

Christoph Aberle

## **TARIF-ERREICHBARKEIT**

Ein Verfahren zur preisbasierten Messung der Erreichbarkeit  
im Öffentlichen Personennahverkehr unter besonderer Berücksichtigung  
einkommensarmer Fahrgäste



Band 28

Harburger Berichte zur Verkehrsplanung und Logistik  
Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung und Logistik

Herausgegeben von Heike Flämig und Carsten Gertz  
Technische Universität Hamburg



**TARIF-ERREICHBARKEIT**  
**Ein Verfahren zur preisbasierten Messung**  
**der Erreichbarkeit im Öffentlichen Personennahverkehr**  
**unter besonderer Berücksichtigung einkommensarmer Fahrgäste**

Vom Promotionsausschuss der  
Technischen Universität Hamburg  
zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.)

genehmigte Dissertation (Monografie)

von  
Christoph Aberle

aus  
Hamburg

2026

Gutachter:

Prof. Dr.-Ing. Carsten Gertz      Technische Universität Hamburg

Prof. Dr.-Ing. Carsten Sommer      Universität Kassel

Tag der mündlichen Prüfung:

14. Januar 2026

DOI:                      10.15480/882.13161

Handle:                 11420/62296

ORCID des Autors: 0000-0003-0982-4869

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet abrufbar über: [dnb.dnb.de](http://dnb.dnb.de)

Titelbild: [#Jungfernstieg](#) von DE255 via Flickr, zuletzt abgerufen im März 2018.  
Lizenziert unter [CC-BY-SA 2.0](#). Farbe angepasst.



Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Das Werk steht unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung-Share Alike 4.0 International ([CC BY-SA 4.0](#)). Ausgenommen von der oben genannten Lizenz sind Teile, Abbildungen und sonstiges Drittmaterial, wenn anders gekennzeichnet.

*Geld allein macht auch nicht glücklich.  
Aber irgendwie schon besser, im Taxi zu weinen  
als im HVV-Bus, oder nicht?*

– kettcar

## Zusammenfassung

Der Tarif des Öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) ist für Einkommensarme ein relevanter Kostenfaktor. Zwar haben Menschen mit niedrigem ökonomischen Status seit der Jahrtausendwende einen größeren Zuwachs an Verkehr realisiert als andere Gruppen, dafür mussten sie aber anteilig mehr Haushaltsbudget aufwenden, denn bis zur Einführung des 9-Euro-Tickets und des Deutschlandtickets waren die Fahrpreise deutlich über der Inflation angestiegen. Somit wurden Alltagsziele immer weniger erreichbar und Betroffene wurden anfälliger für Mobilitätsarmut und dadurch zunehmend in ihren Teilhabechancen eingeschränkt. Viele bewältigten die finanzielle Bedrängnis, indem sie Fahrten nicht antraten oder ihre ÖPNV-Wege sorgsam auf Einzel- und Tageskarten verteilten, um die Ausgaben zu senken.

Bei dieser Praxis setzt die vorgestellte Forschungsarbeit an, indem sie erstmalig systematisch die Erreichbarkeit des Bartarifs bemisst. Dafür wurde die *Tarif-Erreichbarkeit* entwickelt. Beispielhaft für die Verkehrsverbünde Hamburg und Berlin-Brandenburg (HVV und VBB) quantifiziert der Indikator, wie viele Ziele ein Fahrgast mit einem Fahrpreis von höchstens 2,30 EUR aufsuchen kann. Die Kennzahl wird in Beziehung zu acht Variablen für Urbanität gesetzt und separat für den urbanen und ländlichen Raum untersucht, wozu ein lineares und drei räumliche multivariate Regressionsmodelle dienen. Darüber hinaus erkundet die Arbeit, ob die Sensitivität des Modells für Ungleichverteilung mit der räumlichen Auflösung steigt. Dazu werden alle Analysen auf drei Ebenen beschrieben (Gemeinde / Haltestelle / 500-m-Raster).

Der VBB bietet im Bartarif eine größere Tarif-Erreichbarkeit. Mit einem Budget von 2,30 EUR können Fahrgäste in Berlin/Brandenburg im Median 91 Haltestellen erreichen, während es im HVV nur 74 Haltestellen sind. Auch die räumliche Verteilung unterscheidet sich. Im HVV folgt die Tarif-Erreichbarkeit deutlich der Zentralität, während sie im VBB mit mehreren Sozial- und Sondertarifen in die Landkreise im Umland hineinreicht. Dies schlägt sich auch in unterschiedlichen Regressionsparametern für zwei Variablen nieder. So ist im HVV eine hohe Tarif-Erreichbarkeit mit niedriger Kaufkraft und niedriger Pkw-Verfügbarkeit assoziiert, während es sich im VBB umgekehrt darstellt. Die übrigen statistischen Schätzer fallen weitgehend ähnlich aus, es bestehen positive Zusammenhänge zur Durchschnittsmiete und zum ÖPNV-Index sowie negative Zusammenhänge zur Reisezeit, zur Wohnfläche und zur Distanz zum Zentrum. Über die Verbünde hinweg spielt dabei die Bevölkerungsdichte im multivariaten Modell eine kleinere Rolle als angenommen. Bestätigen lässt sich aus den Modellschätzungen, dass die räumliche Untersuchungsebene einen Einfluss auf die Sensitivität ausübt. Dabei bietet sich die Haltestellen-Ebene als Kompromiss zwischen dem Bedarf nach statistischer Präzision und der verfügbaren Rechenkapazität an.

Mit der neu entwickelten Tarif-Erreichbarkeit erweitert die Forschungsarbeit die etablierten Messgrößen um den Aspekt der finanziellen Kosten. In großräumiger Betrachtung zeigt die Kennzahl große Ähnlichkeit mit bestehenden Maßen der Urbanität. Insbesondere in der kleinräumigen Verkehrs- und Sozialplanung kann sie allerdings dabei helfen, Defizite zu erkennen und der Mobilitätsarmut entgegenzuwirken.

## Summary in English

Public transport fares are an important cost factor for low-income earners. Although people with low economic status have increased their travel more than other groups since the 2000s, they have had to spend proportionately more out of their household budgets as fares had risen well above inflation until the introduction of the 9-Euro-Ticket and the Deutschlandticket. Everyday destinations became less and less accessible, which increased the vulnerability to transport poverty and indirectly threatened the inclusion of those affected. Many have coped with the financial hardship by not travelling at all or by carefully spreading their journeys between single and day tickets to reduce their mobility costs.

This study addresses this practice by systematically measuring, for the first time, the accessibility that pay-as-you-go fares facilitate. The *fare accessibility* indicator was developed for this purpose. Using the Hamburg and Berlin-Brandenburg transport associations HVV and VBB as examples, the indicator quantifies how many destinations a passenger can reach for 2.30 EUR. The indicator is examined in relation to eight variables for urbanity and analysed separately for urban and rural areas using one linear and three spatial multivariate regression models. The dissertation also examines whether the model sensitivity to transport equity increases with the spatial resolution. For this purpose, all statistical analyses are described at three spatial levels (municipality / stop / 500 m grid).

Overall, the VBB offers greater fare accessibility. With a budget of 2.30 EUR, passengers in Berlin/Brandenburg can reach a median of 91 stops, compared to only 74 stops in the HVV. The distribution of fare accessibility is also different. In the HVV it clearly follows centrality, whereas in the VBB, with several district-wide social and special fares, financial accessibility extends far into the area. This is also reflected in the different regression parameters for two variables. In the HVV, high fare accessibility is associated with low purchasing power and low car availability, while in the VBB the opposite is true. The other estimators are largely similar, with positive correlations with rent and the public transport index, and negative correlations with travel time, dwelling area and distance to the city centre. Population density plays a smaller role in the multivariate model than expected. Overall, the models confirm that the level of spatial analysis has an influence on sensitivity. The stop level offers a compromise between the need for precision and the available computational capacity.

With the newly developed fare accessibility, the study extends the established indicators by the aspect of financial costs. From a large-scale perspective, the indicator is quite similar to existing measures of urbanity. However, especially in the local transport and social planning, it can help to identify deficits in order to ameliorate transport poverty.

A synopsis in English can be found in this JTranGeo Paper:

[DOI 10.1016/j.jtrangeo.2025.104348](https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2025.104348)

# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>VI</b>
<b>Summary in English</b> .....	<b>VII</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>XIV</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>XVI</b>
<b>Formelverzeichnis</b> .....	<b>XVII</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>XVIII</b>
<b>1 Einführung</b> .....	<b>22</b>
1.1 Hintergrund und Problemstellung .....	22
1.1.1 Ein Zielkonflikt der Verkehrsentwicklungsplanung .....	22
1.1.2 Einkommensarme realisieren mehr Verkehr – auf dem niedrigsten Niveau .....	23
1.1.3 In Berlin und Hamburg wachsen die verkehrlichen Kennzahlen stärker als im Bundesdurchschnitt .....	26
1.1.4 Niedriges Einkommen, geringer Pkw-Besitz, viele ÖPNV-Karten .....	26
1.1.5 Der ÖPNV wurde stetig teurer – dann kam das Deutschlandticket .....	28
1.1.6 Je niedriger das Einkommen, desto wichtiger die Liquidität .....	30
1.1.7 Fahren ohne (gültigen) Fahrschein als riskanter Umgang mit Mobilitätsarmut .....	33
1.1.8 Umweltgerechtigkeit: Nutzen und Auswirkungen des Verkehrs sind strukturell ungleich verteilt .....	34
1.1.9 Postfossile Mobilität bedeutet weniger Verkehr – bedeutet Verteilungspolitik .....	34
1.1.10 Mobilitätschancen für Einkommensarme bei weniger Verkehr sichern .....	36
1.1.11 Handlungsfelder, um Mobilitätschancen zu sichern .....	36
1.1.12 Die Tarif-Erreichbarkeit in der Schnittmenge zwischen Haushaltsbudget und räumlich-zeitlicher Flexibilität .....	37
1.2 Forschungsleitende Fragen und empirischer Zugang .....	39
1.2.1 Forschungsleitende Fragen .....	39
1.2.2 Messgrößen für den Zusammenhang aus Einkommensarmut und Erreichbarkeit ..	40
1.2.3 Normativer Standpunkt dieser Arbeit .....	41
1.2.4 Bezug zum DFG-Forschungsprojekt <i>MobileInclusion</i> .....	42
1.3 Aufbau dieser Arbeit .....	44

1.4	Definition der Kernbegriffe.....	45
1.4.1	Mobilität, Mobilitätschancen.....	45
1.4.2	Armut.....	46
1.4.3	Teilhabe, Teilhabechancen.....	48
1.4.4	Mobilitätsarmut.....	48
1.4.5	ÖPNV-Angebotsplanung.....	49
1.4.6	Tarif, Bartarif .....	50
1.4.7	Erreichbarkeit .....	52
1.4.8	Urban, Rural .....	52
1.4.9	Bevölkerungsdichte.....	52
<b>2</b>	<b>Theorie zu ÖPNV-Erreichbarkeit, Dichte und Armut.....</b>	<b>53</b>
2.1	Forschungsstand: ÖPNV-Erreichbarkeit, Dichte und Armut.....	53
2.1.1	Erreichbarkeit in Forschung und Anwendung .....	53
2.1.2	Reiseaufwands- und Kumulationsindikatoren, Definition der Tarif-Erreichbarkeit..	56
2.1.3	Finanzielle Erreichbarkeitsmaße in der Anwendung .....	57
2.1.4	Die <i>Implementation Gap</i> zwischen Forschung und Fachplanung.....	62
2.1.5	Open Data und neue Akteure in der Erreichbarkeitsplanung .....	63
2.1.6	Die Wechselwirkung zwischen ÖPNV-Erreichbarkeit und Bevölkerungsdichte .....	66
2.1.7	Der Zusammenhang zwischen ÖPNV-Erreichbarkeit, Mobilitätsarmut und Exklusion.....	77
2.1.8	Exklusion durch eine schlechte ÖPNV-Versorgung, <i>Spatial Mismatch</i> und <i>Modal Mismatch</i> .....	79
2.1.9	Ökonomische Exklusion durch hohe Fahrpreise.....	83
2.1.10	Equity Planning: ÖPNV-Angebotsplanung für vulnerable Gruppen.....	87
2.1.11	Messverfahren des Equity Planning.....	88
2.1.12	Analyse von Mobilitätsarmut mit Verfahren der Spatial Econometrics.....	88
2.1.13	Zwischenfazit.....	90
2.2	Arbeitshypothesen zum Zusammenhang von ÖPNV-Tarif, Armut und Dichte .....	91
2.2.1	Fünf Hypothesen für <i>urbane</i> Gebiete .....	91
2.2.2	Fünf Hypothesen für <i>rurale</i> Gebiete.....	94
2.2.3	Drei generelle Hypothesen für beide Gebietstypen.....	96

