Kindern stellt Abbildung 70 den Anteil der Wohn- und Verkehrskosten am Haushaltsnettoeinkommen in den unterschiedlichen Raumtypen dar. Anteile von mehr als 70 % werden für die Etats in Hamburg, in den Achsenzwischenräumen sowie dem ländlichen Raum aufgewendet und dürften die meisten Haushalte vor erhebliche Probleme der Realisierung dieser Budgets stellen bzw. erhebliche Einschränkungen in anderen Lebensbereichen bedeuten. Während die Kostenzunahme unter Berücksichtigung der Planspielmaßnahmen in den zentraleren Raumtypen dabei zuvorderst auf den Anstieg der Kosten für das Wohnen zurückzuführen ist, resultieren die höheren Gesamtkosten in den weniger zentralen Raumtypen aus einem Anwachsen der Mobilitätskosten.

Abbildung 70: Anstieg des Benzinpreises von 2,20 €/l (2015) auf 3,50 €/l (2025): Anteil der Wohn- und Mobilitätskosten am Haushaltsnettoeinkommen



Quelle: Eigene Darstellung

4.3 Einordnung der Szenarien

Die Ergebnisse zeigen die unterschiedliche Betroffenheit der Gebietskörperschaften in den einzelnen Raumtypen von aktuellen Entwicklungen deutlich. Auf der einen Seite sind es die zentraleren Lagen, die unter Annahme steigender Endverbraucherpreise für Energie einen zusätzlichen Attraktivitätsgewinn erfahren, da hier die Möglichkeiten nähräumlicher Versorgung gegeben sowie die Qualität und Quantität des ÖPNV-Angebots besser sind. Aufgrund dessen ist jedoch zu befürchten, dass die Immobilienkauf- und Mietpreise in zentralen und integrierten Lagen künftig (weiterhin) stark ansteigen und damit die Haushaltsbudgets weniger durch die Steigerung der Verkehrskosten als vielmehr durch einen Anstieg im Bereich der Kosten für das Wohnen belastet werden könnten. Es sind vor allem die ländlichen sowie die Räume zwischen den Entwicklungsachsen, ohne besondere Arbeitsmarkt- und Versorgungsfunktionen und ohne ausgeprägtes ÖPNV-Angebot, die in besonderem Maße von den Energiepreissteigerungen betroffen sind. Betroffen sind hier die Haushaltsbudgets durch Kostensteigerungen sowohl im Bereich des Verkehrs als auch der Wohnenergie. Gleichzeitig verlieren die häufig als Altersvorsorge vorgesehen Wohnimmobilien im ländlichen Raum an Wert.

Unter den Bedingungen der von den Planspielteilnehmern formulierten Anpassungsreaktion passiert vor allem zweierlei: Die Bereiche im Verdichtungsraum und im Ordnungsraum auf den Entwicklungsachsen werden – insbesondere durch die Anpassungen im Bereich des ÖPNV zu „Entlastungsorten“ für die Entwicklung vor allem in Hamburg. Hier sind die Wohnkosten im Vergleich zum Oberzentrum moderater, bei gleichzeitig noch akzeptabler Erreichbarkeit der Arbeitsplätze im Oberzentrum. Der ÖPNV-Ausbau bremst somit den Preisanstieg auf dem Hamburger Markt für Wohnimmobilien und trägt gleichzeitig dazu bei, dass Bewohner im Verdichtungsraum sowie auf den Entwicklungsachsen Mobilitätskosten reduzieren können.

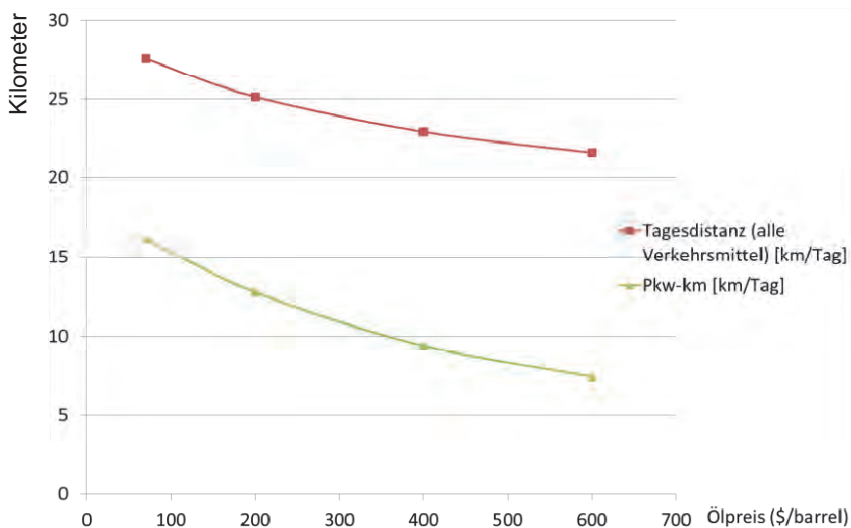
Gleichzeitig kommt den Mittelzentren im ländlichen Raum unter den getroffenen Annahmen zur Energiepreisentwicklung sowie den Anpassungsreaktionen der Planspielteilnehmer eine „Ankerfunktion“ für den gesamten ländlichen Raum zu. Hier sind wichtige Angebote und Leistungen der Daseinsvorsorge grundsätzlich vorhanden, zudem bestehen in aller Regel ÖPNV-Anbindungen an Hamburg oder andere Oberzentren der Untersuchungsregion. Damit verstärkt die Entwicklung der Energiepreise eine grundsätzliche Entwicklung, die sich unter den gesellschaftlichen und demografischen Rahmenbedingungen im ländlichen Raum ohnehin vollzieht.

Die Simulationsergebnisse haben gezeigt, dass die beschriebenen Entwicklungen umso deutlicher zutage treten, je stärker die Endverbraucherpreise für Energie ansteigen.

Im Rahmen des Projektes wurden mit Hilfe des Simulationsmodells punktuell die Folgewirkungen verschiedener Rahmenannahmen ermittelt, um die Szenarioergebnisse insgesamt besser einordnen zu können. Eine Untersuchung befasst sich mit den Effekten eines angenommenen Benzinpreises von 5 €/l, was mehr als 600 US\$/bbl entspricht. Diese sollen in diesem Abschnitt zusammenfassend dargestellt werden.

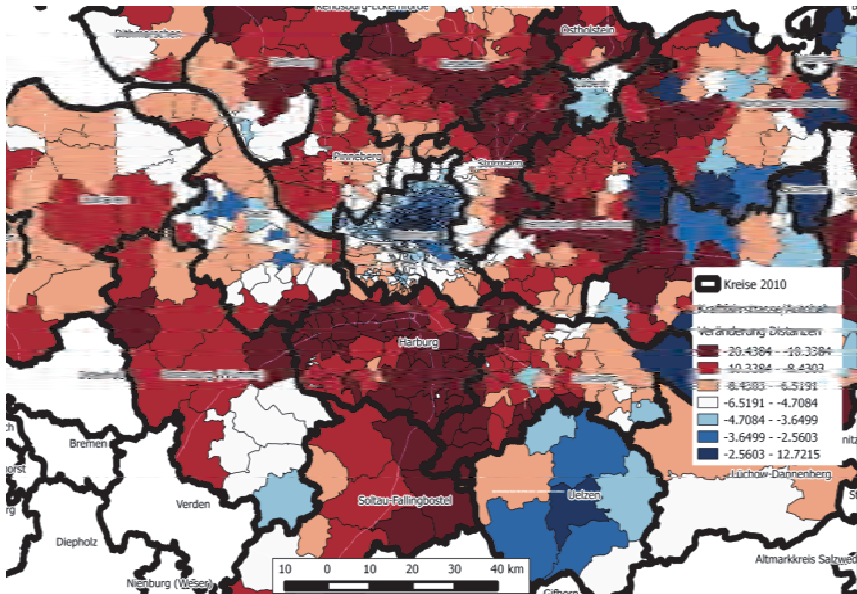
Wie Abbildung 71 zeigt, reduzieren Haushalte ihre zurückgelegten Distanzen mit ansteigenden Kraftstoffpreisen deutlich. Dies betrifft insbesondere die Menge der täglichen mit Pkw zurückgelegten Distanzen. Dennoch sind nicht alle Teilräume in gleichem Maße betroffen. Abbildung 72 zeigt die Entwicklung der täglich zurückgelegten Distanzen bei Annahmen eines Benzinpreises von 5 €/l gegenüber heute.

Abbildung 71: Veränderung der zurückgelegten Distanzen in Abhängigkeit des Energiepreises



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 72: Veränderung der zurückgelegten Distanzen bei einem Benzinpreis von 5 €/l gegenüber heute



Quelle: Eigene Darstellung

Dabei wird deutlich, dass die Reduzierung in sehr zentralen Lagen (v.a. Hamburg) nur gering ausfällt. Dies lässt sich damit begründen, dass die Distanzen in zentralen Lagen verhältnismäßig gering sind und somit auch bei sehr hohen Energiepreisen kaum Distanzen verringert werden (ggf. findet eine Verlagerung auf andere Verkehrsmittel oder Eigenfortbewegung statt). Im sehr ländlichen Raum erfolgen ebenfalls nur vergleichsweise geringe Veränderungen. Eine Reduzierung der täglichen Distanzen ist mangels alternativen Angeboten kaum möglich. Demgegenüber reduzieren die Menschen die zurückgelegten Distanzen im Umland der Stadt Hamburg z. T. deutlich.

Dies ist mit Folgen für die Verkehrsnetze verbunden. Abbildung 73 zeigt die Entwicklung der Pkw-Netzbelastung bei einem Benzinpreis von 5 €/l gegenüber der heutigen Belastung des Netzes. Dabei wird deutlich, dass die Pkw-Netzbelastung im Untersuchungsraum flächendeckend reduziert wird. Die Entlastung betrifft in besonderem Maße die Hauptverkehrsstraßen in Hamburg, die vor allem von Berufspendlern aus dem Umland genutzt werden.

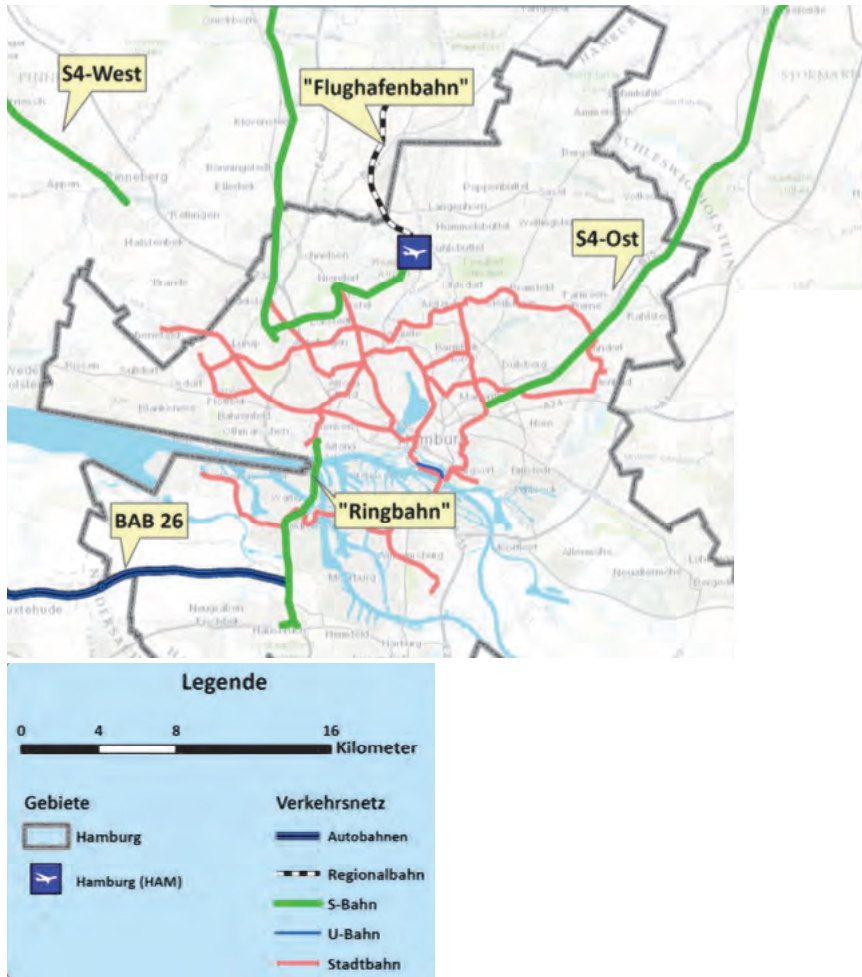
Abbildung 73: Pkw-Netzbelastung: Veränderung gegenüber heute bei einem Benzinpreis von 5 €/l