<b>3</b>	<b>Methodik.....</b>	<b>98</b>
3.1	Untersuchungsräume: <i>Urbane</i> und <i>rurale</i> Gebiete im VBB und HVV .....	98
3.1.1	Definition: <i>Urbane</i> und <i>rurale</i> Gebiete .....	100
3.1.2	Auswahl dreier Untersuchungsebenen im Lichte des <i>Modifiable Area Unit Problem</i> .....	103
3.2	Datenerhebung: Variablen.....	108
3.2.1	ÖPNV-Index aus Bedienung und Erschließung .....	108
3.2.2	ÖPNV-Reisezeit zum nächsten Ziel .....	110
3.2.3	Tarif-Erreichbarkeit.....	111
3.2.3.1	Definition des Tarif-Budgets.....	111
3.2.3.2	Generalisierte Formel.....	113
3.2.3.3	Logarithmus und abnehmender Grenznutzen.....	115
3.2.3.4	Indexbildung über 15 Kategorien .....	117
3.2.4	Kaufkraft.....	117
3.2.5	Bevölkerungsdichte .....	118
3.2.6	Pkw-Verfügbarkeit .....	118
3.2.7	Durchschnittsmiete.....	118
3.2.8	Wohnfläche.....	118
3.2.9	Zentralität .....	119
3.3	Datenauswertung: Räumliche Regression .....	120
3.3.1	Definition räumlicher Nachbarschaft.....	120
3.3.2	Nachbarschaft in der Datenerhebung: Einzugsgebiete .....	123
3.3.3	Nachbarschaft in der räumlichen Analyse: Autokorrelation als Störgröße .....	125
3.3.4	Umgang mit autokorrelierten Daten .....	125
3.3.5	Bereinigung um Ausreißer .....	126
3.3.6	Vier statistische Modelle im Vergleich .....	127
3.3.6.1	OLS: Einfache lineare Regression .....	127
3.3.6.2	SLX: Regression mit räumlich versetztem X.....	127
3.3.6.3	SEM: Regression mit räumlich versetztem Fehlerterm .....	128
3.3.6.4	SDEM: Regression mit räumlich versetztem X sowie Fehlerterm .....	128
3.3.7	Tests zur Sensitivität und Modelleignung.....	129
3.3.7.1	Heteroskedastizität: Breusch-Pagan-Test.....	129
3.3.7.2	Eignung des Spatial Error Model: Spatial-Hausman-Test .....	129
3.3.7.3	Modellkomplexität: Likelihood-Ratio-Tests .....	129
3.4	Verwendete Software .....	129

<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>131</b>
4.1	Ergebnisse für den HVV	131
4.1.1	Explorative Statistik	131
4.1.1.1	Kartografische Erkundung des Verbundgebiets	131
4.1.1.2	Lokale Autokorrelation der Tarif-Erreichbarkeit	133
4.1.1.3	Tarif-Erreichbarkeit und Kaufkraft	134
4.1.1.4	Verteilung der Eingangsvariablen	136
4.1.1.5	Korrelation der Eingangsvariablen	137
4.1.2	Inferenzstatistik auf Haltestellen-Ebene	137
4.1.2.1	Stichprobenumfang	137
4.1.2.2	Schätzparameter der Regression	140
4.1.2.3	Sensitivität und Modellgüte	144
4.1.3	Inferenzstatistik auf Raster-Ebene	145
4.1.3.1	Stichprobenumfang	145
4.1.3.2	Schätzparameter der Regression	147
4.1.3.3	Sensitivität und Modellgüte	149
4.1.4	Inferenzstatistik auf Gemeinde-Ebene	149
4.1.4.1	Stichprobenumfang	149
4.1.4.2	Schätzparameter der Regression	151
4.1.4.3	Sensitivität und Modellgüte	153
4.1.5	Arbeitshypothesen (alle Ebenen)	153
4.1.5.1	Zehn spezifische Hypothesen für <i>urbane / rurale</i> Gebiete	155
4.1.5.2	Drei generelle Hypothesen für beide Gebietstypen	155

4.2	Ergebnisse für den VBB.....	157
4.2.1	Explorative Statistik.....	157
4.2.1.1	Kartografische Erkundung des Verbundgebiets .....	157
4.2.1.2	Dezentrale Cluster mit hoher Tarif-Erreichbarkeit.....	157
4.2.1.3	Lokale Autokorrelation der Tarif-Erreichbarkeit.....	158
4.2.1.4	Tarif-Erreichbarkeit und Kaufkraft .....	162
4.2.1.5	Verteilung der Eingangsvariablen.....	164
4.2.1.6	Korrelation der Eingangsvariablen .....	165
4.2.2	Inferenzstatistik auf Haltestellen-Ebene .....	165
4.2.2.1	Stichprobenumfang.....	165
4.2.2.2	Schätzparameter der Regression .....	168
4.2.2.3	Sensitivität und Modellgüte .....	171
4.2.3	Inferenzstatistik auf Raster-Ebene .....	172
4.2.3.1	Stichprobenumfang.....	172
4.2.3.2	Schätzparameter der Regression .....	172
4.2.3.3	Sensitivität und Modellgüte .....	174
4.2.4	Inferenzstatistik auf Gemeinde-Ebene .....	175
4.2.4.1	Stichprobenumfang.....	175
4.2.4.2	Schätzparameter der Regression .....	175
4.2.4.3	Sensitivität und Modellgüte .....	177
4.2.5	Arbeitshypothesen (alle Ebenen).....	177
4.2.5.1	Zehn spezifische Hypothesen für <i>urbane / rurale</i> Gebiete .....	179
4.2.5.2	Drei generelle Hypothesen für beide Gebietstypen .....	179
4.3	HVV und VBB im Vergleich.....	181
4.3.1	Explorative Statistik.....	181
4.3.2	Inferenzstatistik .....	182
4.3.3	Zusammenfassung .....	186
4.4	Das Fare Accessibility Dashboard .....	186
4.5	Zwischenfazit.....	188

<b>5</b>	<b>Diskussion</b> .....	<b>189</b>
5.1	Antworten auf die forschungsleitenden Fragen.....	189
5.1.1	Soziale Verteilung der Tarif-Erreichbarkeit und Einfluss der Untersuchungsebene .....	189
5.1.1.1	Zusammenhang aus Sozioökonomie, Tarif-Erreichbarkeit und Dichte .....	189
5.1.1.2	Einfluss der räumlichen Untersuchungsebene.....	191
5.1.2	Planerische Intervention und Transfer.....	193
5.1.2.1	ÖPNV-Planerische Mittel, um Mobilitätschancen zu steigern.....	193
5.1.2.2	Implikationen für ÖPNV-Nachfrage und Auslastung.....	197
5.2	Methodische Diskussion.....	199
5.2.1	Verwendete Daten und ihre Granularität .....	199
5.2.2	Annahmen der Erreichbarkeitsanalyse .....	200
5.2.3	Umgang mit Ausreißern.....	203
5.2.4	Mögliche Weiterentwicklung der Methodik .....	204
5.3	Praxisbezug der Tarif-Erreichbarkeit.....	207
5.4	Das Deutschlandticket und seine Implikationen für den Bartarif .....	212
5.5	Neuausrichtung des Forschungsvorhabens mit Einführung des Deutschlandtickets.....	214
<b>6</b>	<b>Fazit und Ausblick</b> .....	<b>216</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>219</b>
	<b>Anhang</b> .....	<b>241</b>
A1	Einteilung des ökonomischen Status nach der MiD-Methodik.....	241
A2	Zielkategorien für die Erreichbarkeits-Untersuchung .....	242
A3	Fortschreibung der Raumtypologie für Hamburg .....	243
A4	Modellierung des HVV-Tarifs.....	246
A5	Modellierung des VBB-Tarifs .....	248
A6	Standardisierte Eingangsvariablen im HVV .....	253
A7	Standardisierte Eingangsvariablen im VBB.....	256
A8	Schätzparameter der Regression im HVV .....	259
A9	Schätzparameter der Regression im VBB.....	260

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Tagesstrecke nach ökonomischem Status 2002 bis 2017 .....	23
Abbildung 2: Tagesstrecke 2017 gemittelt nach ökonomischem Status.....	24
Abbildung 3: Ausstattung mit Verkehrsmitteln nach ökonomischem Status .....	27
Abbildung 4: Preisentwicklung ausgewählter Tarife des HVV und VBB.....	29
Abbildung 5: Die Forschungslücke dieser Arbeit .....	37
Abbildung 6: Fünf Messgrößen dieser Arbeit.....	40
Abbildung 7: Grobgliederung dieser Forschungsarbeit .....	44
Abbildung 8: Zielkonflikt der Tarifplanung.....	51
Abbildung 9: Historische Karte der Wiener Stadtbahn-Haltestellen aus dem Jahr 1893 .....	56
Abbildung 10: Reiseaufwandsindikator und Kumulationsindikator für Arbeitsplätze .....	57
Abbildung 11: Fare disparity in New York .....	59
Abbildung 12: Reisedistanz, Reisezeit und Fahrpreis, schematisch .....	60
Abbildung 13: VBB-Tarife bis 2,30 EUR.....	61
Abbildung 14: Reisedistanz und Fahrpreis, anhand von VBB-Einzeltarifen .....	62
Abbildung 15: ÖPNV-Erreichbarkeit in Leeds/UK.....	64
Abbildung 16: Screenshot aus dem „TransitCenter Equity Dashboard“ für New York City.....	65
Abbildung 17: Siedlungsdichte und ÖPNV-Einstiege in der Region Los Angeles .....	69
Abbildung 18: Fritz Schumachers Achsenmodell .....	73
Abbildung 19: Hamburgs Entwicklungsachsen der 1970er- und 2020er-Jahre.....	74
Abbildung 20: Konzeptionelle Einordnung des Phänomens der Mobilitätsarmut .....	78
Abbildung 21: Wirkrichtung von Hypothese U1 .....	91
Abbildung 22: Wirkrichtung von Hypothese U2 .....	92
Abbildung 23: Wirkrichtung von Hypothese U3 .....	92
Abbildung 24: Wirkrichtung von Hypothese U4 .....	93
Abbildung 25: Wirkrichtung von Hypothese U5 .....	93
Abbildung 26: Wirkrichtung von Hypothese G1 .....	96
Abbildung 27: Wirkrichtung von Hypothese G2 .....	96
Abbildung 28: Wirkrichtung von Hypothese G3 .....	97
Abbildung 29: ÖPNV-Index in Berlin und Hamburg, nach Kaufkraft-Quintilen.....	99
Abbildung 30: Untersuchungsräume <i>urban</i> / <i>rural</i> im HVV und VBB.....	101
Abbildung 31: Untersuchungsräume <i>urban</i> / <i>rural</i> in Hamburg und Berlin.....	102
Abbildung 32: Vereinfachte Berechnung des ÖPNV-Index.....	109
Abbildung 33: Tarif-Erreichbarkeit für die Bushaltestelle Hamburg-Stübenplatz.....	114
Abbildung 34: Anwendung des Logarithmus für die Tarif-Erreichbarkeit im VBB.....	116
Abbildung 35: Definition der Nachbarschaft, binär und gewichtet .....	121

Abbildung 36: Gehzeit-Isochronen einer fiktiven Haltestelle .....	124
Abbildung 37: Schematische Darstellung des Datenflusses .....	130
Abbildung 38: Tarif-Erreichbarkeit und Sozialindikatoren im HVV .....	132
Abbildung 39: LISA-Plot auf Gemeinde-Ebene im HVV .....	133
Abbildung 40: Bivariate Chloroplethenkarten für den HVV (oben) und Hamburg (unten) .....	135
Abbildung 41: Box Plots und Violin Plots für die neun Eingangsvariablen im HVV .....	136
Abbildung 42: Korrelogramm potenzieller Eingangsvariablen im HVV .....	138
Abbildung 43: LISA-Plot auf Haltestellen-Ebene im HVV .....	144
Abbildung 44: Lorenzkurven für den HVV .....	156
Abbildung 45: LISA-Plot auf Gemeinde-Ebene im VBB .....	159
Abbildung 46: Tarif-Erreichbarkeit peripherer brandenburgischer Gemeinden .....	160
Abbildung 47: Tarif-Erreichbarkeit und Sozialindikatoren im VBB .....	161
Abbildung 48: Bivariate Chloroplethenkarten für den VBB (links) und Berlin (rechts).....	163
Abbildung 49: Box Plots und Violin Plots für die neun Eingangsvariablen im VBB .....	164
Abbildung 50: Korrelogramm potenzieller Eingangsvariablen im VBB .....	166
Abbildung 51: LISA-Plot auf Haltestellen-Ebene im VBB .....	171
Abbildung 52: Lorenzkurven für den VBB .....	180
Abbildung 53: Haltestellen mit hoher Tarif-Erreichbarkeit und hoher Pkw-Verfügbarkeit.....	185
Abbildung 54: Das Fare Accessibility Dashboard .....	187
Abbildung 55: Überschlag der Mehrnachfrage einkommensarmer Fahrgäste in Hamburg .....	197
Abbildung 56: Ausreißer-Bereinigung im VBB .....	204
Abbildung 57: Tarif-Erreichbarkeit im HVV und in der Region Helsinki.....	208
Abbildung 58: Tarif-Erreichbarkeit der Tafeln in Hamburg .....	209
Abbildung 59: Sozialtickets in Deutschland sowie Kommunen ohne Sozialticket .....	213
Abbildung 60: HVV-Tarife bis 2,30 EUR .....	247