Quelle: Eigene Darstellung

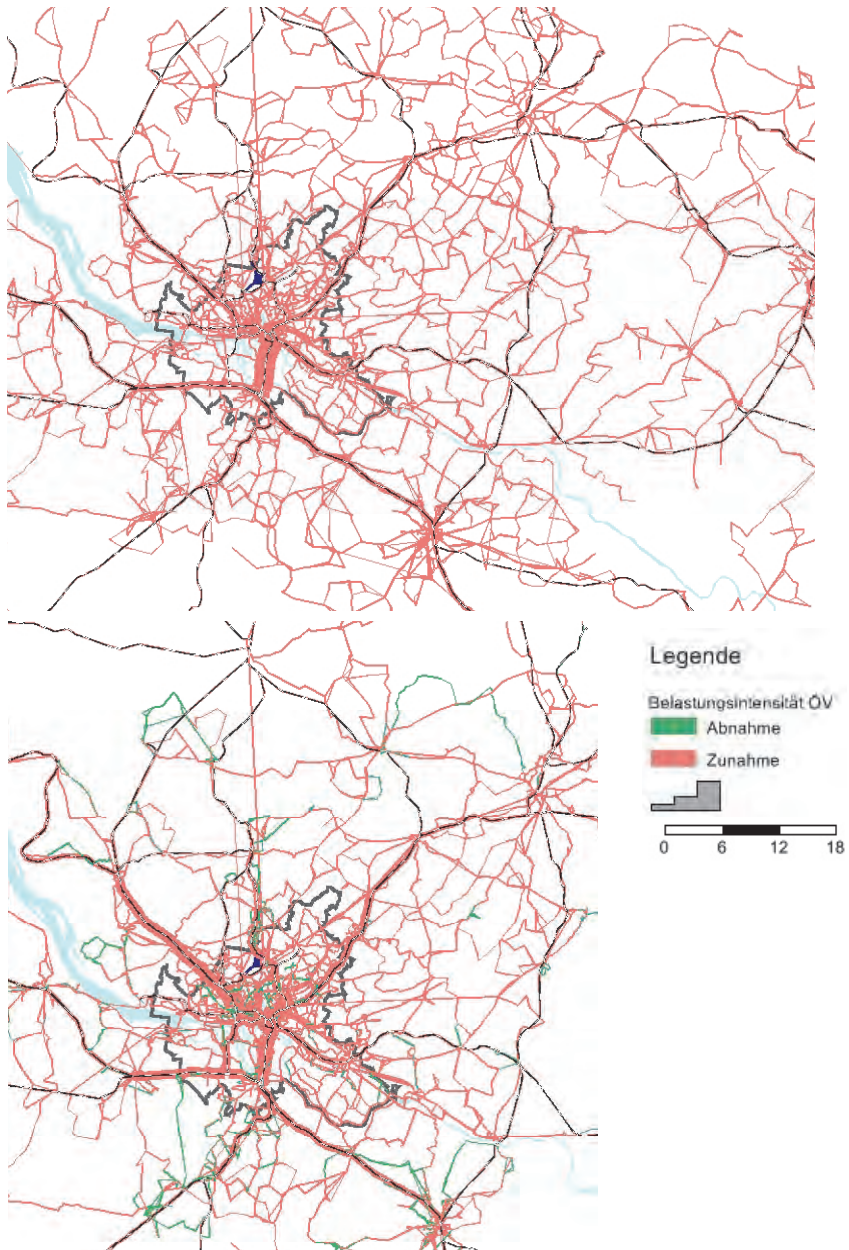
Demgegenüber wächst die Belastung des ÖPNV-Netzes deswegen an, weil Pkw-Verkehre unter den gewählten Bedingungen verlagert werden. Hiervon sind in besonderem Maße die Verbindungen vom Umland nach Hamburg betroffen. Die für den SPNV-Ausbau angenommenen Maßnahmen (Abbildung 74) sind geeignet, die Fahrgastzuwächse auf einigen Streckenabschnitten (v.a. Elbquerung von Süden durch eine zweite Elbquerung westlich) aufzufangen (Abbildung 75).

Abbildung 74: Maßnahmen des ÖV-Ausbauszenarios „2030 Umwelt“



Quelle: Eigene Darstellung

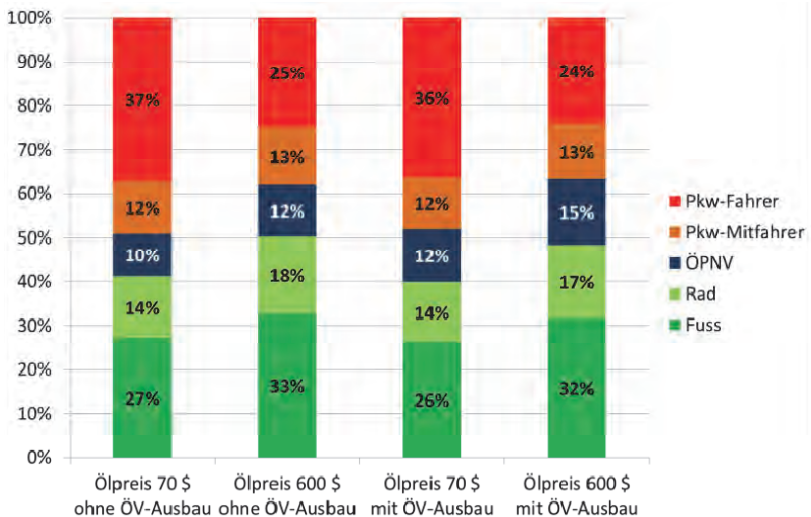
Abbildung 75: ÖV-Netzbelastung: Veränderung gegenüber heute bei einem Benzinpreis von 5 €/l



Quelle: Eigene Darstellung

Ein deutlicher Anstieg der Benzinpreise auf 5 €/l würde demnach zur spürbaren Verlagerung von Verkehren vom MIV auf andere Verkehrsmittel führen. Wie Abbildung 76 verdeutlicht, würde unter dieser Annahme der Anteil der durch Eigenfortbewegung (zu Fuß, Fahrrad) zurückgelegten Wege sowie der Anteil der Wege mit dem ÖPNV ansteigen. Gleichzeitig sinkt der Anteil der als Pkw-Fahrer zurückgelegten Wege mit steigendem Benzinpreis deutlich. Eine Erhöhung der Pkw-Besetzungsgrade erfolgt jedoch in nennenswertem Umfang offenbar nicht. Erwartungsgemäß führen die ÖV-Ausbaumaßnahmen (Abbildung 74) zu einer Attraktivitätssteigerung, so dass sich der Anteil der mit öffentlichen Verkehrsmitteln zurückgelegten Wege unter den Bedingungen des Szenarios „mit ÖV-Ausbau“ erhöht.

Abbildung 76: Modal Split: Anteil der Wege nach Verkehrsmitteln an den Wegen insgesamt (verschiedene Szenarien)

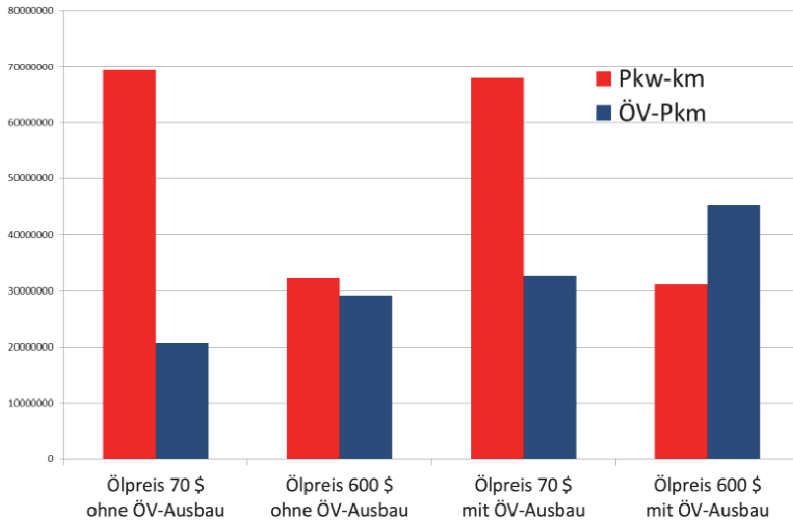


Quelle: Eigene Darstellung

Auch die Auswirkungen der stark steigenden Benzinpreise verteuern Autofahrten, was vor allem auf mittleren und weiten Entfernungen spürbar wird. Besonders auf diesen Distanzen steigen Autofahrer auf den ÖPNV um oder suchen näher gelegene Ziele auf. Veränderungen im Verkehrsverhalten ergeben sich in diesen Energiepreis- und Maßnahmen-Szenarien daher vor allem auf langen Distanzen. Daher verändert sich der Modal Split weniger stark (Abbildung 76) als die Pkw- oder die ÖPNV Fahrleistung (Abbildung 77). Dies deutet auch darauf

hin, dass durch die steigenden Energiepreise viele Haushalte ihre Mobilitätsbedürfnisse nicht befriedigen können und ihren Aktivitätsradius stark einschränken müssen (Abbildung 72), wenn nicht ein attraktiver ÖPNV als Alternative ausgebaut wird.

Abbildung 77: Pkw- und ÖV-Fahrleistung in verschiedenen Szenarien



Quelle: Eigene Darstellung

VI Handlungsstrategien

Dieses Kapitel streift die aktuellen planerischen Herausforderungen, greift die Ergebnisse des Projekts noch einmal auf und bindet sie in den internationalen Diskurs ein, um eine abschließende Reflektion der Arbeit sowie einen Ausblick zu geben.

1 Planerische Herausforderungen

Mit Hilfe des Modells konnte nachvollzogen werden, wie sich steigende Energiepreise in den einzelnen Regionen auf die privaten Haushalte auswirken werden. Ein Anstieg der Energiepreise führt demnach zu steigenden Ausgaben für Verkehr und Wohnen insgesamt, was wiederum zu verringerten Sparquoten und darüber hinaus zu Einschränkungen im Konsum führen kann. Besonders die Budgetrestriktionen der Geringverdiener setzen diese zunehmend unter Druck, geeignete Anpassungsmaßnahmen vorzunehmen, um den Anstieg der Energiepreise finanziell abfedern zu können. Ohne einen solchen Handlungsdruck reagieren private Haushalte in vielen Fällen jedoch nicht unmittelbar auf Energiepreissteigerungen. Das Landnutzungs- und Verkehrsmodell zeigt, dass Anpassungsreaktionen oftmals erst eine Folge politischen Eingreifens sind, die somit also eine entsprechende Lenkungswirkung entfalten. Dies wird beispielsweise bei Betrachtung der ohne die Maßnahmen der Planspielteilnehmer kaum veränderten MIV- und ÖPNV-Fahrleistung deutlich, trotz gestiegenem Energiepreis im Vergleich zu den Fahrleistungen mit entsprechenden Maßnahmen.

Steigende Energiepreise führen nicht nur zu unterschiedlichen Betroffenheiten bei den privaten Haushalten, sie wirken auch räumlich selektiv. Entgegen ersten Einschätzungen kann dabei nicht pauschal davon ausgegangen werden, dass die Autoabhängigkeit ein Indikator für die Betroffenheit ist. Beispielsweise sinkt im ländlichen Raum der Anteil der kombinierten Ausgaben für Verkehr und Wohnen bei einem Benzinpreis von 2,20 €/l (ohne Maßnahmen) zunächst, da sinkende Wohnkosten (durch Bewegungen auf dem Wohnungsmarkt) die zusätzlichen Ausgaben für Mobilität bis zu einem gewissen Grad, aber wohl nicht dauerhaft kompensieren können.

Wenn die Energiepreise dauerhaft über 2,20 € für den Liter Kraftstoff liegen sollten, werden langfristig die preissensibleren Haushalte, Wohnstandorte, Un-

ternehmen etc. zum Handeln gezwungen werden. Diese Verschiebungen finden ihre Rückkopplung wiederum in den Wohnungsmärkten, den Einwohnerzahlen von Gemeinden und Regionen, aber auch in den Nutzungshäufigkeiten des ÖPNV. Je nach tatsächlicher Höhe der Preise finden kleine oder größere Verschiebungen statt, die insgesamt demographische Trends der Raumentwicklung noch verstärken, wovon einzig die Mittelzentren dadurch „profitieren“ könnten, dass Bevölkerungsverluste kompensiert werden. Zentren werden eher unter dem Druck einer schneller ansteigenden Bevölkerung leiden, mit allen Folgen für die eigene Infrastruktur und die sozialen Ausgaben, wohingegen die ländlicheren Gemeinden noch stärker von Einwohnerverlusten und Überalterung betroffen sein werden.

2 Einordnung in den internationalen Diskurs

Das Forschungsvorhaben „Energiepreisentwicklung und Landnutzung“ knüpft an einen sich intensivierenden internationalen Diskurs über klimatische Veränderungen, steigende Energiepreise und eine Verknappung der Ressourcen an. So finden sich vermehrt Studien zum zukünftigen Energiebedarf und den verfügbaren Energieressourcen, zur möglichen Entwicklung der Energiepreise, zu Innovationen im Bereich der erneuerbaren Energien, zu den Auswirkungen des Klimawandels und der Relevanz von Siedlungsstrukturen für den Energieverbrauch (Heimann 2007; Dodson und Sipe 2007; Rode et al. 2014). Auch die Auswirkungen steigender Energiepreise auf die bestehenden gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und räumlichen Strukturen werden vermehrt diskutiert. Insbesondere der Forschungsstrang um den teils kontrovers diskutierten Begriff „Peak Oil“, der auf die „Hubbert Peak Theory“ der 1950er Jahre zurückgeht, erzielt in diesem Zusammenhang große Aufmerksamkeit. „Peak Oil“ beschreibt den Zeitpunkt, ab dem eine Kapazitätsausweitung der Ölförderung nicht weiter möglich ist. Der Begriff lässt sich ebenso auf andere fossile Energieressourcen, wie Erdgas oder Kohle, ausweiten. Zwar besteht bis heute in der Wissenschaft kein Konsens über den genauen Zeitpunkt des „Peak Oil“ (z. B. BGR 2013), dennoch befeuert die Debatte die Thematisierung von Anpassungsstrategien in der Raumplanung und den verschiedenen Sektoralpolitiken. Zentren der Diskussion sind in den letzten Jahrzehnten vor allem die USA, Australien, Neuseeland und Großbritannien.

Forschung und Politik stehen weltweit vor der Herausforderung, sich frühzeitig mit diesen Entwicklungen auseinanderzusetzen und die Entwicklung und Implementierung von Strategien und Maßnahmen voranzutreiben. Die diesbezüglichen

Empfehlungen von Seiten der Wissenschaft sind nicht durchgängig „neu“, wie sich am Beispiel der Debatte um die „kompakte Stadt“ und ihre vermeintlichen Effizienzvorteile zeigen lässt (OECD 2012; Williams et al. 2010). Erwartete Energiepreissteigerungen unterstreichen aber die Relevanz einer an Ressourcensparsamkeit orientierten Siedlungs- und Verkehrsentwicklung, sie begründen die neue „Konjunktur“ diesbezüglicher Forschung. Dies gilt insbesondere für solche Arbeiten, in denen die sozialen Wirkungen höherer Raumüberwindungs- und Energiekosten thematisiert werden.

Aus der Perspektive des Projektes €LAN stellt sich an dieser Stelle die Frage, wie die Ergebnisse des iterativ aufgebauten Simulationsexperiments vor dem Hintergrund internationaler Forschung zu beurteilen sind. Welche Empfehlungen werden den politischen Entscheidungsträgern gegeben? Welche Politikfelder stehen besonders im Fokus und wie hat sich die internationale Debatte weiterentwickelt? Die diesbezüglichen Erkenntnisse sollen hier in knapper Form wiedergegeben werden. Als relevant werden sowohl Forschungsarbeiten betrachtet, die einen verkehrlichen Fokus aufweisen, als auch Beiträge mit eher ganzheitlicher Betrachtung quer zu der übergeordneten Sektoralstruktur des (raum-) politischen Handelns.

Mit Blick auf die nach wie vor massive Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen, die hohen Anteile an den CO_2 -Emissionen sowie die hohen Anteile der Mobilitätsausgaben an den Haushaltsbudgets kommt dem Verkehrssektor in der Literatur naturgemäß hervorgehobene Bedeutung zu. Entsprechend sensibel sind die Reaktionen auf Preissteigerungen in diesem Bereich. Vorgeschlagene Maßnahmen zielen daher primär auf die Reduzierung des MIV ab. „Die Raum- und Verkehrsplanung steht in der Verantwortung, die weitere Entstehung autoabhängiger Wohn- und Gewerbestandorte zu verhindern oder mindestens einzudämmen.“ (Siedentop et al. 2013, S. 339) Darunter ist zum einen die Schaffung von kompakten Raumstrukturen, die eine fußläufige Fortbewegung erlauben und die Erreichbarkeit sowie Erschließung mittels ÖPNV in den Mittelpunkt rücken, zu fassen. Diese Ausrichtung wird von Newman et al. (Newman et al. 2009, S. 118–120) mit den Begriffen „transit-oriented development“, „pedestrian-oriented development“ und „green-oriented development“ belegt. Zum anderen wird für die regionale und städtische Raumplanung gefordert, einer weiteren Zersiedlung entgegenzutreten (Ewing und Rong 2008, S. 22). In zahlreichen Studien konnte nachgewiesen werden, dass mit einer kompakten undutzungsgemischten städtebaulichen Entwicklung relevante Energieeinsparungen im Verkehrsbereich erreicht werden können (Næss 2007; OECD 2012; Ewing und Rong 2008).

Im Bereich der Stadtentwicklungs- und Verkehrsplanung zielen Maßnahmen im Verkehrsbereich häufig darauf ab, Alternativen zum MIV attraktiver zu gestalten, ohne in die bestehenden räumlichen Strukturen einzugreifen. Zahlreiche Metropolen haben in den vergangenen Jahren umfangreiche Planungen mit zum Teil restriktiven politischen Eingriffen in das Verkehrssystem gestartet, deren Legitimation sich häufig auf Belange des Klimaschutzes und der Ressourcen- und Energiepolitik stützt. Die hier verfolgten Maßnahmen setzen unter anderen an einer höheren Kostenbelastung für den ruhenden Verkehr an (San Francisco Peak Oil Preparedness Task Force 2009, S. 114). In der Folge sinkt die Attraktivität der Nutzung von PKWs. Entscheidungsträger in Kopenhagen greifen darüber hinaus sogar in den Bestand der Parkplätze ein. Hier wird die verfügbare Parkplatzfläche jährlich um 2 % reduziert (Newman et al. 2009, S. 117). Der Erfolg dieser Maßnahme ist bereits quantifizierbar: Radfahrer und Fußgänger stellen inzwischen einen Anteil von 36 % des Modalsplits, während die Nutzung von Autos bis auf 27 % geschrumpft ist (Newman et al. 2009, S. 117). Im Gegenzug werden Maßnahmen zur Steigerung der Attraktivität des Radverkehrs vorgeschlagen, wie etwa die Verbesserung der Beschaffenheit der Radwege und die Festinstallation von Fahrradschlössern (San Francisco Peak Oil Preparedness Task Force 2009, S. 114). Darüber hinaus werden aber auch Möglichkeiten zur Verbesserung des ÖPNV und zur Reduzierung der PKW-Dichte untersucht. Für australische Städte wird z. B. die Möglichkeit der Einführung von Zubringersystemen zum nächsten Bahnhof genannt, die beispielsweise gegenüber dem Bau neuer Straßen priorisiert werden sollte (Dodson und Sipe 2007, S. 57). In San Francisco setzt man auf die bessere Vermarktung von Car-Sharing-Angeboten und deren Ausbau (San Francisco Peak Oil Preparedness Task Force 2009, S. 114).

Während die bislang skizzierten Ansätze auf eine generelle Verminderung der Energieintensität und „Autoabhängigkeit“ der Raum- und Verkehrsstrukturen abzielen, fokussieren andere Vorschläge auf die Betroffenheit spezieller Personengruppen – insbesondere Geringverdiener. Diskutiert werden hier zum einen Subventionierungen mit einer direkten monetären Unterstützung im Bereich der Mobilität, insbesondere in räumlichen Strukturen, die eine gewisse Autoabhängigkeit nicht vermeiden lassen. Allerdings sind die laufenden Kosten einer solchen Maßnahme hoch, wenngleich nur geringe Anfangsinvestitionen benötigt werden (Motte-Baumvol et al. 2010, S. 616–617 und Fol et al. 2007, S. 802). Zum anderen wird die Schaffung von Wohnraum für Geringverdiener bzw. die Hilfe bei Umzügen in Wohngebiete vorgeschlagen, die verkehrstechnisch gut erschlossen sind und die Nutzung des MIV vermeiden helfen (Motte-Baumvol et al. 2010, S. 617).

Neben dem Verkehrssektor wird auch der Bereich Wohnen und Gebäude aufgrund der hohen energieabhängigen Kosten immer öfter zum gesellschaftspolitischen Diskussionspunkt und wissenschaftlichen Gegenstand. Hier wird beispielsweise auf die Möglichkeiten der Bauleitplanung und ihren Einfluss auf die energetische Beschaffenheit von Neubauten verwiesen. Unter anderem wirken sich bestimmte Bauweisen positiv auf Energieausgaben im Bereich des Wohnens aus. Eine Erhöhung der Einwohnerdichten, etwa durch die Ausweisung von Reihenhäusern, Doppelhaushälften oder Mehrfamilienhäusern statt freistehenden Einfamilienhäusern oder eine Erhöhung der zulässigen Geschossflächenzahl, könnte den Wohnenergieverbrauch senken (Ewing und Rong 2008, S. 23). Favoriert werden derzeit vor allem aber zwei Strategierichtungen. Zum einen gibt es Bestrebungen, den Energiebedarf von Gebäuden zu reduzieren. Dazu können finanzielle Anreize gesetzt werden, den Bedarf an fossiler Energie durch energetische Sanierung und den Einsatz erneuerbarer Energien zu senken bzw. energieeffiziente Neubauten zu errichten, oder Energiestandards im Neubau festgelegt werden. So fordert die San Francisco Peak Oil Preparedness Task Force beispielsweise den Nullenergiestandard im Neubau, setzt aber auch auf die Finanzierung von Solarkollektoren für Hauseigentümer (San Francisco Peak Oil Preparedness Task Force 2009, S. 116).

Zum anderen kann der Energieverbrauch durch Verhaltensanpassungen der Bewohner gesenkt werden, wobei etwa Beratungsangebote und Informationskampagnen unterstützen können. Dabei ist zu beachten, dass nicht nur Bewohnern von Wohnungen mit hohem Energiebedarf Einsparpotenziale aufgezeigt werden. Denn die verhältnismäßig schlechte energetische Beschaffenheit von Gebäuden älteren Baujahres führt bereits oftmals ausgabeninduziert zu einer Anpassung des Bewohnerverhaltens. Hingegen können gerade Wohnungen mit geringerem Energiebedarf als Altbauten einen höheren Verbrauch als diese im Vergleich aufweisen, wenn den Bewohnern Einsparpotenziale oder energiesparende Verhaltensweisen nicht bewusst sind. Auch ganzheitliche Beratungsangebote, die nicht nur den Gebäudeenergieverbrauch betrachten, sondern auch die nachhaltige Nutzung von Abfall, Wasser, Garten etc. werden genannt (Newman et al. 2009, S. 133). Neben Programmen und Beratung zur Verbrauchsreduzierung soll auch die Transparenz im Gebäudebereich erhöht werden. Eine Maßnahme beinhaltet diesbezüglich die Verpflichtung zur Erstellung von Energieaudits bei baulichen Veränderungen und Verkauf (San Francisco Peak Oil Preparedness Task Force 2009, S. 116–117).

In der Literatur wird die Thematik auf weitere Bereiche ausgedehnt. So werden etwa auch Anpassungsmaßnahmen im Wasser-, Abwasser- oder Lebensmittelsektor diskutiert, die jedoch vom Projekt €LAN kaum thematisiert wurden. Um die Breite des Maßnahmenspektrums darzustellen, wird hier lediglich letzterer Themenbereich ergänzend vorgestellt: Im Lebensmittelsektor liegt der Fokus der Maßnahmen auf der Bewusstseinsbildung für die Nutzung lokaler Produkte, um lange Strecken im Transport zu verringern und Energiekosten für die Kühlung zu senken (The Oil Depletion Analysis Center Post Carbonat Institute 2008, S. 32). Neben Listen, denen saisonal verfügbare Lebensmittel entnommen werden können, sollen auch auf lokaler Ebene Kooperationen und Lieferverträge geschlossen werden, etwa zwischen Landwirten und Schulmensen (Newman et al. 2009, S. 131–132). Zudem wird die Unterstützung von Geringverdienern beim Lebensmittelanbau als mögliche Maßnahme vorgeschlagen (San Francisco Peak Oil Preparedness Task Force 2009, S. 116).

Die hier skizzierten Maßnahmen stellen lediglich einen kurzen Aufriss über die in der internationalen Debatte verfolgten Ansätze dar. Individuell erarbeitete Anpassungsstrategien verlangen die Vernetzung verschiedener politischer Ebenen und eine multisektorale Zusammenarbeit. Betont wird die Bedeutung einer vertikalen Integration politischer Programme auf den verschiedenen Ebenen; zugleich wird der kommunalen Ebene eine hervorgehobene Bedeutung für die Implementation energieverbrauchsreduzierender Maßnahmen zugewiesen (Newman et al. 2009, S. 113).