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Häufig genutzte Fahrkarten in Berlin und Hamburg.....	31
Tabelle 2: Ausgewählte Publikationen, die aus dem Promotionsvorhaben hervorgingen .....	43
Tabelle 3: Mindestdichten für den wirtschaftlichen Betrieb verschiedener Verkehrsmittel .....	67
Tabelle 4: Fünf Aspekte der Mobilitätseinschränkungen .....	78
Tabelle 5: Übersicht der Hypothesen R1 bis R5.....	95
Tabelle 6: Hierarchie der räumlichen Einheiten und Aggregation zwischen den Ebenen.....	107
Tabelle 7: Vereinfachte Herleitung des ÖPNV-Index.....	110
Tabelle 8: Ausgewählte Einzelfahrausweise in der Fahrplanperiode 2018/19 .....	112
Tabelle 9: Schwellenwerte für die Nachbarschaft, nach Untersuchungsebene.....	122
Tabelle 10: VDV-Empfehlung für die Einzugsbereiche von Haltestellen.....	124
Tabelle 11: Eingangsvariablen im HVV auf Haltestellen-Ebene.....	139
Tabelle 12: Regressionskoeffizienten und Modellparameter im HVV.....	143
Tabelle 13: Eingangsvariablen im HVV auf Raster-Ebene .....	146
Tabelle 14: Eingangsvariablen im HVV auf Gemeinde-Ebene.....	150
Tabelle 15: Ergebnisse zu den Arbeitshypothesen im HVV.....	154
Tabelle 16: Eingangsvariablen im VBB auf Haltestellen-Ebene.....	167
Tabelle 17: Regressionskoeffizienten und Modellparameter im VBB.....	170
Tabelle 18: Eingangsvariablen im VBB auf Raster-Ebene .....	173
Tabelle 19: Eingangsvariablen im VBB auf Gemeinde-Ebene.....	176
Tabelle 20: Ergebnisse zu den Arbeitshypothesen im VBB .....	178
Tabelle 21: Gini-Koeffizienten im HVV und VBB.....	182
Tabelle 22: Ergebnis der Plausibilitätsprüfung für die Tarif-Erreichbarkeit im VBB .....	184
Tabelle 23: Erreichbare Ziele im Bartarif, in Hamburg.....	194
Tabelle 24: Erreichbare Ziele im Bartarif, im HVV außerhalb Hamburgs.....	195
Tabelle 25: Bevölkerungsanteil, der mindestens ein Ziel erreichen kann .....	211
Tabelle 26: Klassifikation des ökonomischen Status nach <i>Mobilität in Deutschland</i> .....	241
Tabelle 27: 15 Kategorien der Aktivitätsziele.....	242
Tabelle 28: Kleinräumige Zuordnung der hamburgischen Stadtteile zu den Raumtypen.....	243
Tabelle 29: Abweichungen bei der Zuordnung der Raumtypen .....	245
Tabelle 30: VBB-Tarife, die für diese Untersuchung modelliert wurden .....	249
Tabelle 31: Eingangsvariablen im HVV auf Haltestellen-Ebene, standardisiert.....	253
Tabelle 32: Eingangsvariablen im HVV auf Raster-Ebene, standardisiert.....	254
Tabelle 33: Eingangsvariablen im HVV auf Gemeinde-Ebene, standardisiert.....	255

Tabelle 34: Eingangsvariablen im VBB auf Haltestellen-Ebene, standardisiert.....	256
Tabelle 35: Eingangsvariablen im VBB auf Raster-Ebene, standardisiert .....	257
Tabelle 36: Eingangsvariablen im VBB auf Gemeinde-Ebene, standardisiert.....	258
Tabelle 37: Regressionskoeffizienten und Modellparameter im HVV, standardisiert .....	259
Tabelle 38: Regressionskoeffizienten und Modellparameter im VBB, standardisiert.....	260

## **Formelverzeichnis**

Formel 1: Generalisierte Formel der Tarif-Erreichbarkeit .....	113
Formel 2: Generalisierte Formel des OLS.....	127
Formel 3: Generalisierte Formel des SLX .....	127
Formel 4: Generalisierte Formel des SEM.....	128
Formel 5: Generalisierte Formel des SDEM.....	128

## Abkürzungsverzeichnis

AKN	Altona-Kaltenkirchen-Neumünster Eisenbahn GmbH
AsylbLG	Asylbewerberleistungsgesetz
BA	Bundesagentur für Arbeit
BB	Brandenburg (das Bundesland)
BEHG	Brennstoffemissionshandelsgesetz
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
Bf	Bahnhof
BMAS	Bundesministerium für Arbeit und Soziales
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr, seit 2025 →BMV
BMF	Bundesministerium der Finanzen
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BMV	Bundesministerium für Verkehr
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, von 2021 bis 2025 →BMDV, seit 2025 →BMV
BVM	Behörde für Verkehr und Mobilitätswende Hamburg
BWVI	Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation Hamburg, seit 2020 →BVM
BR	Brasilien
BReg	Bundesregierung
BSU	Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt Hamburg, seit 2015 →BSW
BSW	Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen Hamburg
BUND	Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland
BVerfG	Bundesverfassungsgericht
CAN	Kanada
CDU	Christlich Demokratische Union Deutschlands
CNB	Center Nahverkehr Berlin
CSU	Christlich-Soziale Union in Bayern
CO	Kolumbien

CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DOI	Digital Object Identifier (persistenter Bezeichner für Literatur)
EU(-27)	Europäische Union (mit 27 Mitgliedsstaaten)
EUR	Euro
ES	Spanien
EW	Einwohner*in
FDP	Freie Demokratische Partei
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
FHH	Freie und Hansestadt Hamburg
FTA	Federal Transit Administration (Unterbehörde der US-Verkehrsbehörde für den ÖPNV)
GIS	Geografisches Informationssystem
GTFS	General Transit Feed Specification (ÖPNV-spezifisches Datenformat)
ha	Hektar
HSK	Heteroskedastizität (auch „Varianzhomogenität“)
Hst	Haltestelle
HTML	Hypertext Markup Language (Datenformat)
HVV	Hamburger Verkehrsverbund (eigene Schreibweise seit 2021 „hvv“)
hvv	→HVV
HVZ	Hauptverkehrszeit
IN	Indien
infas	Institut für angewandte Sozialwissenschaft
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in the European Community (Datenstandard)
IQR	Interquartile Range (Lagemaß in der deskriptiven Statistik)
JSON	JavaScript Object Notation (Datenformat)
JVA	Justizvollzugsanstalt

KDE	Kernel Density Estimation (Schätzverfahren, um Verteilungen zu glätten)
KDG	Kostendeckungsgrad
km	Kilometer
LACMTA	Los Angeles County Metropolitan Transportation Authority (Verkehrsbehörde/-unternehmen in der Region Los Angeles/USA)
m	Meter
MiD	Mobilität in Deutschland (Verkehrserhebung)
min	Minute
MIT	Massachusetts Institute of Technology (Forschungseinrichtung)
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MOP	Mobilitätspanel (Verkehrserhebung)
MRH	Metropolregion Hamburg
NI	Niedersachsen
NIR	Nordirland
NVP	Nahverkehrsplan
NVZ	Nebenverkehrszeit
OLS	Ordinary Least Square (Lineares Regressionsmodell)
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PBefG	Personenbeförderungsgesetz
Pkm	Personenkilometer
PDS	Partei des Demokratischen Sozialismus (Vorgängerin der heutigen Partei <i>Die Linke</i> )
Pkw	Personenkraftwagen
RWTH	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
SDEM	Spatial Durbin Error Model (räumliches Regressionsmodell)
SEM	Spatial Error Model (räumliches Regressionsmodell)
SenASGIVA	Senatsverwaltung für Arbeit, Soziales, Gleichstellung, Integration, Vielfalt und Antidiskriminierung Berlin
SenStadt	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen Berlin

SenStadtUm	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin, seit Dezember 2021: →SenStadt
SenStadtWohn	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Berlin, seit Dezember 2021: →SenStadt
SGBII	Grundsicherung nach Sozialgesetzbuch II, umgangssprachlich „Hartz IV“, seit 2023: „Bürgergeld“
SH	Schleswig-Holstein
SLX	Spatial Lagged X (räumliches Regressionsmodell)
SPD	Sozialdemokratische Partei Deutschlands
SPNV	Schienegebundener personennahverkehr
SrV	System repräsentativer Verkehrsbefragungen (Verkehrserhebung)
TED	TransitCenter Equity Dashboard (Erreichbarkeitsmodell für Niedriglohn-Arbeitsplätze)
TOD	Transit Oriented Development (ÖPNV-orientierte Siedlungs- und Verkehrsentwicklung)
TRB	Transportation Research Board (nationales wissenschaftliches Beratungsgremium der USA, am ehesten vergleichbar mit der deutschen →FGSV)
TRUST	Transit Riders of the United States Together (Vereinigung von US-Fahrgastverbänden)
TUHH	Technische Universität Hamburg
UK	Vereinigtes Königreich Großbritannien und Nordirland
USA	Vereinigte Staaten von Amerika
USD	US-Dollar
VBB	Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg
VDV	Verband Deutscher Verkehrsunternehmen
VU	Verkehrsunternehmen
WFS	Web Feature Service (Standard zur Bereitstellung öffentlicher Geodaten)
WVI	Wermuth Verkehrsforschung und Infrastrukturplanung GmbH
ZKG	Zahlungskontengesetz

# 1 Einführung

## 1.1 Hintergrund und Problemstellung

### 1.1.1 Ein Zielkonflikt der Verkehrsentwicklungsplanung

Die Verkehrsentwicklungsplanung in Stadt und Region steht vor einer Herausforderung. Sie befindet sich im Zielkonflikt, das Niveau der räumlichen Beweglichkeit aufrechtzuerhalten und gleichzeitig die negativen Auswirkungen der realisierten Bewegung zu senken. Das Idiom „Mehr Mobilität bei weniger Verkehr“, postuliert durch den Verkehrswissenschaftler Hartmut Topp (1994), steht seit über einem Vierteljahrhundert für dieses strategische Ziel. Die Wendung fand Eingang in den verkehrspolitischen Diskurs; sie wird in Variation von Verbänden, Unternehmen, Forschenden, Initiativen und Parteien als Leitbild angeführt (vgl. stellvertretend ioki 2018; Heinrich-Böll-Stiftung 2019; Bürgerinitiative Für den Hauptsmoorwald 2018; DIE LINKE 2021; Lahrer Zeitung 2020; SPD-Bundestagsfraktion 2021).

Zur Entstehungszeit dieses Idioms hatte sich durch die Massenmotorisierung bereits ein Verkehrssystem etabliert, das dem Einzelnen eine massive Ausdehnung seines Aktionsraums versprach. Ermöglicht worden war dies durch günstige Energie, kontinuierlichen Straßenbau und durch einen steuerlich subventionierten Berufsverkehr (Canzler und Knie 2018, 17–40). Diese jahrzehntelang bewusst gesetzten politischen Rahmenbedingungen der Verkehrsentwicklung brachten eine Raumstruktur hervor, die bis heute durch eine „ubiquitäre Erreichbarkeit“ durch den Motorisierten Individualverkehr (MIV) geprägt ist (Kutter 2019, S. 21). In der Tat war das Teilziel *Mehr Mobilität* also für viele bereits erreicht, bevor Topp sein Idiom aufstellte. Nach der damals vorherrschenden Lesart – Zuwachs an Bewegung bedeutet Gewinn an Mobilität und Lebensqualität – war diese Entwicklung in der Tat als Fortschritt zu deuten.

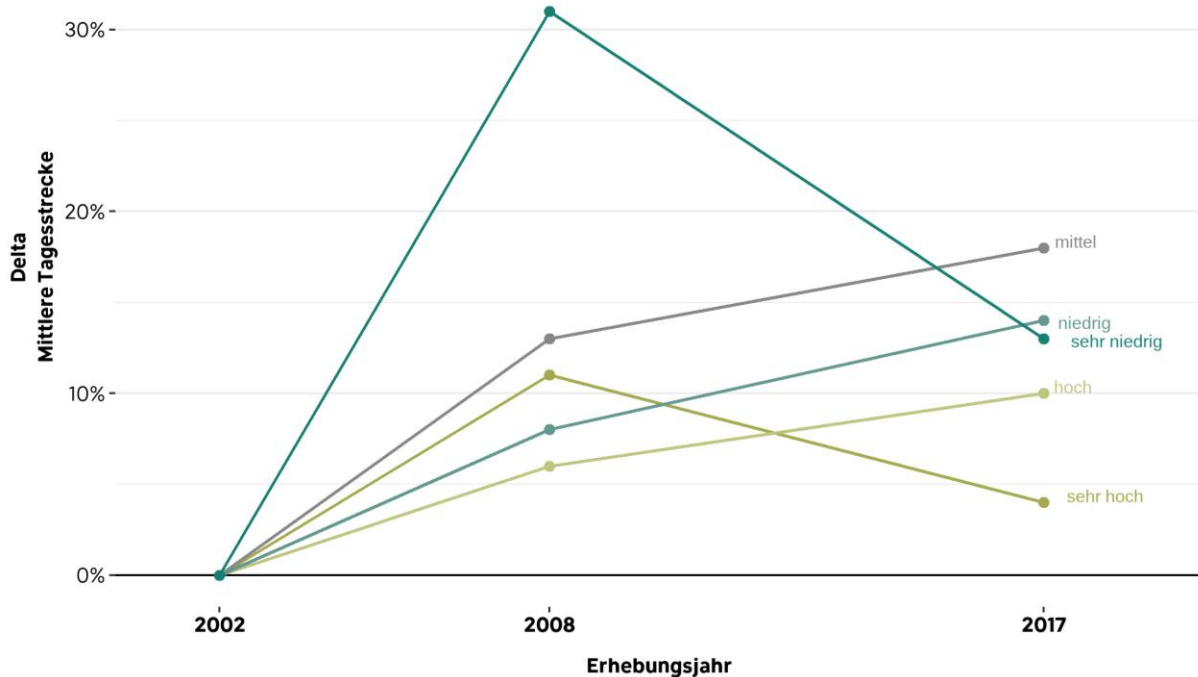
Das zweite Ziel – *Weniger Verkehr* – wurde indes nicht erreicht, im Gegenteil. Was diejenigen, die an der Welle der Massenmotorisierung teilhatten, als beispiellosen Zuwachs an individueller Bewegungsfreiheit genießen konnten, führte im kollektiven Maßstab zu einem historisch gleichermaßen beispiellosen Wachstum der verkehrlichen Kennzahlen: Die Fahrleistung und die Pendeldistanz stiegen kontinuierlich an (Kutter 2019, 19–25; vgl. auch Schwedes 2019; Canzler und Knie 2018). Obwohl Forschende seit Jahrzehnten einen *Peak Car* prognostizieren, steigen auch die Pkw-Anmeldezahlen in Deutschland weiterhin – und wo die Motorisierungsquote im Urbanen sinkt, wird sie durch den Zuzug überkompensiert, was auch im verdichteten Raum in der Regel zu einem wachsenden Bestand an Fahrzeugen führt (Holz-Rau et al. 2022).

Auch seit der Abkehr von der traditionellen Anpassungspolitik hin zu einer integrierten Verkehrsplanung, die sich an Nachhaltigkeitszielen orientiert – Schwedes (2019) datiert sie etwa auf die Jahrtausendwende – ist das Verkehrswachstum ungebrochen. Die täglich zurückgelegte Strecke pro Person ist im Bundesdurchschnitt zwischen 2002 und 2017 um 16 Prozent gestiegen. An der Unterwegszeit, die im selben Zeitraum nur um 13 Prozent gestiegen ist, lässt sich ablesen, dass auch die mittlere Reisegeschwindigkeit zugenommen hat. Diese und die folgenden Kennzahlen in diesem Abschnitt stammen aus einer eigenen Zeitreihen-Auswertung der größten Querschnitterhebung verkehrlicher Daten *Mobilität in Deutschland* (MiD) von 2002 bis 2017. Für die MiD 2023 ist bisher ein Kurzbericht erschienen (infas et al. 2025a), die Rohdaten der jüngsten Befragung oder die Zeitreihen sind allerdings noch nicht verfügbar.

## 1.1.2 Einkommensarme realisieren mehr Verkehr – auf dem niedrigsten Niveau

Die jüngere Entwicklung der verkehrlichen Kennzahlen fällt in Abhängigkeit vom Einkommen unterschiedlich aus, wie Abbildung 1 verdeutlicht: Im Schnitt ist die Tagesstrecke zwischen 2002 und 2017 für Befragte mit geringem bis mittlerem Einkommen am stärksten gewachsen. Personen mit sehr niedrigem ökonomischen Status<sup>1</sup> realisieren zwischenzeitlich mit 31 Prozent den mit Abstand größten Zuwachs, der aber bis 2017 wieder zurückgeht, sodass ein Wachstum von 13 Prozent verbleibt. Ihre mittlere Reisegeschwindigkeit steigt um 18 Prozent, während die Statusgruppe *sehr hoch* nur um 4 Prozent schneller wird. Über anderthalb Jahrzehnte haben also Verkehrsleistung und Geschwindigkeit der wenig Verdienenden im Vergleich stark zugelegt.

**Abbildung 1: Tagesstrecke nach ökonomischem Status 2002 bis 2017, bundesweit.**



**Quelle:** Eigene Auswertung des Zeitreihen-Datensatzes der Studie Mobilität in Deutschland.

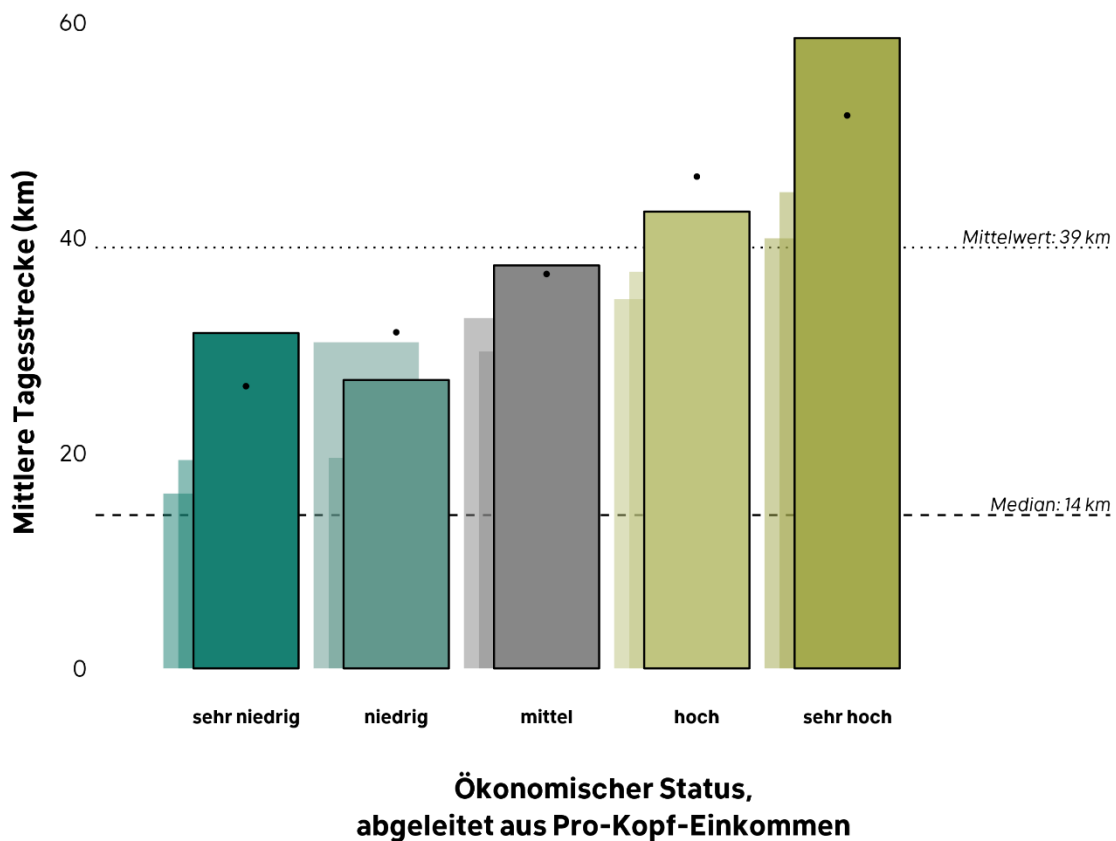
n = 52 853 / 56 800 / 296 105 Personen (2002 / 2008 / 2017), gewichtete Stichprobe. Die Graphen sind interpoliert und dienen der Anschaulichkeit.

Allerdings findet das starke Wachstum bei Einkommensarmen auf sehr niedrigem Niveau statt, wie Abbildung 2 anhand der schwarzen Punkte verdeutlicht. Das Verkehrsverhalten selbst zeigt nämlich ebenfalls einen starken Zusammenhang mit dem Einkommen. Personen mit einem sehr niedrigen sozioökonomischen Status legen 2017 ein Drittel weniger Tagesstrecke zurück als der

<sup>1</sup> Die MiD unterscheidet fünf ökonomische Gruppen, die anhand eines gewichteten Einkommens gebildet werden. Eine alleinlebende Person wird dem Status *sehr niedrig* zugeordnet, wenn ihr monatliches Netto-Einkommen weniger als 900 EUR beträgt (Siehe Anhang A1 auf Seite 240).

Durchschnitt; verglichen mit Personen mit sehr hohem Status realisieren sie nur gut die Hälfte. Entsprechende Diskrepanzen finden sich in der Unterwegszeit und der Geschwindigkeit, die bei wenig Verdienenden deutlich niedriger ausfallen. So bewegen sich Personen mit sehr geringem ökonomischen Status mit etwa 20 Stundenkilometern, während Statushohe im Mittel 33 km/h erreichen. Dies deutet zum einen darauf hin, dass Menschen mit hohem Einkommen schnellere Verkehrsmittel nutzen, zum anderen spiegelt es viele lange und motorisierte Strecken wider, den die MiD-Daten für sie nachweisen (vgl. auch Gruschwitz 2021, 15–18). Ein Teil dieser Differenz ist der nicht realisierte Verkehr der Einkommensarmen, der auch als unterdrückte Nachfrage oder „suppressed journeys“ bezeichnet wird (Duvarci und Mizokami 2009, S. 194–196).

**Abbildung 2: Tagesstrecke 2017 gemittelt nach ökonomischem Status, in Berlin und Hamburg (kombiniert, Balken) sowie bundesweit (Punkte).**



**Quelle:** Eigene Auswertung der MiD-Zeitreihe. Balken: Kombiniertes Mittelwert der Strecke für Berlin und Hamburg, nach ökonomischem Status. Punkte: Mittelwert bundesweit 2017. Die hellen Balken im Hintergrund zeigen die kombinierten Mittelwerte für 2002 und 2008 für Berlin und Hamburg.

n (Berlin & Hamburg) = 52 868 / 56 848 / 296 105 Personen (2002 / 2008 / 2017), gewichtete Stichprobe.

n (bundesweit) = 296 105 Personen (2017), gewichtete Stichprobe.

Das in Abbildung 2 dargestellte Verhältnis bleibt auch dann bestehen, wenn regelmäßige berufliche Wege nicht betrachtet werden, also dienstliche Wege etwa im Handwerk oder im Zustelldienst (Infas et al. 2018b, S. 21). Die berufliche Mobilität wirkt sich also kaum auf die Tagesstrecke aus. Die Verteilung flacht allerdings deutlich ab, wenn nur Tagesstrecken von  $\leq 100$  km betrachtet werden, im Sinne eines Nahverkehrs mit einer Reiseweite von  $\leq 50$  km pro Strecke (vgl. Abschnitt 1.4). Werden die langen Strecken weggelassen, beträgt das Verhältnis zwischen den Statusgruppen *sehr niedrig* und *sehr hoch* nicht mehr etwa die Hälfte, sondern zwei Drittel. Auch die bemerkenswerte Differenz zwischen Mittelwert und Median indiziert, dass es Ausreißer mit großen Tagesstrecken gibt (Abbildung 2). Beide Befunde deuten auf die Relevanz weiter Pendelwege hin, die insbesondere von Personen mit mittlerem bis hohem Einkommen zurückgelegt werden. Für diese Gruppe ist davon auszugehen, dass es sich in der Mehrzahl um bewusst in Kauf genommene Wege handelt, wobei die Kosten als individuelle Investition in ein attraktives Arbeitsverhältnis gedeutet werden können. Personen mit niedrigem Einkommen dagegen genießen in der Regel weniger Wahlfreiheit: Wenn sie weiter pendeln, dann weil ihr Wohnort keine (passenden) Arbeitsplätze bietet. Hinzu kommt, dass sie dafür einen größeren Anteil ihres Verdienstes für Pendelkosten aufwenden als einkommensstarke Personen (Haas 2013, S. 266–272; Stark et al. 2023). Auch Angestellte im Niedriglohnsektor sind stärker finanziell belastet. Dies betrifft potenziell einen Anteil von einem Fünftel bis einem Viertel aller Beschäftigten in Deutschland, das somit den größten Niedriglohnsektor in Westeuropa aufweist (Schulten 2020). Neben den Niedriglöhner\*innen sind es Auszubildende und formell gering Qualifizierte, die strukturell stärker von steigenden Kosten des Verkehrs beeinträchtigt werden (Haas 2013). Auch eine Auswertung der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) und der MiD identifiziert zwei sozioökonomische Gruppen als besonders vulnerabel: Erwerbstätige mit Pkw und geringem Einkommen sowie Nicht-Erwerbstätige mit Pkw und geringem Einkommen, die auf dem Land leben (Stark et al. 2023, S. 39).<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Stark et al. werten die EVS 2018 und die MiD 2017 auf Haushaltsebene aus. Zur Methodik siehe ebd., S. 11-21 und S. 28.

### **1.1.3 In Berlin und Hamburg wachsen die verkehrlichen Kennzahlen stärker als im Bundesdurchschnitt**

Auch die Bevölkerung Berlins und Hamburgs realisiert mehr Verkehr als zur Jahrtausendwende, und das sogar mit größerer relativer Zunahme als im Bundesdurchschnitt, wie die Balken in Abbildung 2 verdeutlichen. Die beiden Metropolen und ihre Verkehrsverbünde stehen im Mittelpunkt dieser Arbeit und werden hinsichtlich ihrer Kennzahlen gesondert betrachtet: Ihre mittlere Verkehrsleistung in täglich zurückgelegten Personenkilometern (Pkm) ist um 21 Prozent angestiegen, ihre mittlere Unterwegszeit um 13 Prozent (MiD-Zeitreihe, eigene Auswertung).

Auch in den zwei größten Städten hat die Reisegeschwindigkeit somit zugenommen, und auch dies stärker als im Bundesdurchschnitt. Ebenfalls betrifft dies insbesondere Personen in Haushalten mit geringem Einkommen. Am stärksten ist der Verkehrszuwachs für Menschen der Statusgruppe *sehr niedrig* in Berlin zu beobachten, wo die Tagesstrecke von 2002 bis 2017 um 99 Prozent wuchs. Wie das Ausgangsniveau von 17 Pkm verdeutlicht, handelt es sich allerdings auch dort um eine Zunahme auf niedrigem Niveau, verglichen mit den anderen Gruppen.