Bisher haben aber erst wenige Städte auf den Handlungsdruck reagiert, die Durchsetzung etwaiger Strategien im ländlichen Raum ist kaum vorhanden (Newman et al. 2009, S. 128). Einer australischen Studie zufolge, müssen vor allem die hochvulnerablen ländlichen Räume verstärkt in das Zentrum der Aktivitäten gerückt werden, um neue Formen räumlicher Segregationen zu vermeiden (Dodson und Sipe 2007, S. 59). Darüber hinaus ist der Betroffenheit bestimmter sozialer Gruppen verstärkt Aufmerksamkeit zu widmen (Motte-Baumvol et al. 2010, S. 607). Demnach müssen die bisher in der Forschung nicht ausreichend diskutierten Handlungsoptionen verschiedener Haushaltstypen auf steigende Energiepreise ebenso Gegenstand der Untersuchungen sein (Dodson und Sipe 2007, S. 59). Das Projekt €LAN leistet vor diesem Hintergrund einen Beitrag, um die Forschungslücke zu schließen. Durch die Verbindung von Modell und Planspiel war es möglich, sowohl (potentielle) Reaktionen privater Haushalte als auch politischer Akteure abzubilden und so eine Einschätzung der Wirksamkeit

von formulierten Maßnahmen zu treffen. Daraus leiten sich die nachfolgend näher dargestellten Handlungsempfehlungen ab.

3 Maßnahmenbündel

Die denkbaren kommunalen Handlungsstrategien sind der Übersichtlichkeit halber als Tabelle dargestellt und sollen ein kurzes Schlaglicht auf die wesentlichsten identifizierten Richtungen von Maßnahmen und Strategien im Rahmen der Projektergebnisse und Erkenntnisse liefern (Tabelle 7).

Tabelle 7: Cluster von Maßnahmenrichtungen zur Anpassung an Energiepreissteigerungen

Maßnahmenrichtung	Beschreibung
Effiziente Autogesellschaft	(Kleine) Gemeinden mit MIV-affiner/abhängiger Struktur sehen keine Chance, das Auto zu ersetzen. Zielrichtung ist daher eine Effizienzsteigerung durch effizientere Fahrzeuge und eine Erhöhung des Besetzungsgrades.
Effizienteres Wohnen	Fast alle Kommunen sehen im Gebäudesektor ein großes Energieeinsparpotenzial, das mittels verschiedener Maßnahmen realisiert werden sollte.
Mobilitätsretter ÖPNV („Raus aus der Komfortzone“)	Gemeinden am Rande attraktiver ÖPNV-Bediensstandards blicken (plötzlich) auf den ÖPNV als Retter der Mobilität und denken über signifikante Verbesserungen nach. Dabei sind sie sich jedoch zutiefst unsicher, ob ihre Bürger eine Liebe für den ÖPNV entwickeln werden, da sie große Berührungängste vermuten.
Das neue Glück auf zwei Rädern	Viele Kommunen sehen im E-Bike-Trend eine große Chance. Betont werden dabei nicht selten die Verknüpfungsmöglichkeiten mit dem ÖPNV. Da letzterem häufig nicht die große Liebe entgegengebracht wird (siehe den vorstehenden „Mobilitätsretter ÖPNV“), wird die Hoffnung formuliert, dass über die Kopplung mit den E-Bikes ein Funken des frischen Images der E-Bikes (auch bei Älteren) auch auf den ÖPNV überspringt.
Autarkie auf verschiedenen Ebenen	Wenn steigende Energiepreise den Raumwiderstand erhöhen, streben einige Gemeinden nach einer möglichst vielschichtigen Autarkie: eigene Energieerzeugung (Windkraftparks, Bioenergiedorf, ...), dezentrale Unternehmensansiedlung (= in der eigenen Gemeinde), Halten von Infrastrukturen, Bindung von Kaufkraft, ... Der Ansatz setzt jedoch für jedes Themenfeld entsprechende vorhandene Ansatzpunkte voraus (Kaufkraft, Schule etc. muss vorhanden sein).
Energiepreis-Nachteile des Standorts wegkompensieren	Einige (eher periphere) Gemeinden versuchen, die ihnen durch die Energiepreisentwicklung entstehenden Standortnachteile durch die Herausarbeitung anderer Standortvorteile (subventionierter Baugrund, gute und günstige Kinderbetreuung, guter Ruf, grüne Umgebung, ...) auszugleichen.

Maßnahmenrichtung	Beschreibung
Kurze Wege erhalten, Kopplung mit dem Thema „Anpassung an die demografische Entwicklung“	Vielfach wurden im Planspiel Maßnahmenkataloge genannt, die weitestgehend „1:1“ aus den Strategien zur Anpassung an den demografischen Wandel stammen. Dabei geht es vor allem um ein Halten von Infrastrukturangeboten (soziale Infrastruktur, Einzelhandel) durch Umorganisation, Subventionierung oder Umbau.
E-Everything mit lokaler Verankerung	Viele Kommunen sehen in den digitalen Medien ein erhebliches Potenzial für eine energieeffizientere Mobilität Ihrer Bürger. Sehr wichtig ist dabei aber die lokale Verankerung. Diese hat sowohl bauliche Komponenten (z. B. flinc + den hellen und freundlich gestalteten Pendlerparkplatz am Ort) als auch soziale Komponenten (Kommunale Initiative zur Nutzung von flinc.de, App-Mentoren, ...).
Rollende Angebote - Der Service kommt zu uns	Im sehr ländlichen Raum werden mobile Angebote wieder en vogue. Damit setzt sich ein weiterer Diskussions- und Strategie-Strang aus der Demografie-Debatte fort. Die Realität der Umsetzung ist bisher jedoch überschaubar.
Platz schaffen und Überhitzung vermeiden	Die Zentren genießen den zusätzlichen Zuspruch ihrer Standorte durch die Energiepreisentwicklung als weiteren Baustein der Reurbanisierung. Zugleich fürchten sie ein Überhitzen ihrer Wohnungsmärkte und suchen nach Möglichkeiten, die zum Teil gewaltigen Infrastrukturausbaubedarfe (unter anderem auf den Hauptachsen und -knotenpunkten des ÖPNV) in den Griff zu bekommen. Wie werden diese finanziert?
(Tote) Mittelzentren leben länger	Die Modelldurchläufe lassen vermuten, dass Energiepreissteigerungen eine gesteigerte Attraktivität der Mittelzentren induzieren. Diesen Vorteil sollten Mittelzentren ausnutzen.

Quelle: Eigene Darstellung

Die vergleichende Analyse der Cluster zeigt deutliche Unterschiede hinsichtlich der Wirksamkeit der Maßnahmen. Im Vergleich zu Maßnahmen, die sich auch anderen aktuellen Themenbereichen der Raumordnung zuordnen lassen, wie etwa „Rollende Angebote“ von Infrastrukturleistungen in die Diskussion des demographischen Wandels, erzielen solche Maßnahmen bessere Bewertungen, die gezielt auf eine Reduzierung des Energiebedarfs und damit der Energieabhängigkeit wirken, wie etwa das Maßnahmencluster „Autarkie auf verschiedenen Ebenen“. Eben letztgenannte Maßnahmen sind es auch, die im Verlauf des Planspiels und somit mit steigenden unterstellten Energiepreisen an Zustimmung durch die Planspielteilnehmer gewonnen haben. Insbesondere Maßnahmen aus dem Verkehrssektor erhalten deutlichen Zuspruch. Insofern scheint es, dass durch die Methodik des iterativen Planspiels ein Bewusstsein für die Problematik steigender Energiepreise geschaffen werden konnte.

Aufgrund der Individualität der Gemeinden und ihrer Problemlagen ist es nicht zweckdienlich, eine verallgemeinernde Optimierungsstrategie als Handlungs-

empfehlung zu benennen. Es bestehen nicht nur Unterschiede zwischen den Gebietstypen; auch Gemeinden, die hinsichtlich Lage im Raum, Größe und anderer struktureller Kriterien vermeintlich ähnlich erscheinen, können beispielsweise durch ungleiche Demografiestruktur oder Wirtschaftskraft grundsätzlich unterschiedlich auf die Energiepreisentwicklung reagieren. Die Einordnung der Maßnahmencluster auf eine übergeordnete Ebene zeigt, dass Grenzen der universellen Anwendung gleicher Maßnahmen bestehen und die regionale Perspektive Berücksichtigung finden muss. Die Attraktivitätssteigerung einer Kommune durch die Kompensation von Energiepreis-Nachteilen des Standorts kann beispielsweise nur so lange positive Entwicklungen bewirken, wie diese Strategie einen Vorteil gegenüber anderen Kommunen darstellt. Der flächenmäßige Einsatz dieses Maßnahmenclusters hingegen würde die Wirksamkeit beeinträchtigen.

Darüber hinaus fehlt es an Zielsystemen der Politik und Gesellschaft. Hier kommt zunächst der übergeordneten Ebene des Bundes die Aufgabe zu, Leitgedanken zu kommunizieren, sodass eine Anpassung der weiteren Systeme erfolgen kann. Die Bemühungen von einzelnen Gebietskörperschaften sind im Wesentlichen hiervon abhängig, bzw. wie erfolgreich die Strategie einer Gemeinde sein kann, ist unter anderem sehr stark von der eingeschlagenen Richtung des Bundes abhängig. Zwar sind vielversprechende Ansätze auf kommunaler Ebene vorhanden, dennoch scheint die nötige Durchsetzungskraft solcher Ideen im Fokusraum bisher zu fehlen und Maßnahmen wirken stark von anderen Themenbereichen des Landmanagements wie Klimawandel oder demografischem Wandel geprägt.

Als problematisch erweist sich bisher die fehlende politische Gestaltung einer solchen energiepreisinduzierten Wende, da kurzfristig erzwungene Umstellungen schwieriger zu begleiten und umzusetzen sind als proaktive Strategien, die langfristige Wege beschreiten könnten, wenn Preissteigerungen einen größeren Druck erzeugen. Daher sind politische Akteure schon heute dazu aufgerufen, die Folgen von Energiepreissteigerungen insbesondere auf die Landnutzung in die theoretische Diskussion und vor allem in die Planungspraxis zu integrieren. Dabei sind die Trends des demographischen Wandels sowie der Reurbanisierung, deren Auswirkungen auf die Landnutzung ähnlichen Mustern folgen, in die Prozesse zu integrieren. Bereits in den Planspielen zeigte sich, dass die formulierten Reaktionen der Praxispartner auf steigende Energiepreise häufig im Einklang mit den genannten anderen großen Themenbereichen des Landmanagements stehen.

Politik und Planung haben in der Theorie die Möglichkeit, die Betroffenheit privater und öffentlicher Haushalte durch steigende Energiepreise abzumildern oder aktiv zu beeinflussen, indem frühzeitig die Weichenstellung erfolgt. Die

vorhandenen Synergieeffekte mit Programmen z. B. zum demographischen Wandel oder regenerativen Energien sollten entsprechend genutzt und angepasst werden, um hier einen Gestaltungsspielraum offenhalten zu können. In der politischen Praxis werden aus verschiedensten Gründen eher reaktive Strategien angewendet. Reaktive Strategien haben zumeist den Nachteil der langfristig höheren Kostenintensität durch die geringere Planbarkeit. Dies geht langfristig oftmals mit einer höheren Belastung der ökonomischen, ökologischen und sozialen Systeme einher, die bei einer rechtzeitigen Weichenstellung voraussichtlich geringer ausfallen.

4 Reflektion und Ausblick

Das Zusammenspiel des integrativen Landnutzungs- und Verkehrsmodells mit den Planspielen hat sich als innovative Methodik bewährt. Das Forschungsteam konnte durch die Einbindung von Praxispartnern im Rahmen der Planspiele die politischen Entscheidungen für eine realitätsnahe Szenarien-Generierung gewinnen sowie die iterative Kopplung von Modell und Planspiel erproben. Gleichzeitig profitierten auch die Praxispartner von der Auswertung und Visualisierung der Auswirkungen ihrer angewendeten Maßnahmen zur Minderung steigender Energiepreise. Die Anwendung der Methodik in der Planungspraxis erscheint vielversprechend.

Durch die Rückkopplung mit dem Modell und die Einbindung der Praxispartner konnte den Planspielteilnehmern in den wenigen Planspielrunden der Handlungsdruck aufgrund der Energiepreisentwicklung näher gebracht werden. Daneben hat sich gezeigt, dass die angewandte Methodik ebenfalls wirksam zur Förderung von Kooperationen der einzelnen Gebietskörperschaften untereinander angewendet werden kann, da sich die Interaktion von verschiedensten Akteuren auf der kommunalen Ebene als sehr gewinnbringend für die Anwesenden herausgestellt hat. Dieser Punkt hat deutlich gemacht, dass eine entsprechende Schnittstelle zwischen den Akteuren bisher fehlt bzw. die bereits vorhandenen Schnittstellen bei gewissen komplexeren Problematiken an ihre Grenzen stoßen.