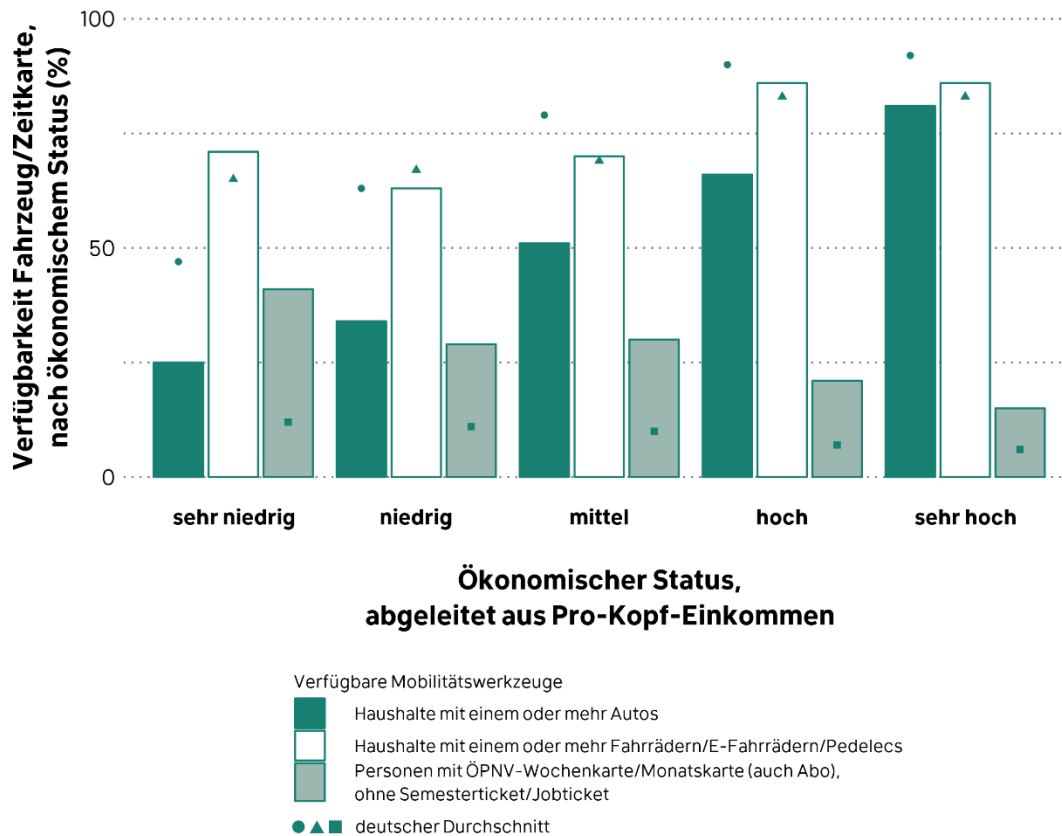
Die jüngsten Befragungsdaten aus dem Jahr 2023 legen derweil nahe, dass sowohl die kumulierte Wegezähl als auch die kumulierte Tagesstrecke seit 2017 in Berlin und Hamburg stark zurückgegangen sind. Bundesweit ist die Verkehrsleistung in Pkm/Tag um knapp sieben Prozent gesunken, wobei der Rückgang in Metropolen mit 17 Prozent mehr als doppelt so groß ist (infas et al. 2025a, S. 11). Diese Kennzahlen basieren allerdings auf dem Kurzbericht der MiD, sie beschreiben alle deutschen Metropolen und sind nicht nach ökonomischem Status unterteilt. Die 2023er-Kennzahlen sind daher nicht in den Abbildungen abgetragen, sondern dienen der allgemeinen Einordnung, da fein aufgelöste Zeitreihendaten noch nicht verfügbar sind.

### **1.1.4 Niedriges Einkommen, geringer Pkw-Besitz, viele ÖPNV-Karten**

Ein Zusammenhang mit dem Einkommen eröffnet sich auch in Bezug auf die Mobilitätsoptionen, die zur Verfügung stehen: Wie Abbildung 3 zeigt, verfügen nur ein Viertel aller Haushalte mit ökonomischem Status *sehr niedrig* über einen Pkw, während unter den Haushalten mit Status *sehr hoch* vier Fünftel einen oder mehrere Pkw im Haushalt haben. Der Anteil der Haushalte mit verfügbarem Fahrrad oder Pedelec steigt ebenso mit dem Einkommen an, aber der Unterschied zwischen Arm und Wohlhabend ist hier weit schwächer ausgeprägt als beim Pkw-Besitz.

Im Gegensatz dazu besitzen 43 Prozent der Personen mit *sehr niedrigem* Status eine Zeitkarte oder Wochenkarte für den ÖPNV. Dieser Anteil schrumpft mit steigendem Einkommen: Je mehr Einkommen zur Verfügung steht, desto seltener ist der ÖPNV ein Teil des Alltags. Das gleiche Muster zeigt sich in der Verkehrsmittelwahl, die sich mit steigendem Einkommen vom ÖPNV zum MIV verlagert. Diese Beobachtungen lassen sich für Deutschland generalisieren, wobei die Ausstattung mit Zeitkarten in Berlin und Hamburg auf einem deutlich höheren Niveau liegt als im bundesweiten Durchschnitt. Im Gegensatz dazu fällt die Verfügbarkeit von Kraftfahrzeugen bedeutend kleiner aus (Abbildung 3, Punktsymbole; siehe auch infas et al. 2018b, 33–39, 2019d, 15–23, 2025b, S. 7–8).

**Abbildung 3: Ausstattung mit Verkehrsmitteln nach ökonomischem Status, in Berlin und Hamburg.**



**Quelle:** Eigene Berechnung auf Grundlage des MiD 2017-Datensatzes.

$n_{\text{Berlin\&Hamburg}}$  = 11 230 Haushalte (Pkw), 15 481 Personen (Fahrrad & ÖPNV),

$n_{\text{bundesweit}}$  = 156 405 Haushalte (Pkw), 231 524 Personen (Fahrrad & ÖPNV), gewichtete Stichproben.

Anteilig organisieren immer mehr Haushalte ihren Alltag ohne einen eigenen Pkw, wobei es sich dabei um ein überwiegend städtisches Phänomen handelt (infas et al. 2018b, S. 35; auch Follmer und Ruppenthal 2025a, S. 18 für Hamburg und den HVV). Über den Zeitraum 2002 bis 2017 ist in Berlin und Hamburg die Quote autofreier Haushalte um elf Prozent gestiegen.<sup>3</sup> Dabei ist die stärkste Steigerung von 36 Prozent im ökonomischen Status *hoch* zu verzeichnen. Hier ist von einer frei gewählten Entscheidung auszugehen, zumindest in verdichteten Quartieren stehen dazu zahlreiche Optionen bereit (Czarnetzki und Siek 2021). In der Statusklasse *sehr niedrig* ist

<sup>3</sup> Gleichzeitig haben beide Städte einen starken Zuzug erlebt, der zu einer Steigerung gemeldeter Pkw führte (Statista 2021a, 2021b). In Hamburg wächst die Pkw-Zahl zwar erstmals langsamer als die Bevölkerung (zwei Prozent bzw. fünf Prozent im Zeitraum 2017 bis 2023), was der Verkehrssenator als wünschenswerte „Entkopplung“ deutet (Tjarks 2025). Somit sinkt die Pkw-Quote, wobei der absolute Fahrzeugbestand in kleinem Umfang weiter steigt. Dieser Aspekt ist wichtig zur Einordnung, wird in dieser Arbeit aber nicht weiter vertieft.

der autofreie Anteil um drei Prozent gestiegen. Auch die untere Einkommensklasse hat also an Pkw-Besitz eingebüßt bzw. sich gegen einen eigenen Pkw entschieden, dies allerdings in einem deutlich geringerem Ausmaß und von einem niedrigeren Niveau aus. Daten der MiD 2023 zum Pkw-Verzicht zeigen, dass die finanziellen Kosten dabei eine wesentliche Rolle spielen: Im niedrigsten ökonomischen Status geben mehr als die Hälfte der autofreien Haushalte an, dass sie sich keinen Pkw leisten können, während diese Begründung mit steigendem Einkommen deutlich abnimmt. Demgegenüber wächst der Stellenwert des „bewusste[n] Verzicht[s]“ mit dem Einkommen; in der höchsten Gruppe geben mehr als vier Fünftel diesen als Motiv dafür an, ohne Auto zu leben (Follmer und Ruppenthal 2025a, S. 18; Angaben für das gesamte HVV-Gebiet, Mehrfachnennung möglich, Umfang der Stichprobe nicht genannt). Der Besitz von Elektroautos unterscheidet sich ebenfalls deutlich nach Einkommen. Im sehr hohen ökonomischen Status ist die Verbreitung achtmal so hoch wie im sehr niedrigen Status (ebd., S. 39, ebenfalls HVV-weit).

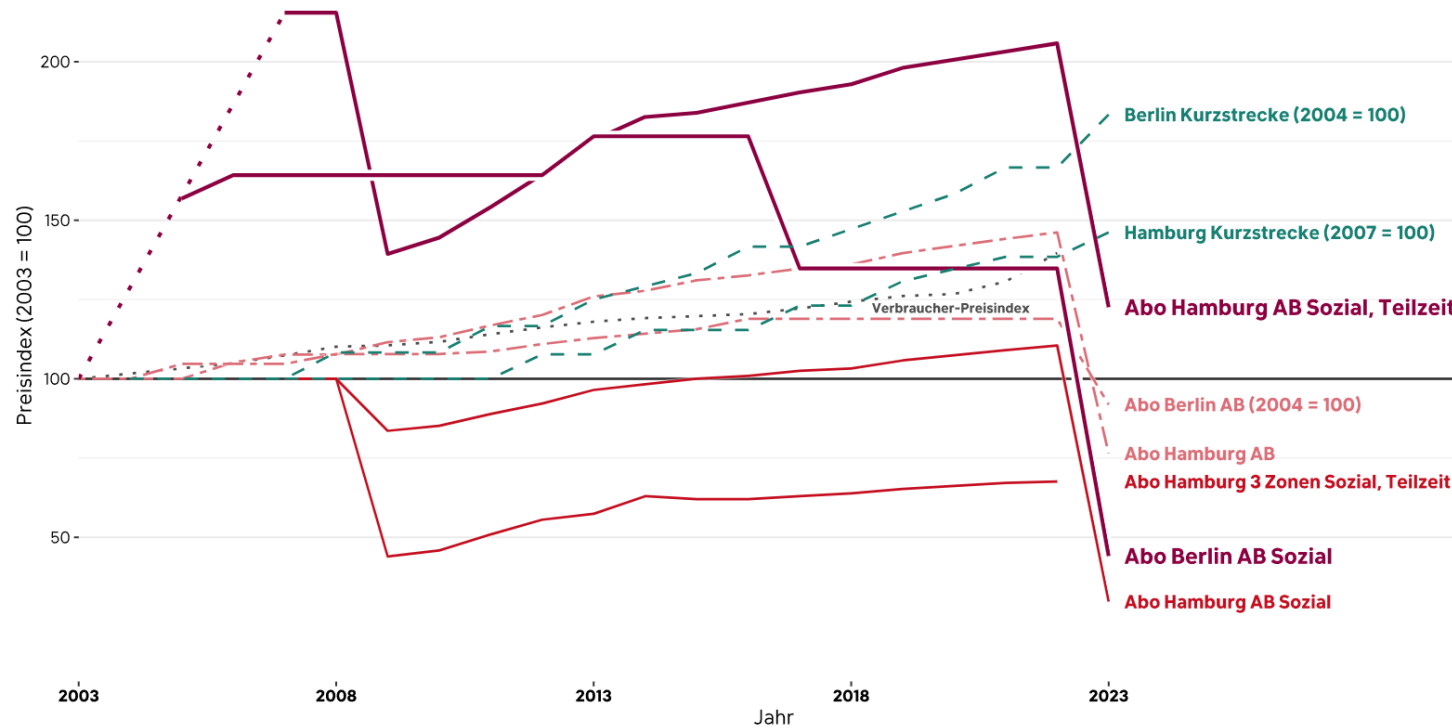
### **1.1.5 Der ÖPNV wurde stetig teurer – dann kam das Deutschlandticket**

Das Preisniveau für den MIV blieb in der Zeit von 2002 und 2019 ungefähr stabil, während die Personenbeförderung deutlich über Inflation teurer wurde, insbesondere im Schienenverkehr (infas et al. 2019a, S. 23). Bei den Einzelkarten im HVV und VBB ist die Teuerung ebenfalls größer als die Inflation. Abbildung 4 zeigt stellvertretend zwei Kurzstreckenpreise, wobei sich nahezu alle relevanten Fahrkarten im Bartarif verteuerten.

Für die Sozialtickets in Hamburg und Berlin ist die Preisentwicklung differenziert zu betrachten. Gemeinsam ist ihnen, dass sie 2003 aufgrund der öffentlichen Haushaltslage abgeschafft wurden und wenig später zu einem deutlich höheren Preis wieder eingeführt wurden. In Berlin kostete das Sozialticket für das Tarifgebiet AB monatlich 20,40 EUR, bevor der Senat (SPD/PDS) seinen jährlichen Zuschuss von 17,4 Millionen EUR strich. Nach zähen Verhandlungen wurde im Januar 2005 wieder ein Sozialticket zu 32 EUR/Monat eingeführt. Nach zwei weiteren Preisanhebungen löste die neue Rot-Rot-Grüne Koalition 2017 ihr Wahlversprechen ein und senkte den Preis auf 27,50 EUR/Monat. Dieser blieb stabil, bis er zum Jahresbeginn 2023 auf 9 EUR/Monat gesenkt wurde, um zum April 2025 wieder auf 19 EUR/Monat angehoben zu werden (Senatskanzlei Berlin 10.10.2023; SenASGIVA 2025; Abgeordnetenhaus Berlin 30.03.2004). Das Ticket gilt weiterhin für Berlin AB und es handelt sich somit nicht um ein rabattiertes Deutschlandticket, wobei sich die politische Dynamik für die Preissenkung 2023 erst aus dem Deutschlandticket ergab.

In Hamburg wurde das Sozialticket erst 2007 wieder eingeführt. Gemessen am Preis 2003 war es mit 33,40 EUR/Monat auch kaufkraftbereinigt doppelt so teuer wie vorher (15,50 EUR/Monat). Gleichzeitig wurde ein pauschaler Sozialrabatt eingeführt, der bis heute für jedes Abo gilt. Somit konnten Berechtigte auch deutlich günstigere Abos erwerben. Ein Teilzeit-Abo 2 Zonen war somit für 21,60 EUR/Monat erhältlich und kostete nach Anhebung des Sozialrabatts zeitweise unter 10 EUR/Monat. Dies eröffnete eine große Auswahl, gleichwohl waren Betroffene immer damit konfrontiert, ihren Alltag den Sperrzeiten und/oder den Zonengrenzen unterzuordnen. Auch das hamburgische Sozialticket erlebte einen Preiserutsch, als es im Mai 2023 durch das bezuschusste Deutschlandticket ersetzt wurde. Mit dem derzeitigen Monatspreis von 22,50 EUR ist es kaufkraftbereinigt günstiger als der 2003 abgeschaffte Vorläufer und gilt bundesweit ohne Sperrzeit. Für eine vertiefende Diskussion des hamburgischen Sozialtickets siehe Aberle (2026), für eine Erörterung des Deutschlandtickets siehe Abschnitt 5.4 dieser Arbeit.

**Abbildung 4: Preisentwicklung ausgewählter Tarife des HVV und VBB im Vergleich zur Inflation von 2003 bis 2023.**



**Quelle:** Eigene Darstellung nach Daten des HVV, VBB, der Hamburgischen Bürgerschaft, civity Management Consultants und des Statistischen Bundesamts.

Fett und lilafarben hervorgehoben sind die Tarife, die im Text oben beschrieben werden. Für Hamburg ist das Teilzeit-Sozialticket AB hervorgehoben, da es vor dem Deutschlandticket das wichtigste Abo-Produkt für Menschen in Armut war.

Berlin und Hamburg schafften ihre Sozialtickets 2003 ab. Mit der Wiedereinführung 2005 (Berlin) bzw. 2007 (Hamburg) stieg das Preisniveau deutlich an, wie der gestrichelte Anstieg der beiden dicken Graphen zeigt. In Hamburg wurde das Zuschussmodell damals neu strukturiert. Für eine vertiefte Diskussion siehe Aberle (2026).

Weitere markante Daten: 2009: starke Erhöhung des Sozialrabatts führte zu Preisrückgang bei den hamburgischen Abos. / 2017: Preissenkung des Sozialtickets in Berlin auf 27,50 EUR. / 2023: Einführung des Deutschlandtickets sorgt für einen deutlichen Preisrückgang bei allen Abos. Zuschüsse sind bei den Sozialtickets einkalkuliert (siehe auch die bundesweite Betrachtung in Abbildung 59). Die Graphen sind interpoliert und dienen der Anschaulichkeit.

Für diejenigen, die sich vorwiegend im Öffentlichen Verkehr bewegen – was ein Merkmal von Personen mit niedrigem ökonomischen Status ist (infas et al. 2019d, S. 18; Schwerdtfeger 2019, S. 104) –, waren die alltäglichen Kosten also bis 2023 im besten Fall preisstabil (etwa beim Berliner Sozialticket) oder sogar günstiger (HVV 3 Zonen Teilzeit Sozial). Im schlechtesten Fall stiegen sie deutlich über Inflation an (Hamburg AB Teilzeit Sozial und diverse Bartarife).

Der empirische Teil dieser Arbeit widmet sich den Preisen im Fahrplanjahr 2018/19, damals sah der „Hartz IV“-Regelbedarf eine Pauschale von 40,01 EUR monatlich für den Bereich Verkehr vor. Die tatsächlichen Ausgaben der ärmsten 15 Prozent der Bundesbevölkerung, auf die sich der Regelbedarf beruft, lagen allerdings mit durchschnittlich 76,81 EUR knapp doppelt so hoch (Rudzio 2020). Etwa zehn Prozent der Armutsgefährdeten in Deutschland konnten sich nicht leisten, den ÖPNV regelmäßig zu nutzen. Dies war der vierthöchste Anteil innerhalb der EU-27,<sup>4</sup> auch fiel der Anteil gegenüber anderen nordwesteuropäischen Ländern vergleichsweise groß aus (Baptista und Marlier 2020, S. 75–76; Datenstand 2014).

### **1.1.6 Je niedriger das Einkommen, desto wichtiger die Liquidität**

Allgemein wenden Haushalte mit geringem Einkommen einen größeren Anteil ihres Budgets für den Verkehr auf (Stark et al. 2023, S. 35–39). Für Einkommensarme spielt es somit eine besondere Rolle, in welchem Turnus solche Kosten anfallen und wie flexibel sie steuerbar sind. Bei regelmäßiger Nutzung senkt ein Abo die Kosten pro Fahrt erheblich, was sich der Fahrgast durch eine Bindung an den Verbund erkaufte, denn in der Regel wird monatlich ein Betrag vom Konto abgebucht. Ein Sozialticket für Hamburg AB beispielsweise kostete im Bezugsjahr 2018/19 als Vollzeitaabo 67,70 EUR, war allerdings für kleinere Gebiete deutlich günstiger erhältlich (HVV 2019a, S. 35, inklusive Sozialrabatt). Je nach Gültigkeitsbereich und -zeitraum kostete ein Abo 20 bis 70 EUR/Monat. Gemessen an einem „Hartz IV“-Regelbedarf von 424 EUR für eine alleinstehende Person (Walwei 2019) band ein Abo also 5 bis 17 Prozent des verfügbaren Einkommens. Die Abwägung, günstig mobil zu sein oder finanziell flexibel zu bleiben, fiel für Einkommensarme somit schwer ins Gewicht (vgl. Aberle 2026).

Gemäß einer Auswertung der MiD-Daten für 2017 lösten viele Einkommensarme in Berlin und Hamburg diese Abwägung, indem sie sich Wochen- oder Monatskarten kauften. Diese sind nicht im Abo käuflich und zählen auch nicht zum Bartarif im Sinne dieser Arbeit (Abschnitt 1.4.6). Wie Tabelle 1 darstellt, erwarben 28 Prozent der Personen mit sehr niedrigem ökonomischen Status ein Ticket dieser Art, das sind gut dreimal mehr als der Durchschnitt der beiden Metropolen. Gemessen am Bundesdurchschnitt war der Anteil der Wochen- und Monatskarten an den Fahrkarten bei den Einkommensärmsten sogar neunmal so groß.

---

<sup>4</sup> Ausgewiesen ist die EU-27. Eigentlich passt diese Referenz nicht zum Bezugsjahr, denn 2014 hatte die EU 28 Mitgliedsstaaten. Der Bericht erschien kurz nach dem Austritt des Vereinigten Königreichs im Februar 2020, sodass anzunehmen ist, dass das UK deshalb nicht mehr in die Statistik einfluss.

**Tabelle 1: Häufig genutzte Fahrkarten in Berlin und Hamburg (Prozent).**

Ökonomischer Status des Haushalts	Bartarif	Mehrfach-/ Streifenkarte	Wochen-/ Monatskarte	Monats-/ Jahreskarte im Abo	Jobticket, Semesterticket et etc.	Anderes/ Nutze nie den ÖPNV	n (gewichtet)
<b>sehr niedrig</b>	31	4	28	22	6	9	1 345
<b>niedrig</b>	34	10	6	31	11	9	2 004
<b>mittel</b>	35	9	6	31	10	8	7 427
<b>hoch</b>	37	13	5	28	11	6	3 686
<b>sehr hoch</b>	49	13	4	20	10	4	994
<i>Ø Berlin&amp;Hamburg</i>	36	10	8	29	10	8	15 455
<i>Ø bundesweit</i>	43	9	3	9	6	30	230 921

**Quelle:** Eigene Auswertung des Personen-Datensatzes der MiD 2017. Gefragt wurde: „Welche Fahrkartenart nutzen Sie am häufigsten beim Fahren mit Bus und Bahn in Ihrer Region?“ (infas et al. 2018a, S. 57).

n = 15 455 (Berlin&Hamburg) bzw. 230 921 (bundesweit), gewichtete Stichprobe. Die Zeilen summieren jeweils zu 100 Prozent auf, Abweichungen sind rundungsbedingt.

Über alle Einkommensgruppen hinweg entfiel die größte Nutzung allerdings auf den Bartarif. Dieser ist mitnichten nur für Einkommensarme relevant: Die anteilig häufigste Nutzung von Einzel- und Tageskarten wiesen die Personen mit sehr hohem ökonomischem Status auf. Von ihnen gaben 49 Prozent an, im ÖPNV meist den Bartarif zu lösen. Ihr geringerer Modal Share des ÖPNV und ihr deutlich besserer Zugang zu anderen Mobilitätswerkzeugen (s.o.) deutet allerdings darauf hin, dass viele von ihnen Gelegenheitsfahrgäste sind, die üblicherweise mit dem Auto oder Fahrrad fahren und im ÖPNV den Bartarif nutzen: Nur etwa jeder siebte Weg der statushöchsten Gruppe entfiel auf den Nahverkehr, während in der statusniedrigsten Gruppe 44 Prozent der Wege mit dem ÖPNV zurückgelegt wurden. Die Gelegenheitsnutzung der Einkommensstarken weicht deutlich von der Motivation ab, die Befragte im Forschungsprojekt *MobileInclusion* schildern, aus dem diese Dissertationsschrift hervorgeht. Die dort befragten Einkommensarmen wählen die Einzelfahrt im Alltag, weil sie am Monatsende noch Geld für andere Bedürfnisse benötigen (vgl. Zitate in Abschnitt 2.1.9).

Wohlhabende lösen den ÖPNV-Bartarif also hin und wieder, wenn sie nicht das Auto nutzen. Einkommensarme dagegen lösen einzelne Fahrscheine, weil sie sich nicht finanziell binden können. In eine ähnliche Richtung weist ein Befund aus New York/USA. Wie Abrechnungsdaten der Verkehrsbetriebe ergeben, bevorzugt die arme Bevölkerung kostengünstige Einzel- und Wochentickets, während die Mehrheit der monatlichen Abos von nicht-armen Fahrgästen gelöst wird. Gemessen am Preis pro Fahrt ist der ÖPNV für Arme somit deutlich teurer als für die (tendenziell nicht-armen) Abo-Fahrgäste. Darüber hinaus lösen an „armen“ Haltestellen<sup>5</sup> anteilig deutlich mehr Personen den Bartarif oder eine Wochenkarte, während an den „nicht-armen“ Haltestellen die Abos häufiger genutzt werden als an armen (Hickey et al. 2010; Datenstand ist 2008). Wenngleich dieses enorme Gefälle entlang des Einkommens sich nicht in den Daten für Berlin und Hamburg widerspiegelt, deuten auch die MiD-Ergebnisse auf die Relevanz des Bartarifs für großstädtische Armutsbetroffene (Tabelle 1). Für sie dürfte es auch eine besondere Herausforderung darstellen, dass der Barverkauf in den Bussen abgeschafft wird, was in anderen EU-Ländern längst vollzogen ist. In Hamburg kann seit 2024 im Bus nicht mehr bar gezahlt werden, im Umland ist es gebietsweise noch möglich (Kissel 2024; NDR 2024).

Wie die MobiHam-Erhebung für Hamburg aufzeigt, erfreute sich der Bartarif selbst zu Zeiten des 9-Euro-Tickets einer großen Beliebtheit. Obwohl die absolute Mehrheit der Befragten ein 9-Euro-Ticket kaufte (bzw. ihr Abo vorübergehend auf 9 EUR/Monat rabattiert wurde), stieg der Anteil der Einzel- und Mehrfahrtenkarten gegenüber der vorigen Erhebung um acht Prozent an, während der Anteil der Abos um neun Prozent sank. Verglichen wurden 2017 und 2022, die Veränderung zeigt sich über alle ökonomischen Gruppen hinweg (Henninger et al. 2024, S. 21). Auch die MiD-Ergebnisse 2023 für den HVV deuten darauf hin, dass der Bartarif neben dem Deutschlandticket weiter nachgefragt wird: Verbundweit lösen 44 Prozent der Befragten im ÖPNV weiterhin Einzel- oder Tageskarten (Follmer und Ruppenthal 2025a, S. 40), in Hamburg sind es immerhin noch 40 Prozent (Follmer und Ruppenthal 2025b, S. 42). Allerdings sind diese Anteile nicht fahrten- oder streckengewichtet.

---

<sup>5</sup> Die Definition erfolgt in diesem Fall anhand der Soziodemografie im Umfeld der Einstiegs-Haltestelle: Eine Hst gilt als „arm“, wenn das Durchschnittseinkommen höchstens der Armutsschwelle entspricht. Das betraf zum Zeitpunkt der Datenerhebung 2008 einen Anteil von 54 Prozent der Haltestellen des New York City Transit; (Hickey et al. 2010, S. 81).