Ebenso bietet das im Projekt entwickelte Modell Möglichkeiten einer sinnvollen Verwertung. Auch wenn die vollständige Dynamisierung in der kurzen Projektlaufzeit nicht erreicht werden konnte, beinhaltet das integrierte Landnutzungs- und Verkehrsmodell im Vergleich zu bisherigen Verkehrsmodellen ein weitaus differenzierteres Abbild der Realität und bietet bei entsprechender Weiterentwicklung großes Potenzial für verschiedene Anwendungsfelder. So

besteht die Möglichkeit sowohl einzelne Module zur Beantwortung von speziellen Fragestellungen heranzuziehen, als auch das Modell bei entsprechender Anpassung der Datenbasis auf andere Untersuchungsräume anzuwenden. Somit ist eine hohe Vielseitigkeit zur Anwendung vor allem auch auf kommunaler Ebene gegeben und sollte weiter verfolgt werden. Auch die Weiterentwicklung der Modellstruktur erscheint sinnvoll. Beispielsweise könnten Synergien zwischen den Maßnahmen der Planspielteilnehmer aufgezeigt werden.

Insgesamt konnte das Projekt €LAN wichtige Erkenntnisse zur Folgenabschätzung steigender Energiepreise liefern sowie Instrumente für die künftige Planungspraxis erproben. Gleichzeitig ergeben sich Anknüpfungspunkte für folgende Forschungen. Wesentlich wäre hier z. B. eine detaillierte Betrachtung der Wirksamkeit, Kosten und Umweltwirkung von Maßnahmen. Im Rahmen des Projekts wurde zwar ansatzweise die Möglichkeit geschaffen z. B. CO₂-Kennwerte in das Modell aufzunehmen, eine Betrachtung von technologischen Weiterentwicklungen war im Rahmen des Projekts jedoch nicht umsetzbar.

Weiterer Forschungsbedarf besteht insbesondere an den Schnittstellen zur „realen Welt“. Hier bleibt zu untersuchen, inwiefern Modellergebnisse in der Praxis Bestand haben und was beim Einsatz derartiger Planspiele in Planungsprozessen zu beachten ist. Des Weiteren wurde angedeutet, dass Maßnahmen nicht isoliert auf kommunaler Ebene betrachtet werden dürfen, sondern in ihrer regionalen Wirksamkeit zu beurteilen sind. Nur eine regionale Perspektive bietet Gewähr, dem Spannungsfeld zwischen kleinräumigen Ansätzen und regionalen Perspektiven angemessen gerecht zu werden.

Die beiden methodischen Hauptkomponenten des Projekts – Planspiel integriertes Landnutzungs- und Verkehrsmodell – haben sich aus unserer Sicht bewährt und bieten sich auch für weitere Anwendungsfälle transdisziplinärer Forschung an. Das Planspiel bietet mit seinem geschützten Raum einen geeigneten Rahmen für die Interaktion von Planungspraxis und Wissenschaft. Bei dem entwickelten Simulationsmodell gibt es die ersten Ansätze zur Fortführung im Hinblick auf die entstandene Datenplattform. In einem Leitprojekt der Metropolregion Hamburg zu Erreichbarkeitsanalysen sollen die aufgebauten Datengrundlagen für die Weiternutzung durch die Gebietskörperschaften der Metropolregion eingebracht werden (ab November 2014). Darüber hinaus kann das Simulationsmodell künftig auf andere inhaltliche Fragestellungen übertragen werden. Hier ist eine Forschungs Kooperation mit dem ILS Dortmund zur Weiterentwicklung in Vorbereitung.

VII Literaturverzeichnis

- Agentur für Erneuerbare Energien (2011): Erneuerbare-Energien-Projekte in Kommunen: Erfolgreiche Planung und Umsetzung. 5. Aufl. Online verfügbar unter http://www.kommunal-erneuerbar.de/fileadmin/content/PDF/AEE_KommunalErneuerbar_Aufl05_web.pdf, zu-letzt geprüft am 07.03.2014.
- Altenburg, Sven (2014): Energiepreise im Projekt €LAN. Hg. v. Institut für Verkehrsplanung und Logistik, Technische Universität Hamburg-Harburg. Hamburg (Working Paper, 1/2014).
- Beckmann, Klaus J.; Brüggemann, Ulrike; Gräfe, Jürgen; Huber, Felix; Meiners, Hans; Mieth, Peter et al. (2007): ILUMASS - Integrated Land-Use Modelling and Transportation System Simulation. Endbericht. Hg. v. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). Berlin. Online verfügbar unter http://www.spiekermann-wegener.de/pro/pdf/ILUMASS_Endbericht.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2008.
- BGR (2013): Energiestudie 2013: Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen (17). Hannover.
- BMVBS (2013): Nahversorgung in ländlichen Räumen (BMVBS-Online-Publikation) (02/2013). Online verfügbar unter http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2013/DL_ON022013.pdf?__blob=publicationFile&v=2, zuletzt geprüft am 15.05.2014.
- BMVBS/BBSR (2009): Mobilitätskonzepte zur Sicherung der Daseinsvorsorge in nachfrageschwachen Räumen. Hg. v. BMVBS und BBSR (BBSR-Online-Publikation, 10/2009). Online verfügbar unter http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BBSROnline/2009/DL_ON102009.pdf?__blob=publicationFile&v=2, zuletzt geprüft am 13.05.2014.
- Böhret, C.; Wordelmann, P.; Grün, M. K.; Frankenbach, W. (1997): Lernmodell virtuelle Zukunft: experimentelle Politik im Planspiel TAU. Speyer.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2013): Entwicklung von monatlichen Energiepreisen. Online verfügbar unter <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/Binaer/Energiedaten/energiepreise-und-energiekosten1-entwicklung-energiepreise-preisindizes,property=blog,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.xls>, zuletzt geprüft am 11.09.2014.

- Chang, Justin Sueun (2006): Models of the Relationship between, Transport and Land-use: A Review. In: *Transport Reviews* 26 (3), S. 325–350.
- Chen, Cynthia; Varley, Don; Chen, Jason (2011): What Affects Transit Ridership? A Dynamic Analysis involving Multiple Factors, Lags and Asymmetric Behaviour. In: *Urban Studies* 48 (9), S. 1893–1908. DOI: 10.1177/0042098010379280.
- Dahl, Carol; Sterner, Thomas (1991): Analysing gasoline demand elasticities: a survey. In: *Energy Economics* 13 (3), S. 203–210. DOI: 10.1016/0140-9883(91)90021-Q.
- DESTASTIS (2008): Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 2008.
- DESTASTIS (22.06.2011): 1. Quartal 2011: Bruttoverdienste steigen real um 2,0%, nominal um 4,1%. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2011/GenTable_2011.html?cms_gtp=65050_unnamed%253D12.
- Deutsche Energie-Agentur (o.J.): Kommunalen Energieverbrauch. Online verfügbar unter <http://www.energieeffiziente-kommune.de/energiemanagement/schritt-3-analysieren/kommunalen-energieverbrauch/>, zuletzt geprüft am 11.09.2014.
- Deutsche Energie-Agentur (2005): Contracting-Offensive für öffentliche Liegenschaften. Berlin.
- Deutsche Energie-Agentur GmbH (2012): Verkehr. Energie. Klima: Alles Wichtige auf einen Blick. 1. Aufl. Berlin: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena).
- Deutsche Energie-Agentur GmbH (2013): Energie- und Klimaschutzmanagement: Handlungsfeld Verkehr. Online verfügbar unter http://www.energieeffiziente-kommune.de/fileadmin/uploads_redaktion/PDF/Broschueren/Leitfaden_Fachmodul_Verkehr.pdf, zuletzt geprüft am 07.03.2014.
- Dodson, Jago; Sipe, Neil (2007): Oil Vulnerability in the Australian City: Assessing Socioeconomic Risks from Higher Urban Fuel Prices. In: *Urban Studies* 44 (1), S. 37–62. DOI: 10.1080/00420980601023810.
- EIA (1999): Annual energy outlook 2000. With projections to 2020. Washington, D.C.: Energy Information Administration; G.P.O.

- Eliasson, Jonas (2010): The Influence of Accessibility on Residential Location. In: Francesca Pagliara, John Preston und David Simmonds (Hg.): Residential Location Choi, ce. Models and Applications. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg (0), S. 137–164.
- Eliasson, Jonas; Martinez, Francisco (2001): Interfaces between location, land use and travel decisions. In: David A. Hensher (Hg.): Travel Behaviour Research - The Leading Edge. Oxford: Elsevier Science Ltd, S. 327–335.
- EWI/Prognos (2005): Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030. Energiewirtschaftliche Referenzprog-nose Energiereport IV. Kurzfassung. Hg. v. Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit. Berlin (Dokumentation, 545).
- Ewing, Reid; Rong, Fang (2008): The Impact of Urban Form on U.S. Residential Energy Use. In: Housing Policy Debate 19 (1), S. 1–30. DOI: 10.1080/10511482.2008.9521624.
- Fahmy, Eldin; Gordon, David (2007): Updating the fuel poverty indicator for England.
- Fahmy, Eldin; Gordon, David; Patsios, Demi (2011): Predicting fuel poverty at a small-area level in England. In: Energy Policy 39 (7), S. 4370–4377. DOI: 10.1016/j.enpol.2011.04.057.
- Felsmann, Clemens; Schmidt, Juliane (2013): Auswirkungen der verbrauchsabhängigen Abrechnung in Abhängigkeit von der energetischen Gebäudequalität: Abschlussbericht. Dresden, zuletzt geprüft am 08.10.2013.
- Fol, Sylvie; Dupuy, Gabriel; Coutard, Olivier (2007): Transport Policy and the Car Divide in the UK, the US and France: Beyond the Environmental Debate. In: International Journal of Urban and Regional Research 31 (4), S. 802–818. DOI: 10.1111/j.1468-2427.2007.00755.x.
- Gerhards, Eva; Rauch, Eva; Bohnet, Max (2012): Migration and job change decisions in times of strongly rising energy prices. The microsimulation model €LAN .
- Gertz, Carsten; Altenburg, Sven; Hertel, Christof; Bohnet, Max (2009): Chancen und Risiken steigender Verkehrskosten für die Stadt- und Siedlungsentwicklung unter Beachtung der Aspekte der postfossilen Mobilität. Hg. v. BMVBS/BBSR (BBSR-Online-Publikation, 06/09). Online verfügbar unter http://www.bbsr.bund.de/cln_032/nn_23582/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BBSROnline/2009/ON062009.html, zuletzt geprüft am 11.09.2014.

- Geurs, Karst; Ritsema Eck, Jan van (2001): Accessibility Measures - reviews and application. RIVM Report. Hg. v. National Institute of Public Health and the Environment. Bilthoven/Utrecht. Online verfügbar unter <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/408505006.pdf>.
- Gillingham, Kenneth (2013): Identifying the elasticity of driving: evidence from a gasoline price shock in California. In: *Regional Science and Urban Economics*. Online verfügbar unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166046213000653>, zuletzt geprüft am 08.08.2014.
- Greening, Lorna; Greene, David L.; Difiglio, Carmen (2000): Energy efficiency and consumption — the rebound effect — a survey. In: *Energy Policy* 28 (6–7), S. 389–401. DOI: 10.1016/S0301-4215(00)00021-5.
- Gruhl, Anja; Schmucker, Alexandra; Seth, Stefan (2012): Das Betriebs-Historik-Panel 1975-2010. Handbuch Version 2.1.1 (Establishment-History-Panel 1975-2010). Online verfügbar unter http://doku.iab.de/fdz/reporte/2012/DR_04-12.pdf, zuletzt geprüft am 16.09.2014.
- Haisken-DeNew, John; Hahn, Markus (2006): PanelWhiz. A Flexible Modularized Stata Interface for Accessing Large Scale Panel Data Sets. Online verfügbar unter <http://www.panelwhiz.eu>, zuletzt geprüft am 16.04.2009.
- Heimann, Rachel (2007): The last days of low-density living: suburbs and the end of oil. In: *Built Environment* 33 (2), S. 213–226.
- Herz, D.; Blätte, A. (2000): *Simulation und Planspiel in den Sozialwissenschaften: eine Bestandsaufnahme der inter-nationalen Diskussion*. Münster: LIT Verlag.
- Hethey-Maier, Tanja; Seth, Stefan (2010): Das Betriebs-Historik-Panel (BHP) 1975-2008. Handbuch Version 1.0.2. Nürnberg (FDZ-Datenreport, 04/2010).
- Hirschl, Bernd; Aretz, Astrid; Prahl, Andreas; Böther, Timo; Heinbach, Katharina; Pick, Daniel; Funcke, Simon (2010): *Kommunale Wertschöpfung durch erneuerbare Energien: Studie im Auftrag der Agentur für Erneuerbare Energien (AEE)*. Berlin: IÖW (Schriftenreihe des IÖW, 196).
- Huang, Shu-Li; Chen, Chia-Wen (2005): Theory of urban energetics and mechanisms of urban development. In: *Ecological Modelling* 189 (1–2), S. 49–71. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2005.03.004.