### **1.1.7 Fahren ohne (gültigen) Fahrschein als riskanter Umgang mit Mobilitätsarmut**

Während es von Betroffenen in Interviews kaum thematisiert wird (Daubitz et al. 2023, S. 173, 203), ist das Fahren ohne (gültigen) Fahrschein unter Menschen in Einkommensarmut vermutlich stärker verbreitet als unter Nicht-Einkommensarmen. Flächendeckende Daten liegen nicht vor, aber vereinzelte Erhebungen in Deutschland deuten darauf hin, dass arme bzw. arbeitslose Menschen häufiger ohne Fahrschein fahren, wobei viele sich dessen schämen und es als letzten Ausweg aus der empfundenen Mobilitätsarmut beschreiben (Schwerdtfeger 2019, S. 28–29, 109–113). Auch eine Auswertung von Prüfstatistiken im Großraum Santiago de Chile kommt zum Ergebnis, dass sich Fahrgäste in Kommunen mit niedrigem Durchschnittseinkommen häufiger die Beförderung erschleichen als in ökonomisch bessergestellten Gemeinden; auch hier beschreiben die Forschenden die Straftat als Ausweg aus einer Armutslage (Guarda et al. 2016). Wird ein Fahrgast in Deutschland mehrfach ohne (gültigen) Fahrschein aufgegriffen, kann dies in einer Spirale der Ausgrenzung münden. Viele Verkehrsunternehmen stellen automatisiert Strafanzeige, was zusätzlich zum erhöhten Beförderungsentgelt von 60 Euro pro Vorfall eine Geldstrafe nach sich zieht. Kann diese vom Fahrgast nicht aufgebracht werden, führt der Weg über die Strafjustiz regelmäßig in die Ersatzfreiheitsstrafe. Einige Tausend Menschen befinden sich somit wegen eines Armutsdelikts in Haft (Deleja-Hotko 2021). Nach Aussage des Direktors der Justizvollzugsanstalt Berlin-Plötzensee korrespondiert dies weder mit der Tragweite des Delikts noch dient es der Resozialisierung der Betroffenen: „Man benutzt uns als verlängertes Inkassobüro der Verkehrsbetriebe“ (Steinke 2022, S. 104; zur Dynamik der Ersatzfreiheitsstrafen für Menschen in Armut ebd. S. 91-112). Jeder Hafttag kostet den Staat etwa 150 EUR (ebd., S. 105) und nach Ansicht der Berliner Generalstaatsanwältin „schaff[t] man [mit dieser] Strafverfolgung eher Probleme als dass man sie lös[t]“ (ebd., S. 241). Die Bundesregierung hält dennoch daran fest, um die abschreckende Wirkung der Geldstrafe zu wahren (ebd., S. 104-108). Für viele Menschen in Armut stellt die Sanktion allerdings ein existenzielles Risiko dar. Die Angst, beim (unabsichtlichen) Fahren ohne Fahrschein aufgegriffen zu werden, schreckt einige sogar von der ÖPNV-Nutzung ab (Schwerdtfeger 2019, S. 109–113).

### **1.1.8 Umweltgerechtigkeit: Nutzen und Auswirkungen des Verkehrs sind strukturell ungleich verteilt**

Neben der anteilig höheren finanziellen Belastung sind marginalisierte Gruppen häufiger den negativen Folgen des Verkehrs ausgesetzt. Wie Becker (2016) für die Stadt Berlin feststellt, sind Straßenabschnitte mit hoher „Hartz IV“-Quote fast doppelt so häufig von Straßenlärm betroffen wie Abschnitte mit niedriger Quote. Abschnitte mit hoher Migrationsquote sind über drei Mal so stark belastet wie solche mit niedriger Migrationsquote.

Menschen in Armut(-srisiko) induzieren also substanzuell weniger Verkehr, tragen aber überdurchschnittlich häufig die negativen Konsequenzen des Verkehrsverhaltens anderer. Rammler und Schwedes (2018, S. 10) beschreiben diesen Zusammenhang als „doppelte Gerechtigkeitslücke unserer Verkehrssysteme“. Das Bewusstsein für diese strukturelle Ungerechtigkeit fand seinen Ursprung in der US-amerikanischen Bürgerrechtsbewegung, die seit den 1980er-Jahren eine *Environmental Justice* einfordert. Sie problematisiert die Verteilung schädlicher Umwelteinflüsse etwa durch Industrieanlagen oder Verkehrsinfrastruktur, unter denen Minderheiten besonders leiden, und fordert eine gerechte Verteilung der Risiken. Im deutschsprachigen Raum hat sich der Begriff *Umweltgerechtigkeit* durchgesetzt, der seit der Jahrtausendwende vermehrt Eingang in die Stadt- und Verkehrsforschung fand (Becker 2016, S. 7–10). Für diese Arbeit ist die Umweltgerechtigkeit ein Nebenaspekt, doch ist der Kern ihrer Analyse – Nutzen und Auswirkungen des Verkehrs sind strukturell ungleich verteilt – eng mit der Debatte um die Verteilung von Mobilitätschancen verschränkt. Diese Verschränkung findet Beachtung im wissenschaftlichen Diskurs, in dem Umwelt- und Sozialthemen zunehmend integriert gefasst werden (Becker 2016; Stark 2017; Gather und Hille 2021). Willberg et al. (2024) schlagen vor, Umwelt- und Sozialaspekte des Verkehrs gemeinsam unter dem Schlüsselkonzept der Erreichbarkeit zu fassen, das auch für diese Arbeit zentral ist (Kapitel 2). Über die Wissenschaft hinaus ist zu beobachten, dass auch Verbände und NGOs Umwelt- und Sozialthemen zunehmend integriert diskutieren, wenn es um die zukünftige Verkehrsentwicklung geht. (bspw. García und Rubin 2004, 221; Piétron et al. 2021; Klaas und Kaas Elias 2020; Der Paritätische und BUND 2021; Stark et al. 2023).

### **1.1.9 Postfossile Mobilität bedeutet weniger Verkehr – bedeutet Verteilungspolitik**

Zusätzlich zu den sozialen Herausforderungen ergeben sich Anforderungen aus dem Klimaschutz: Die integrierte Verkehrspolitik stellt nicht mehr die Anpassung an wachsende Verkehrsmengen in den Mittelpunkt, sondern ordnet sich Klima- und Umweltzielen unter (Schwedes 2019). In der Konsequenz bedeutet dies, dass die in Abschnitt 1.1.1 genannten Treiber der MIV-orientierten Verkehrs- und Raumentwicklung – niedrige Energiepreise, Straßenbau, steuerliche Subvention – nicht haltbar sind. Sie sind nicht mit den völkerrechtlich verbindlichen Klimazielen vereinbar und können, so die Annahme dieser Arbeit, keinen Bestand haben. Um die Dekarbonisierung zu erreichen, zu der sich die Bundesregierung 2015 mit dem Pariser Abkommen verpflichtete, sind Lenkungsmaßnahmen unumgänglich (vgl. auch Kutter 2019, Kapitel 1.3; Stark et al. 2023). Der Begriff der Dekarbonisierung beschreibt den Ausstieg aus fossilen Brennstoffen zugunsten erneuerbarer Energieträger (BMU 2019, S. 50).

Einen nennenswerten prozesspolitischen Schritt dazu hat der Bundestag 2019 mit dem *Klimapaket* unternommen, indem er mit dem Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) einen ansteigenden CO<sub>2</sub>-Preis auf 65 EUR pro Tonne bis 2026 beschloss (BEHG, vom 03.11.2020, §10(2)). Nach Schätzung eines Automobilverbands entspräche das 15-17 Cent pro Liter Kraftstoff (Meyer 2021). Wie Holz-Rau et al. (2019) darlegen, wird die Teuerung jedoch inflationsbereinigt nur um weniger als 3 Cent pro Liter steigen, was im starken Kontrast zur „eingebildeten Mehrbelastung“ steht, die die Bundesregierung kommunizierte (S. 2). Auch hat das Parlament zeitgleich zum BEHG beschlossen, die Entfernungspauschale zu erhöhen, um Pendler\*innen nicht stärker zu belasten – was Holz-Rau et al. ebenfalls scharf kritisieren, da es die ohnehin geringfügige Lenkungswirkung überkompensiert und insbesondere Steuerpflichtige mit hohem Einkommen und hohen MIV-Pendeldistanzen begünstigt (ebd., S. 4; vgl. auch Stark et al. 2023). Allerdings ist es klimapolitisch alternativlos, fossile Energiepreise steigen zu lassen, um zu einer Dekarbonisierung beizutragen. Ein starker volkswirtschaftlicher Anreiz ergibt sich dabei aus der Motivation, Strafzahlungen an andere EU-Mitgliedsstaaten zu vermeiden. Ein Energiewende-Thinktank beziffert diese Verbindlichkeiten auf drei bis sechs Milliarden EUR pro Jahr, was bis zu einem Fünftel des kompletten Jahresbudgets des Bundesverkehrsministeriums entspricht (Agora Energiewende 13.05.2019, noch vor der Verabschiedung des *Klimapakets*; BMF 2021) Auch die Einschätzung des Bundesverfassungsgerichts – das *Klimapaket* ist teilweise verfassungswidrig und muss durch die Regierung nachgeschärft werden (BVerfG 2021, insb. Randnummern 183, 194, 268) – lässt einen Preisanstieg erwarten.

Die Bundesregierung aus CDU/CSU und SPD bekennt sich im Koalitionsvertrag zum BEHG und zum Europäischen Emissionshandel, also implizit zu einem steigenden CO<sub>2</sub>-Preis. Wollte die Vorgänger-Koalition (SPD, FDP, GRÜNE) noch Strafzahlungen an die EU „mit aller Kraft vermeiden“ (SPD et al. 2021, S. 55), ist die neue Linie in dieser Frage unklar. Allerdings betont auch die neue Koalition den sozialen Ausgleich zum steigenden CO<sub>2</sub>-Preis. So kündigt sie an, die Einnahmen an die Bevölkerung zu erstatten, bleibt im Weiteren aber unkonkret. Im Koalitionsvertrag beruft sie sich auf den Europäischen Klima-Sozialfonds, verweist darüber hinaus lediglich auf „unbürokratische und sozial gestaffelte Entlastungen und Förderungen [...] bei der Mobilität“ (CDU et al. 2025, S. 29). Naheliegender erscheint an dieser Stelle ein „Klimageld“, das auch von der Vorgängerregierung explizit benannt wurde (SPD et al. 2021, S. 63). Unter diesem Schlagwort wird eine pauschale Umverteilung der Einnahmen aus der Energiesteuer diskutiert, die besonders energiesparsame Haushalte begünstigen kann. Auch eine DLR-Studie empfiehlt ein solches Klimageld als Maßnahme, um Mobilitätsarmut zu bekämpfen. Die Studie rät darüber hinaus dazu, die Entfernungspauschale durch ein „Mobilitätsgeld“ zu ersetzen, das vom Bruttoeinkommen unabhängig wäre. Damit, so die Idee, würde die steuerliche Regelung nicht wie bisher Personen bevorzugen, die abhängig angestellt sind und weite Strecken zum Arbeitsort pendeln (Stark et al. 2023, S. 60–63).

Unabhängig von den Einzelheiten dieser Ausgleichsmechanismen gilt: Die Dekarbonisierung impliziert, dass die finanziellen Verkehrsausgaben durch Privathaushalte steigen und dass in der Folge die motorisierte Verkehrsleistung zurückgeht. Erwartungsgemäß wird diese Belastung ungleich verteilt sein und erwartungsgemäß wird es als staatliche Aufgabe gelten, diese Last zu verteilen. Wie der Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung feststellt, „[sind] Verteilungseffekte unvermeidlich“ (Preuss et al. 2019, S. 1).

### **1.1.10 Mobilitätschancen für Einkommensarme bei weniger Verkehr sichern**

Im Lichte einer klimapolitisch gebotenen Verteuerung von Verkehr gilt es also, eine Zunahme der Kosten und/oder eine Abnahme der Personenverkehrsleistung zu verteilen. Diese Verteilung ist so zu gestalten, dass die Grundbedürfnisse aller befriedigt werden und insbesondere Einkommensarme, die ohnehin bereits anteilig höhere Mobilitätskosten haben, nicht stärker belastet oder in ihrer Mobilität beschnitten werden (vgl. auch Mattioli 2016; Aberle et al. 2023). In Anlehnung an das in den Umweltwissenschaften weithin etablierte Konzept der „Planetary Boundaries“ (Rockström et al. 2009; Steffen et al. 2015) beschreiben Willberg et al. (2024, S. 152) dies als Herausforderung, „Erreichbarkeit zu fördern, ohne planetare Grenzen zu überschreiten“. Ziel kann es indes nicht sein, die verkehrlichen Kennzahlen der Einkommensarmen auf das Niveau der Durchschnittsbevölkerung zu heben. Erstens ist eine hohe Verkehrsleistung nicht mit persönlichem Wohlstand und Wohlbefinden gleichzusetzen, sondern kann auch das Ergebnis unerwünschter Zwänge sein (Pereira et al. 2016) – weshalb die oben angeführte Steigerung der Verkehrsleistung durchaus mit Bedacht zu interpretieren ist. Zweitens geben die verbindlichen Pariser Klimaziele eine solche Steigerung schlicht nicht her. In einer reinen Verteilungsdebatte wäre es durchaus plausibel, Einkommensarme zu Mehrverkehr anzureizen, doch widerspräche dies diametral dem Ziel, Emissionen zu senken. Gemessen an ihrer Verkehrsleistung und ihrem CO<sub>2</sub>-Durchsatz verhalten sich Personen mit einem niedrigen Einkommen schließlich vorbildlich: Sie induzieren die geringste Umweltwirkung (Infas et al. 2019d, S. 23), wengleich eine starke Steigerung ihrer Verkehrsleistung auf niedrigem Niveau zu verzeichnen ist (siehe oben). Als strategische Zielvorgabe leitet sich daraus ab, die gesamte Verkehrsleistung zu senken, ohne dabei Einkommensarme durch weitere Preissteigerung auszugrenzen.

Ergänzt um den Verteilungsaspekt, dreht sich der von Topp formulierte Zielkonflikt der Verkehrsentwicklungsplanung also darum, *bei abnehmendem Verkehr die Mobilitätschancen einkommensarmer Menschen zu sichern*.

### **1.1.11 Handlungsfelder, um Mobilitätschancen zu sichern**

Unterscheiden lassen sich verschiedene Ansätze, um die Mobilitätschancen Einkommensarmer zu sichern. Der FGSV-Arbeitskreis zu sozialer Exklusion unterscheidet zwischen monetären und planerischen Strategien (FGSV 2015). Eine kürzlich erschienene DLR-Studie im Auftrag des Thinktanks Agora Verkehrswende nennt drei Handlungsfelder: erstens, die *Abhängigkeit vom Auto* zu verringern, indem beispielsweise das ÖPNV-Angebot ausgebaut wird und Rad- und Fußverkehr gefördert werden. Im zweiten Handlungsfeld soll das *Haushaltsbudget der Betroffenen* entlastet werden, etwa mittels gezielter Entlastungszahlungen oder rabattierter Verkehrsangebote. Das dritte Handlungsfeld soll Betroffene in ihrer *räumlich-zeitlichen Flexibilität* stärken, indem beispielsweise Kinderbetreuung ausgebaut wird oder Arbeitsmodelle angepasst werden (Stark et al. 2023, Kapitel 4.3). Abbildung 5 fasst diese Handlungsfelder in einem Schaubild zusammen und benennt beispielhafte verkehrspolitische Ansatzpunkte.