- Hughes, Jonathan E.; Knittel, Christopher R.; Sperling, Daniel (2006): Evidence of a shift in the short-run price elasticity of gasoline demand. National Bureau of Economic Research. Online verfügbar unter <http://www.nber.org/papers/w12530>, zuletzt geprüft am 08.08.2014.
- Hunt, John D. (2010): Stated Preference Examination of Factors Influencing Residential Attraction. In: Francesca Pagliara, John Preston und David Simmonds (Hg.): Residential Location Choi, ce. Models and Applications. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg (0), S. 21–60.
- Hunt, John D.; Abraham, John E. (2009): PECAS - for Spatial Economic Modelling. Theoretical Formulation. System Documentation Technical Memorandum 1.
- Hunt, John D.; Abraham, John E.; Weidner, Tara J. (2010): Household Behaviour in the Oregon2 Model.). In: Francesca Pagliara, John Preston und David Simmonds (Hg.): Residential Location Choi, ce. Models and Applications. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg (0), S. 181–208.
- Hunt, John D.; Kriger, D. S.; Review Miller, Eric J. (2005): Current Operational Urban Land-use-Transport. Modelling Frameworks: A Review. In: Transport Reviews 25 (3), S. 329–376.
- Hütter, Andrea (Hg.) (2013): Verkehr auf einen Blick. Deutschland. April 2013. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt (DeStatis wissen nutzen).
- Hymel, Kent M.; Small, Kenneth A.; van Dender, Kurt (2010): Induced demand and rebound effects in road transport. In: Transportation Research Part B: Methodological 44 (10), S. 1220–1241. DOI: 10.1016/j.trb.2010.02.007.
- Iacono, Michael; Levinson, David; El-Geneidy, Ahmed (2008): Models of transportation and land use change: a guide to the territory. In: Journal of Planning Literature 22 (4), S. 323–340. Online verfügbar unter <http://jpl.sagepub.com/content/22/4/323.short>, zuletzt geprüft am 01.08.2013.
- IEA (2000): World Energy Outlook 2000. Paris.
- IEA (2012): World Energy Outlook 2012. Paris.
- Innenministerium des Landes Schleswig-Holstein (2010): Landesentwicklungsplan Schleswig-Holstein 2010. Kiel: Innenministerium des Landes Schleswig-Holstein.

- Institut für Mobilitätsforschung (2010): Zukunft der Mobilität. Szenarien für das Jahr 2030 ; zweite Fortschreibung. 1. Aufl. München: BMW Verl (ifmo-Studien).
- Kenworthy, Jeffrey (2007): Urban Planning and Transport Paradigm Shifts for Cities of the Post-Petroleum Age. In: *Journal of Urban Technology* 14 (2), S. 47–70. DOI: 10.1080/10630730701531708.
- Kopatz, Michael; Spitzer, Markus; Christanell, Anja (2010): Energiearmut: Stand der Forschung, nationale Programme und regionale Modellprojekte in Deutschland, Österreich und Großbritannien. *Wuppertal papers* (184). Online verfügbar unter <http://www.econstor.eu/handle/10419/49310>, zuletzt geprüft am 04.08.2014.
- Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung (2013): Produkte und Dienstleistungen. Hamburg. Online verfügbar unter <http://www.hamburg.de/contentblob/1720526/data/produkte-und-dienstleistungen.pdf>, zuletzt geprüft am 02.09.2014.
- Lane, Bradley W. (2010): The relationship between recent gasoline price fluctuations and transit ridership in major US cities. In: *Journal of Transport Geography* 18 (2), S. 214–225. Online verfügbar unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692309000520>, zuletzt geprüft am 31.07.2014.
- Lane, Bradley W. (2012): A time-series analysis of gasoline prices and public transportation in US metropolitan areas. In: *Journal of Transport Geography* 22, S. 221–235. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2011.10.006.
- Lee Jr., Douglass B. (1973): Requiem for Large-Scale Models. In: *Journal of the American Institute of Planners* 39 (3), S. 163–178. DOI: 10.1080/01944367308977851.
- Li, Shanjun; Linn, Joshua; Muehlegger, Erich (2012): Gasoline Taxes and Consumer Behavior. National Bureau of Economic Research (17891). Online verfügbar unter <http://www.nber.org/papers/w17891>, zuletzt geprüft am 31.07.2014.
- Lin, C.-Y. Cynthia; Prince, Lea (2013): Gasoline price volatility and the elasticity of demand for gasoline. In: *Energy Economics* 38, S. 111–117. Online verfügbar unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988313000418>, zuletzt geprüft am 08.08.2014.

- Litman, Todd (2013): Comprehensive evaluation of energy conservation and emission reduction policies. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 47, S. 153–166. DOI: 10.1016/j.tra.2012.10.022.
- March, Caroline (2012): *Ökonometrische Modellierung des Rohölmarktes. Preisbildungsmechanismen und Prognose der Entwicklung bis 2030.* Göttingen: Cuvillier.
- Matthes, Gesa (2013): Umziehen oder nicht. Eine Untersuchung der Umzugswahrscheinlichkeit von Haushalten anhand des Sozio-Ökonomischen Panels (SOEP). In: Hans Heinrich Blotevogel, Joachim Scheiner, Susanne Frank, Christian Holz-Rau und Nina Schuster (Hg.): *Mobilitäten und Immobilitäten. Menschen - Ideen - Dinge - Kulturen - Kapital.* Essen: Klartext-Verlag (Dortmunder Beiträge zur Raumplanung - Blaue Reihe, 142).
- Matthes, Gesa (2014): Zur Quantifizierung von Reurbanisierungstendenzen. In: *Raumforschung und Raumordnung* 72 (4), S. 323–336.
- Meinel, Gotthard (2008): *Automatische Ableitung von stadtstrukturellen Grundlagendaten und Integration in einem Geographischen Informationssystem. Abschlussbericht.* Bonn: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Forschungen / Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 134).
- Ministerium für Arbeit, Bau und Landesentwicklung des Landes Mecklenburg-Vorpommern (2005): *Landesraumentwicklungsprogramm Mecklenburg-Vorpommern.* Schwerin.
- Motte-Baumvol, Benjamin; Massot, Marie-Hélène; Byrd, Andrew M. (2010): Escaping Car Dependence in the Outer Suburbs of Paris. In: *Urban Studies* 47 (3), S. 604–619. DOI: 10.1177/0042098009349773.
- Müller, Kyryll; Axhausen, Kay W. (2011): *Hierarchical IPF. Generation a synthetic population for Switzerland.* ERSa 2011. ETH Zürich. Zürich.
- Næss, Petter (2007): The impacts of job and household decentralization on commuting distances and travel modes: Experiences from the Copenhagen region and other Nordic urban areas. In: *Informationen zur Raumentwicklung* (2/3), S. 149–168.

- Newman, Peter (2007): Beyond Peak Oil: Will Our Cities Collapse? In: *Journal of Urban Technology* 14 (2), S. 15–30. DOI: 10.1080/10630730701531666.
- Newman, Peter; Beatley, Timothy; Boyer, Heather (2009): *Resilient Cities: Responding to Peak Oil and Climate Change*. Washington and DC: Island Press.
- Newman, Peter; Kenworthy, Jeff (2011): Peak car use: Understanding the demise of automobile dependence. In: *World Transport Policy and Practice* 17 (2), S. 31–42. Online verfügbar unter http://espace.library.curtin.edu.au/cgi-bin/espace.pdf?file=/2013/07/24/file_1/183183, zuletzt geprüft am 29.07.2014.
- Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung (2008): *Landes-Raumordnungsprogramm Niedersachsen*. I.d. Fassung vom 8. Mai 2008 ; (nicht amtliche Textfassung). Hannover.
- Nielsen (2011): *Trade Dimensions Handelsdatenbank*.
- OECD (2012): *Compact City Policies: A Comparative Assessment*. Paris: OECD Publishing (OECD Green Growth Studies).
- Öko-Institut (2010): *Energiepreise für aktuelle Modellierungsarbeiten. Regressionsanalytisch basierte Projektionen. Teil 1: Preise für Importenergien und Kraftwerksbrennstoffe*. Berlin.
- Pagliara, Francesca; Preston, John; Kim, Jae Hong (2010): *The Impact of Transport Policy on Residential Location*. In: Francesca Pagliara, John Preston und David Simmonds (Hg.): *Residential Location*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg (0), S. 115–136.
- Peichl, Andreas; Fuest, Clemens; Schaefer, Thilo (2005): *Dokumentation FiFo-SiM. Integriertes Steuer-Transfer-Mikrosimulations- und CGE Modell*. Finanzwissenschaftliches Forschungsinstitut an der Universität zu Köln (Finanzwissenschaftliche Diskussionsbeiträge, 05-3).
- Reuter, Ulrich; Ebert, Klaus; Haag, Stephan; Kapp, Rainer; Schene, Thomas (2013): *Städtebauliche Lärmfiel. Hinweise für die Bauleitplanung*. Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg. Stuttgart.

- Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (2012): Erstellung der Anwendungsbilanzen 2010 und 2011 für den Sektor Private Haushalte: Endbericht: Forschungsprojekt im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Berlin. Online verfügbar unter http://www.rwi-essen.de/media/content/pages/publikationen/rwi-projektberichte/PB_Anwendungsbilanzen-2010-2011.pdf, zuletzt geprüft am 20.09.2013.
- Riedel, Andreas (2011): F + B Marktpreise (Immobilienpreise). Datenbank der Immobilienpreise für Wohn- und Gewerbeimmobilien auf der Grundlage von Angebotsdaten.
- Rode, Philipp; Keim, Christian; Robazza, Guido; Viejo, Pablo; Schofield, James (2014): Cities and energy: urban morphology and residential heat-energy. In: *Environment and Planning B: Planning and Design* 41 (1), S. 138–162.
- Romanos, M. C. (1978): Energy-price effects on metropolitan spatial structure and form. In: *Environment and Planning A* 10 (1), S. 93–104. DOI: 10.1068/a100093.
- Rose, Geoffrey (1986): Transit passenger response: short and long term elasticities using time series analysis. In: *Transportation* 13 (2), S. 131–141. Online verfügbar unter <http://link.springer.com/article/10.1007/BF00165544>, zuletzt geprüft am 31.07.2014.
- Rümenapp, Jens (2005): Zukünftige raumstrukturelle Entwicklungen in der Region Dresden und ihre Konsequenzen für die Verkehrsnachfrage. In: TU Dresden (Hg.): Tagungsband der 20. Verkehrswissenschaftlichen Tage, am 19. und 20. September 2005. Dresden.
- Salvini, Paul A.; Miller, Eric J. (2005): ILUTE: An Operational Prototype of a Comprehensive Microsimulation Model of Urban Systems. In: *Networks and Spatial Economics* (5), S. 217–234.
- San Francisco Peak Oil Preparedness Task Force (2009): Report. Online verfügbar unter <http://postcarboncities.net/files/PeakOilTaskForceReport031709.pdf>, zuletzt geprüft am 25.02.2014.
- Schade, Burkhard (2011): Energy demand of transport until 2030: Scenario results from the iTREN-2030 project. In: *IEEE*, S. 54–59. Online verfügbar unter <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=5973620>, zuletzt geprüft am 04.08.2014.

- Schiller, Georg; Blum, Andreas; Hecht, Robert; Meinel, Gotthard; Oertel, Holger; Ferber, Uwe; Petermann, Eric (2013): Innenentwicklungspotenziale in Deutschland. Ergebnisse einer bundesweiten Umfrage und Möglichkeiten einer automatisierten Abschätzung. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR). Bonn.
- Schubert, Markus; Kluth, Tobias; Nebauer, Gregor; Ratzenberger, Ralf; Kotzagiorgis, Stefanos; Butz, Bernd et al. (2014): Verkehrsverflechtungsprognose 2030. Zusammenfassung der Ergebnisse. Im Auftrag des Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. Unter Mitarbeit von Intraplan Consult GmbH und BVU Berater-gruppe Verkehr+Umwelt GmbH. Hg. v. Intraplan Consult GmbH (Forschungsbericht FE-Nr., 96.0981/2011).
- Siedentop, Stefan; Roos, Sebastian; Fina, Stefan (2013): Ist die „Autoabhängigkeit“ von Bewohnern städtischer und ländlicher Siedlungsgebiete messbar? In: Raumforschung und Raumordnung 71 (4), S. 329–341. DOI: 10.1007/s13147-013-0240-0.
- Simmonds, David; Echenique, Marcial; Bates, John; Oosterhaven, Jan (1999): REVIEW, OF LAND-USE/TRANSPORT INTERACTION MODELS. Hg. v. Transport and the Regions Department of the Environment. London.
- Simmonds, David; Feldman, Olga (2007): Advances in Integrated Urban/Regional Landuse / Transport Modelling using the DELTA-Package.). In: 11th World Conference on Transport Research. Berkeley, California.
- Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (Statistik Nord) (2014): Wanderungen nach Herkunfts- und Zielgebieten. 2009-2012. Online verfügbar unter http://www.statistik-nord.de/uploads/tx_standocuments/T02_Wanderungen.xls, zuletzt geprüft am 04.09.2014.
- Statistisches Bundesamt (2008): Energieverbrauch der privaten Haushalte: Wohnen, Mobilität, Konsum und Umwelt: Begleitmaterial zur Pressekonferenz 5. November 2008 in Berlin. Wiesbaden. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressekonferenzen/2008/UGR/pressebroschuere_ugr.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 20.09.2013.
- The Oil Depletion Analysis Centre/Post Carbon Institute (2008): Preparing for Peak Oil: Local Authorities and the Energy Crisis. Online verfügbar unter http://www.odac-info.org/sites/odac.postcarbon.org/files/Preparing_for_Peak_Oil.pdf, zuletzt geprüft am 26.02.2014.

- Timmermans, Harry (2003): The saga of integrated land use-transport modeling: how many more dreams before we wake up? In: Keynote paper, Moving through nets: The Physical and social dimension of travel, 10th International Conference on Travel Behaviour Research, Lucerna, [www. ivt. baug. ethz. ch/allgemein/pdf/timmermans. pdf](http://www.ivt.baug.ethz.ch/allgemein/pdf/timmermans.pdf). Online verfügbar unter https://edit.ethz.ch/ivt/news/archive/20030810_IATBR/timmermans.pdf, zuletzt geprüft am 02.08.2013.
- Treuner, P.; Haag, G.; Heimerl, G.; Ressel, Wolfram; Pischner, T.; Kaule, G. et al. (2000): Wege zu einer umwelt-freundlichen Mobilität am Beispiel der Region Stuttgart. Endbericht. Textteil. Unter Mitarbeit von L. Gaspers, R. Junsch, K. Grützmann, M. Mikuletz, T. Munz, T. Ackermann et al. Universität Stuttgart. Stuttgart.
- Vallée, Dirk; Witte, Andreas; Bruns, André; Beran, Fabian; Benden, Jan; Manz, Wilko et al. (2012): Chancen des ÖPNV in Zeiten einer Renaissance der Städte. Unter Mitarbeit von Franziska Wilbert. Hg. v. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (BMVBS-Online-Publikation, 1/2012).
- Waddell, Paul (2002): UrbanSim: Modeling Urban Development for Land Use, Transportation and Environmental Planning. In: *Journal of the American Planning Association* 68 (3), S. 297–314.
- Waddell, Paul (2010): Modeling Residential Location in UrbanSim. In: Francesca Pagliara, John Preston und David Simmonds (Hg.): *Residential Location Choi, ce. Models and Applications*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg (0), S. 165–180.
- Wagner, Gert G.; Göbel, Jan; Krause, Peter; Pischner, Thomas; Sieber, Ingo (2008): Das Sozio-oekonomische Panel (SOEP). Multidisziplinäres Haushaltspanel und Kohortenstudie für Deutschland. Eine Einführung (für neue Datennutzer) mit einem Ausblick (für erfahrene Anwender). In: *AStA Wirtschafts- und Sozialstatistisches Archiv* 2 (2), S. 301–328.
- Wegener, Michael (1998): The IRPUD Model.)Dortmund (25.7.2005). Online verfügbar unter http://www.raumplanung.uni-dortmund.de/irpud/pro/mod/mod_e.htm, zuletzt aktualisiert am 1998.
- Wegener, Michael (2004): Overview of Land Use Transportation Modeling. In: David A. Hensher, Kenneth J. Button, Kingsley E. Haynes und Peter R. Stopher (Hg.): *Handbook of transport geography and spatial systems*. 1. ed. Amsterdam: Elsevier, S. 125–146.

- Wegener, Michael (2010): Meta analysis of scenario results. Spiekermann & Wegener Stadt- und Regionalforschung. Dortmund. Online verfügbar unter http://www.spiekermann-wegener.de/pro/pdf/SuW_STEPS_03.pdf.
- Wegener, Michael (2011a): From Macro to Micro—How Much Micro is too Much? In: *Transport Reviews* 31 (2), S. 161–177. DOI: 10.1080/01441647.2010.532883.
- Wegener, Michael (2011b): The IRPUD Model. Spiekermann & Wegener (Working Paper, 11/01).
- Wermuth, Dieter (2014): Herdentrieb: Der Ölpreis wird fallen. *Zeit Online*. Online verfügbar unter http://blog.zeit.de/herdentrieb/2014/07/11/der-oelpreis-wird-fallen_7560, zuletzt aktualisiert am 10.09.2014, zu-letzt geprüft am 10.09.2014.
- Williams, Katie; Joynt, Jennifer L. R.; Hopkins, Diane (2010): Adapting to climate change in the Compact city: The Suburban Challenge. In: *Built Environment* 36 (1), S. 105–115.

VIII Anhang

Tabelle 8: Steckbriefe: Clustering und Bewertung der Planspielmaßnahmen

Maßnahmen- richtung	Beschreibung	Beispielhafte Maßnahmen (aus dem Planspiel)	Adressat/ Raumstruktur- typen						Zusammen- wirken der Adressaten, interkommunale Kooperation	„Wirksamkeit“ (0 = keine Wirkung, 1 = geringe bis mittlere Wirkung, 2 = starke Wirkung)				
			Hamburg	Oberzentrum	Verdichtungsraum	Ordnungsraum (Achse)	Ordnungsraum (Zwischenraum)	Mittelzentrum (außerhalb Ordnungsraum)		ländlicher Raum	Verminderung Personenkilometer	Einfluss auf die Energiekosten- belastung der Haushalte	Verringerung der Flächen- inanspruchnahme	Minderung der CO ₂ -Emissionen
Effiziente Autogesell- schaft	(Kleine) Gemeinden mit MIV-affiner/abhängiger Struktur sehen keine Chance, das Auto zu ersetzen. Zielrichtung ist daher eine Effizienzsteigerung durch effizientere Fahrzeuge und eine Erhöhung des Besetzungsgrades.	Internetbasierte Plattform Elektroauto (evtl. durch Carsharing Angebote)					x	x		Möglich zwischen benachbarten Gemeinden, Schwerpunkt liegt jedoch innerhalb der Kommune	1	1	0	1
Effizienteres Wohnen	Fast alle Kommunen sehen im Gebäudesektor ein großes Energieeinsparpotential, das mittels verschiedener Maßnahmen realisiert werden sollte.	Dämmung, Energieberatung, Schulung von Haushalten etc.; auf kommunaler Ebene eher Beratungsangebote	x	x	x	x	x	x	Bei kleinen Gemeinden erscheint ein gemeinsames Beratungsangebot sinnvoll	0	2	0	1	
Mobilitätsretter ÖPNV („Raus aus der Komfortzone“)	Gemeinden am Rande attraktiver ÖPNV-Bediensstandards blicken (plötzlich) auf den ÖPNV als Retter der Mobilität und denken über signifikante Verbesserungen nach. Dabei sind sie sich jedoch zutiefst unsicher, ob ihre Bürger eine Liebe für den ÖPNV entwickeln werden, da sie große Berührungspunkte vermuten.	Ausbau des ÖPNV, Verbindung des MIV mit den ÖPNV Angeboten (P+R Parkplätze etc.), Einsatz flexibler Bedienformen		x	x	x	x		Bildung von Verkehrsverbänden, informelle Abstimmung, gemeinsame Nahverkehrsplanung (BMVBS/ BBSR 2009)	2	1	0	1	

Kosten (gering, mittel, hoch)	Zeitlicher Rahmen (kurzfristig, mittelfristig, langfristig)	Speziell betroffene Personengruppen (z. B. Arbeitnehmer, Familien, Geringverdiener, ...)	Stärken	Schwächen	Relevanz in Planspielen (Nennung von Maßnahmen dieser Richtung bei Anstieg des Energie preises von 2,20 € auf 3,50 €)
Gering	Kurzfristig	Insbesondere Ein- und Auspendler, da im Berufsverkehr der Besetzungsgrad mit 1,1 Personen am geringsten und das Verkehrsaufkommen am höchsten ist (vgl. Deutsche Energie-Agentur GmbH 2013, S. 21)	Plattformen bereits vorhanden; keine finanziellen Investitionen der Kommune in teure Infrastrukturprojekte notwendig; Car-Sharing im Aufwärtstrend (vgl. Deutsche Energie-Agentur GmbH 2012, S. 19)	Umsetzung schwierig, da Leute flexibel bleiben wollen; Dichte von Angeboten und Gesuchen muss ausreichend sein	Abnehmend
Beratungskosten relativ gering; Kosten für bauliche Veränderungen können weiter gegeben werden	Beratung kurzfristig, bauliche Veränderungen: mittelfristig	Hausbesitzer	Verhaltensanpassung als leicht umsetzbare Maßnahme; Sanierung steigert den Wert der Immobilien	Teilweise langer Amortisationszeitraum bei baulichen Veränderungen; Kosten der Sanierung zu Lasten der Mieter	Leicht abnehmend
Mittel bis hoch	Mittel- bis langfristig	Insbesondere Arbeitnehmer	Flexibilität des Einzelnen bleibt erhalten	Flexible Bedienformen (im nachfrage-schwachen Raum) sind schwer kalkulierbar (BMVBS/BBSR 2009); teilweise hoher Zuschussbedarf	Deutlich zunehmend

Maßnahmen- richtung	Beschreibung	Beispielhafte Maßnahmen (aus dem Planspiel)	Adressat/ Raumstruktur- typen					Zusammen- wirken der Adressaten, interkommunale Kooperation	„Wirksamkeit“ (0 = keine Wirkung, 1 = geringe bis mittlere Wirkung, 2 = starke Wirkung)				
			Hamburg	Oberzentrum	Verdichtungsraum	Ordnungsraum (Achse)	Ordnungsraum (Zwischenraum)		Mittelpunkt (außerhalb Ordnungsraum)	ländlicher Raum	Verminderung Personenkilometer	Einfluss auf die Energiekosten- belastung der Haushalte	Verringerung der Flächen- inanspruchnahme
Das neue Glück auf zwei Rädern	Viele Kommunen sehen im E-Bike-Trend eine große Chance. Betont werden dabei nicht selten die Verknüpfungsmöglichkeiten mit dem ÖPNV. Da letzterem häufig nicht die große Liebe entgegengebracht wird (siehe den vorstehenden „Mobilitätsretter ÖPNV“), wird die Hoffnung formuliert, dass über die Kopplung mit den E-Bikes ein Funken des frischen Images der E-Bikes (auch bei Älteren) auf den ÖPNV überspringt.	Internetbasierte Plattform schaffen, E-bike-Stationen Radwegeausbau			x	x	x	x	Schwerpunkt liegt innerhalb der Kommune, evtl. gemeinsame Marketingstrategie sinnvoll	2	1	0	1
Autarkie auf verschiedenen Ebenen	Wenn steigende Energiepreise den Raumwiderstand erhöhen, streben einige Gemeinden nach einer möglichst vielschichtigen Autarkie: eigene Energieerzeugung (Windkraftparks, Bioenergiehof, ...), dezentrale Unternehmensansiedlung (= in der eigenen Gemeinde), Halten von Infrastrukturen, Bindung von Kaufkraft, ... Der Ansatz setzt jedoch für jedes Themenfeld entsprechende vorhandene Ansatzpunkte voraus (Kaufkraft, Schule etc. muss vorhanden sein).	Windkraftanlagen, Nutzung von Biomasse, Ausweisung von Gewerbeflächen					x	x	Schwerpunkt liegt innerhalb der Kommune, Kooperationen mit erfahrenen Bioenergieidörfern o.ä. sinnvoll	1	2	0	2

Kosten (gering, mittel, hoch)	Zeitlicher Rahmen (kurzfristig, mittelfristig, langfristig)	Speziell betroffene Personengruppen (z. B. Arbeitnehmer, Familien, Geringverdiener, ...)	Stärken	Schwächen	Relevanz in Planspielen (Nennung von Maßnahmen dieser Richtung bei Anstieg des Energie preises von 2,20 € auf 3,50 €)
Plattformkosten gering; Anschaffung von E-Bikes und entsprechenden Stationen verur- sacht mittleren Kostenumfang	Kurzfristig	Keine, da räum- liche Maßnahmen	Flexibilität des Einzelnen bleibt erhalten; positives Image; Vermeidung kurzer Autofahrten	Kann Pkw nicht vollkommen ersetzen (Waren- transport, weite Strecken, wetterabhängig...)	Zunehmend
Hoch	Mittel- bis langfristig	Keine, da räum- liche Verankerung	Versorgungssicher- heit, finanzielle Einnahmen, Imagegewinn, Tourismomagnet (vgl. Agentur für Er- neuerbare Energien 2011, S. 7-8); stärkt lokale Beschäftigung; kommunale ökonomische Wert- schöpfung „aus der Förderung der EE-Anlagen und der Ansiedelung von Unternehmen“ (Hirschl et al. 2010, S.19)	Bei Bioenergie- dörfern ist das Einverständnis aller Bewohner nötig; Ansatzpunkte müssen vorhan- den sein; hohe Anfangs- investitionen	Gleichbleibend

Maßnahmen- richtung	Beschreibung	Beispielhafte Maßnahmen (aus dem Planspiel)	Adressat/ Raumstruktur- typen						Zusammen- wirken der Adressaten, interkommunale Kooperation	„Wirksamkeit“ (0 = keine Wirkung, 1 = geringe bis mittlere Wirkung, 2 = starke Wirkung)			
			Hamburg	Oberzentrum	Verdichtungsraum	Ordnungsraum (Achse)	Ordnungsraum (Zwischenraum)	Mittelpunkt (außerhalb Ordnungsraum)		ländlicher Raum	Verminderung Personenkilometer	Einfluss auf die Energiekosten- belastung der Haushalte	Verringerung der Flächen- inanspruchnahme
Energiepreis- Nachteile des Standorts wegkompensieren	Einige (eher periphere) Gemeinden versuchen, die Ihnen durch die Energiepreisentwicklung entstehenden Standortnachteile durch die Herausarbeitung anderer Standortvorteile (subventionierter Baugrund, gute und günstige Kinderbetreuung, guter Ruf, grüne Umgebung, ...) auszugleichen.	Subventionierter Baugrund					x	x	Schwerpunkt liegt innerhalb der Kommune, hier sogar Wettbewerb zwischen den Gemeinden	1	0	0	0
Kurze Wege erhalten, Kopplung mit dem Thema „Anpassung an die demografische Entwicklung“	Vielfach wurden im Planspiel Maßnahmenkataloge genannt, die weitestgehend „1:1“ aus den Strategien zur Anpassung an den demografischen Wandel stammen. Dabei geht es vor allem um ein Halten von Infrastrukturangeboten (soziale Infrastruktur, Einzelhandel) durch Umorganisation, Subventionierung oder Umbau.	Einzelhandel (BMVBS 2013): - Durch Bauleitplanung können überdimensionierte Nahversorgungsangebote und Einzelhandelsnutzungen in ungünstigen, nicht integrierten Lagen verhindert werden - Unterstützung auf monetäre (kostengünstige Miete, Ausfallbürgschaft) oder nicht monetäre Weise (Hilfe bei bürokratischen Hürden, kommunale Bewusstseinsbildung) erfolgen		x	x	x	x	x	Kooperationen bilden, wo Infrastrukturangebote nicht gehalten werden können (z. B. regionale Einzelhandelskonzepte)	1	0	0	0

Kosten (gering, mittel, hoch)	Zeitlicher Rahmen (kurzfristig, mittelfristig, langfristig)	Speziell betroffene Personengruppen (z. B. Arbeitnehmer, Familien, Geringverdiener, ...)	Stärken	Schwächen	Relevanz in Planspielen (Nennung von Maßnahmen dieser Richtung bei Anstieg des Energie preises von 2,20 € auf 3,50 €)
		Evtl. junge Familien, ansonsten eher räumliche Maßnahme	„Vermarktung“ der Kommune kann dem demogra- phischen Wandel entgegen wirken und die Daseins- vorsorge sichern	Wettbewerb zwischen den Kommunen	Deutlich abnehmend
Gering bis hoch	Kurz- bis mittelfristig	Keine, räumliche Maßnahmen	Soziale Funktion der Infrastrukturein- richtungen bleibt erhalten, dienen untereinander als Frequenzbringer (BMVBS 2013); Maßnahmen schwächen Auswirkungen des demographischen Wandels ab	Überörtliche Planung kann nur wenig Einfluss nehmen; restriktive Genehmigungsprozesse großflächigen Einzelhandels können den Aus- dünnungsprozess zwar verlangsamen, wohl aber nicht aufhalten (BMVBS 2013)	Abnehmend

Maßnahmen- richtung	Beschreibung	Beispielhafte Maßnahmen (aus dem Planspiel)	Adressat/ Raumstruktur- typen						Zusammen- wirken der Adressaten, interkommunale Kooperation	„Wirksamkeit“ (0 = keine Wirkung, 1 = geringe bis mittlere Wirkung, 2 = starke Wirkung)			
			Hamburg	Oberzentrum	Verdichtungsraum	Ordnungsraum (Achse)	Ordnungsraum (Zwischenraum)	Mittelzentrum (außerhalb Ordnungsraum)		ländlicher Raum	Verminderung Personenkilometer	Einfluss auf die Energiekosten- belastung der Haushalte	Verringerung der Flächen- inanspruchnahme
E-Everything mit lokaler Verankerung	Viele Kommunen sehen in den digitalen Medien ein erhebliches Potenzial für eine energieeffizientere Mobilität Ihrer Bürger. Sehr wichtig ist dabei aber die lokale Verankerung. Diese hat sowohl bauliche Komponenten (z. B. flinc + den hellen und freundlich gestalteten Pendlerparkplatz am Ort) als auch soziale Komponenten (Kommunale Initiative zur Nutzung von flinc.de, App-Mentoren, ...)	Kommunale Initiative zur Nutzung von flinc.de, App-Mentoren, ...				x		x	Schwerpunkt liegt innerhalb der Kommune, Kooperationen mit Nachbargemeinden evtl. sinnvoll	1	1	0	1
Rollende Angebote - Der Service kommt zu uns	Im sehr ländlichen Raum werden mobile Angebote wieder en vogue. Damit setzt sich ein weiterer Diskussions- und Strategiestrang aus der Demografie-Debatte fort. Die Realität der Umsetzung ist bisher jedoch überschaubar.	Z. B. Haltepunkt für mobile Versorger						x	Kooperation mit mobilem Versorger und evtl. weiteren Gemeinden, um Angebot profitabel zu gestalten bzw. vorhandene Angebote zu nutzen	0	0	0	1

Kosten (gering, mittel, hoch)	Zeitlicher Rahmen (kurzfristig, mittelfristig, langfristig)	Speziell betroffene Personengruppen (z. B. Arbeitnehmer, Familien, Geringverdiener, ...)	Stärken	Schwächen	Relevanz in Planspielen (Nennung von Maßnahmen dieser Richtung bei Anstieg des Energie preises von 2,20 € auf 3,50 €)
Soziale Kompo- nente gering, bauliche Komponente mittel	Kurz- bis mittelfristig	Keine, räumliche Maßnahmen	Zukunftsthema, bei dem das Potenzial der unterschied- lichen Kommunika- tionswege aufge- griffen wird	Ausbau des Breit- bandnetzes als Voraussetzung, Annahme bei älteren Personen- gruppen	Gleichbleibend
Gering, falls bestehende Angebote genutzt werden können	Kurzfristig, falls bestehende Angebote ge- nutzt werden können	Insbesondere positiv für mobili- tätseingeschränkte Bewohner	Ebenfalls Anpassungs- maßnahmen an Auswirkungen auf die Daseinsvorsorge aufgrund des demographischen Wandels (nicht aber Abschwächung)	Umsetzung/beste- hendes Angebot überschaubar; im Vergleich zu kleinflächigen An- geboten werden mobile Versorger wenig gefördert (BMVBS 2013)	Gleichbleibend

Maßnahmen- richtung	Beschreibung	Beispielhafte Maßnahmen (aus dem Planspiel)	Adressat/ Raumstruktur- typen						Zusammen- wirken der Adressaten, interkommunale Kooperation	„Wirksamkeit“ (0 = keine Wirkung, 1 = geringe bis mittlere Wirkung, 2 = starke Wirkung)			
			Hamburg	Oberzentrum	Verdichtungsraum	Ordnungsraum (Achse)	Ordnungsraum (Zwischenraum)	Mittelzentrum (außerhalb Ordnungsraum)		ländlicher Raum	Verminderung Personenkilometer	Einfluss auf die Energiekosten- belastung der Haushalte	Verringerung der Flächen- inanspruchnahme
Platz schaffen und Überhitzung vermeiden	Die Zentren genießen den zusätzlichen Zuspruch Ihrer Standorte durch die Energiepreisentwicklung als weiteren Baustein der Reurbanisierung. Zugleich fürchten Sie ein Überhitzen Ihrer Wohnungsmärkte und suchen nach Möglichkeiten, die zum Teil gewaltigen Infrastrukturausbaubedarfe (unter anderem auf den Hauptachsen und -knotenpunkten des ÖPNV) in den Griff zu bekommen. Wie werden diese finanziert?	Ausbau des ÖPNV, Innenentwicklungspotenziale identifizieren	x	x						1	1	2	1
(Tote) Mittel- zentren leben länger	Die Modelldurchläufe lassen vermuten, dass Energiepreissteigerungen eine gesteigerte Attraktivität der Mittelzentren induzieren. Diesen Vorteil sollten Mittelzentren ausnutzen.					x				0	0	0	0

Kosten (gering, mittel, hoch)	Zeitlicher Rahmen (kurzfristig, mittelfristig, langfristig)	Speziell betroffene Personengruppen (z. B. Arbeitnehmer, Familien, Geringverdiener, ...)	Stärken	Schwächen	Relevanz in Planspielen (Nennung von Maßnahmen dieser Richtung bei Anstieg des Energie preises von 2,20 € auf 3,50 €)
Hoch bei erhöhter Nachfrage nach Infrastruktur, Identifizierung von Innenentwicklungspotenzialen abhängig von vorhandenen Geodaten	Mittel- bis langfristig, je nach Ausbaustrecke	Insbesondere Geringverdiener können sich das Leben im Zentrum oft nicht mehr leisten	Erhält die Lebensqualität in den Ballungsräumen	Überhitzung der Wohnungsmärkte; ÖPNV-Angebot nicht mehr ausreichend und Erweiterung teilweise schwierig bzw. Erhöhung der Kapazitäten unmöglich	Gleichbleibend
Keine Kosten; allein durch die Energiepreisentwicklung gewinnen die Mittelzentren Einwohner	Mittel- bis langfristig mit weiterem Energiepreisanstieg	Keine, räumlicher Schwerpunkt	Mittelzentren als „Gewinner“ der Energiepreisteigerungen; Potenziale nutzen!		-

Wohnen und Mobilität sind zwei wesentliche Faktoren der Landnutzung, die in hohem Maße mit Energiekosten verbunden sind. Bereits heute gibt ein Teil der Haushalte in Deutschland für Wohnen und Mobilität etwa die Hälfte seiner Nettoeinkommen aus. Dieser Anteil wird voraussichtlich weiter zunehmen. Das Forschungsprojekt „€LAN - Energiepreisentwicklung und Landnutzung“ hat sich mit der Frage beschäftigt, welche Auswirkungen steigende Energiepreise auf die Siedlungsstrukturen und die Mobilität haben und wie den damit verbundenen Risiken begegnet werden kann.

€LAN ist den Fragen nachgegangen, wie stark ein dauerhafter Anstieg der Energiepreise Haushalte und Unternehmen zu einem veränderten Mobilitäts- bzw. Standortverhalten zwingt und in welchem Umfang Politik und Planung diesen Herausforderungen begegnen können.

Hierfür wurde zum einen ein integriertes Landnutzungs- und Verkehrsmodell entwickelt, mit dessen Hilfe sich Auswirkungen der Energiepreisentwicklung und anderer Faktoren räumlich konkret auf die Mobilitäts- und Standortentscheidungen der Bevölkerung sowie Wirtschaft simulieren lassen. Zum anderen wurde ein Planspiel entwickelt, in dessen Rahmen die beteiligten Akteure aus Politik und Verwaltung der unterschiedlichen Ebenen aufgefordert wurden, Ziele, Maßnahmen und Strategien in ihren jeweiligen Zuständigkeitsbereichen zu definieren, um den simulierten Auswirkungen der Energiepreisentwicklung zu begegnen. Durch die Kombination von Modell und Planspiel entsteht somit ein iterativ aufgebautes Simulationsexperiment, das für den konkreten Untersuchungsraum der erweiterten Metropolregion Hamburg und einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren (2010-2030) mehrfach durchlaufen wird.