**Abbildung 5: Die Forschungslücke dieser Arbeit.**



**Quelle:** Eigene Darstellung. Die drei Handlungsfelder und die beispielhaften Ansatzpunkte für Maßnahmen entstammen der Arbeit von Stark et al. (2023, Kapitel 4.2).

### 1.1.12 Die Tarif-Erreichbarkeit in der Schnittmenge zwischen Haushaltsbudget und räumlich-zeitlicher Flexibilität

Die Forschungslücke dieser Arbeit lässt sich in der Schnittmenge der beiden letztgenannten Handlungsfelder verorten: Die Möglichkeit, den Bartarif zu nutzen, wird vom *Haushaltsbudget* begrenzt. In Kombination mit dem Verkehrssystem bestimmt es das Maß an *räumlich-zeitlicher Flexibilität*, das der Haushalt zur Verfügung hat. Der Preis und der tarifliche Zuschnitt der Gültigkeit haben somit unmittelbare Auswirkung darauf, welche Mobilitätsoptionen zur Verfügung stehen. Sie wirken sich mittelbar auch darauf aus, ob der Haushalt *von einem Auto abhängig* ist, um Alltagsziele zu erreichen.

Wie mehrere großenteils qualitative Befragungen nahelegen, liegt das wichtigste Handlungsfeld in Bezug auf Einkommensarme bei den finanziellen Kosten der Mobilität, im ÖPNV also beim Fahrpreis – jedenfalls im städtischen Raum (Daubitz et al. 2023; Hille und Gather 2022; Aberle et al. 2022b). Die Priorität der Befragten liegt hier nicht auf der räumlichen Erschließung durch Haltestellen oder auf dem Bedienungstakt. Die im ländlichen Raum sehr präsente Frage nach Mindeststandards im Verkehrsangebot (Kersten et al. 2015; Ahlmeyer und Wittowsky 2018) wird kaum als problematisch benannt. Stattdessen nennen die Befragten den Tarif als wesentliches Hemmnis im Mobilitätsalltag (Daubitz et al. 2023, Kapitel 4.2). Während zum Zeitpunkt der Befragung 2019 in Berlin die Meisten über ein Sozialticket verfügten, wurde es in Hamburg deutlich weniger genutzt. Hier verließen sich Befragte deutlich stärker auf den Bartarif, also auf Fahrkarten, die maximal einen Tag lang gelten (vgl. zur Definition Abschnitt 1.4.6). Der Bartarif bot ihnen eine räumlich-zeitliche Flexibilität, die tagesaktuell von der Kurzstrecke bis zum

ganzen Stadtgebiet wählbar war. Die kurzfristige Flexibilität erkaufte sie sich durch einen höheren Preis pro Fahrt, verglichen mit Abonnements (vgl. zu diesem Phänomen auch Bondemark et al. 2021).

Bei dieser alltäglichen Relevanz knüpft diese Arbeit an. In ihrem empirischen Teil widmet sie sich der Tarif-Erreichbarkeit, also der Anzahl erreichbarer Zielgelegenheiten in Abhängigkeit vom Bartarif. Die Tarif-Erreichbarkeit besitzt, wie diese Arbeit zeigen wird, bedeutende Relevanz für die nähräumliche Verkehrsplanung unter dem Leitbild der Daseinsvorsorge. Aus dieser Relevanz heraus begründet sich der forschersche Schwerpunkt, die Bewegungsfreiheit in Abhängigkeit der Tarifstufen zu operationalisieren und bewerten.

Neben den Berichten der Befragten als lebenspraktischem Anlass gibt es darüber hinaus einen methodischen Anlass, die Tarif-Erreichbarkeit zu untersuchen. Eine Vielzahl an Forschenden hat sich bereits damit befasst, die Erreichbarkeit anhand von Reisezeit oder -distanz zu operationalisieren. Der ÖPNV-Tarif wurde hingegen bislang kaum systematisch genutzt, um Erreichbarkeit zu messen, was unter anderem auf die Komplexität der zugrundeliegenden Tarifsysteme zurückzuführen ist (Abschnitt 2.1.3). Diese methodische Lücke – den Zusammenhang aus ÖPNV-Tarif und Erreichbarkeit zu operationalisieren – beschreibt und schließt die vorgelegte Arbeit.

Die wesentlichen Adressaten dieser Arbeit in der praktischen Anwendung sind ÖPNV-Aufgabenträger und Verkehrsunternehmen. Beide sind in tariflichen Fragen an Abo-Modellen interessiert, um ihren Vertriebsaufwand zu senken und Fahrgäste zu binden (vgl. Ackermann et al. 2012). Verschiedene Bartarife hinsichtlich ihrer Erreichbarkeit zu untersuchen, wie es im Folgenden dargestellt wird, dürfte daher kaum auf Interesse der ÖPNV-Branche stoßen. Für die befragten Menschen in Einkommensarmut gestaltet sich dies jedoch anders: Für sie ist es von höchster Relevanz, wie viel eine Einzelfahrt kostet und welche Bewegung sie ermöglicht. Schon ein kleiner Preisunterschied hat für Einkommensarme einen wesentlichen Einfluss auf die Leistbarkeit ihrer Mobilität (vgl. Da Silva et al. 2022, insb. Fig. 8 zur Preissensitivität). Abseits der intrinsischen Motivation des Forschenden, die wissenschaftliche Debatte um die Facette der finanziellen ÖPNV-Erreichbarkeit zu erweitern, dient diese Arbeit auch den Armutsbetroffenen: Sie wirft die Frage auf, welche Teilhabechancen ein Nahverkehrssystem ermöglicht und schafft eine Bewertungsgrundlage dafür.

## 1.2 Forschungsleitende Fragen und empirischer Zugang

### 1.2.1 Forschungsleitende Fragen

Die übergeordneten forschungsleitenden Fragen dieser Arbeit lauten:

Inwieweit gibt es einen Zusammenhang zwischen der Tarif-Erreichbarkeit und sozioökonomischen Kennwerten? Welche Rolle spielt dabei die Bevölkerungsdichte? Inwiefern variieren die Effekte mit der räumlichen Untersuchungsebene?

Mit welchen ÖPNV-planerischen Mitteln lassen sich die Mobilitätschancen einkommensarmer Menschen zielgerichtet sichern bzw. steigern? Welche Implikationen hätte eine Veränderung für ÖPNV-Nachfrage und Auslastung?

Mit Bearbeitung dieser beiden Fragenblöcke leistet die vorgelegte Forschungsarbeit einen empirischen Beitrag zur Fachdebatte um die Verteilung von ÖPNV-Erreichbarkeit. Sie generiert dabei dreierlei Empirie:

Erstens werden statistische Schätzparameter erarbeitet, anhand derer sich Hypothesen über die Erreichbarkeit in den Bedienungsgebieten des VBB und des HVV prüfen lassen. Aus dem Ergebnis lässt sich herleiten, inwiefern der ÖPNV-Tarif mit anderen Variablen korreliert. Diese Erkenntnis ist nach dem Raumtyp differenziert und orientiert sich am formulierten Zielkonflikt, *bei abnehmendem Verkehr die Mobilitätschancen einkommensarmer Menschen zu sichern*.

Zweitens werden Erreichbarkeitskarten generiert, die einen Hinweis auf das lokale Zusammenwirken der Eingangsgrößen geben. Diese Karten ergänzen den empirischen Befund, indem sie Gebiete mit geringer ÖPNV-Erreichbarkeit und geringer Kaufkraft ausweisen und somit einen Anknüpfungspunkt für die praktische ÖPNV- und Sozialplanung schaffen.

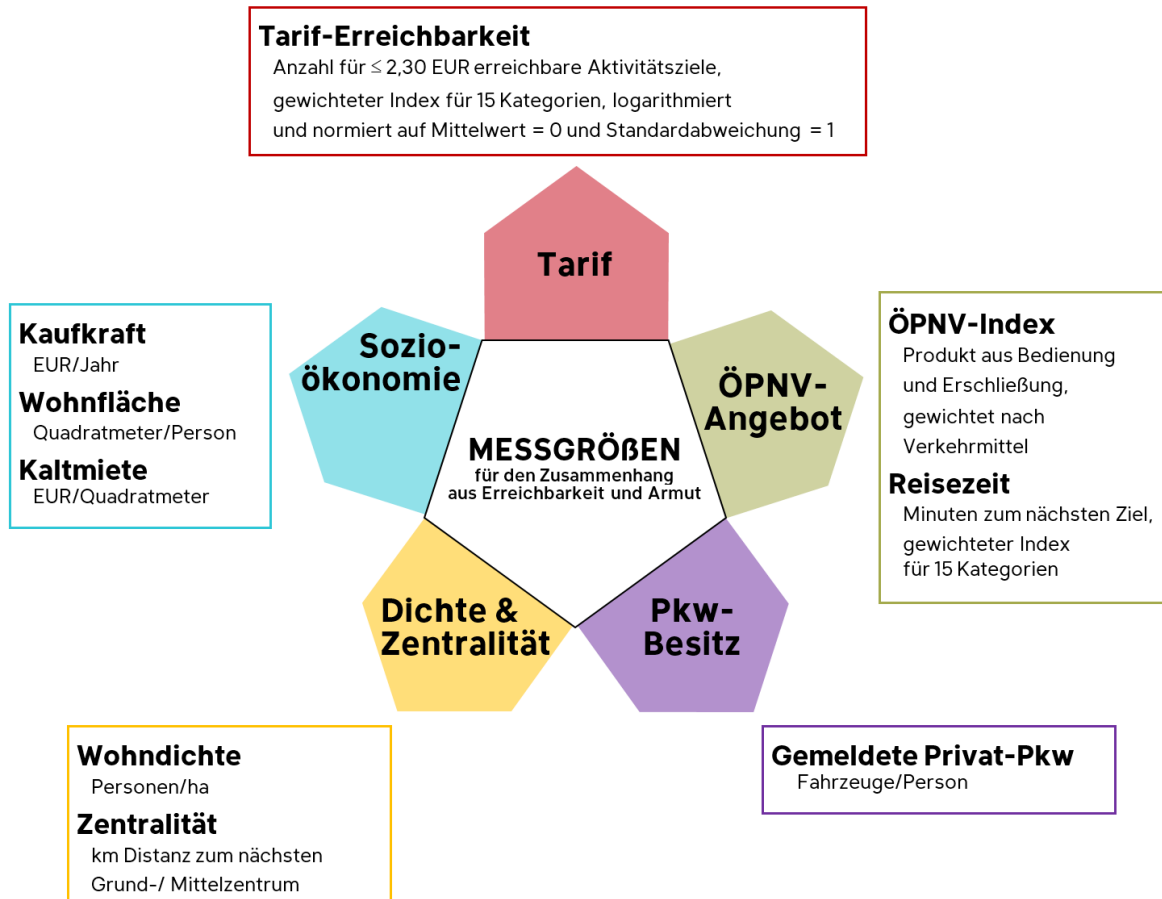
Drittens wird die Untersuchung in drei verschiedenen räumlichen Auflösungen durchgeführt (Gemeinde, Haltestelle, Rasterzelle). Mit dem Vergleich leistet sie einen Beitrag zur methodischen Debatte um die geeignete Auflösung, um Defizite in der räumlichen Erreichbarkeit zu beschreiben.

Neben den oben genannten Adressaten in Verkehrsunternehmen und -verbänden richtet sich die Forschungsarbeit an Verantwortliche in Verkehrs- und Sozialpolitik. Ihnen verschaffen die Ergebnisse einen vertieften Einblick in den Zusammenhang aus Erreichbarkeit und Armut und befähigen sie dazu, Maßnahmen zu bewerten und einzuordnen. Eine weitere Zielgruppe der Arbeit ist die wissenschaftliche Fachöffentlichkeit, die sich mit GIS-basierter Erreichbarkeitsforschung befasst. Sie profitiert davon, dass die Arbeit eine Forschungslücke schließt, indem sie den Zusammenhang aus ÖPNV-Tarif und Erreichbarkeit herstellt und einen methodischen Ansatz entwickelt, diesen Zusammenhang zu operationalisieren und in drei räumlichen Auflösungen zu untersuchen.

## 1.2.2 Messgrößen für den Zusammenhang aus Einkommensarmut und Erreichbarkeit

Um die forschungsleitenden Fragen zu bearbeiten, verfolgt die Forschungsarbeit einen quantitativen Ansatz, sie erhebt räumliche Variablen und setzt sie miteinander in Beziehung. Diese Variablen lassen sich fünf übergeordneten Messgrößen zuordnen, die in Abbildung 6 dargestellt werden.

**Abbildung 6: Fünf Messgrößen dieser Arbeit.**



**Quelle:** Eigene Darstellung. Die Fünfecke zeigen die Messgrößen, die Rechtecke zeigen die Variablen.

Jeder Messgröße sind eine bis drei Variablen zugeordnet, anhand derer sie operationalisiert wird. Sie werden im Folgenden zunächst benannt und in Kapitel 3.2 im Einzelnen hergeleitet.

Die Messgröße **Tarif** beschreibt die räumliche Bewegungsfreiheit des ÖPNV-Fahrgastes, die verschiedene Stufen im Bartarif ermöglichen. Operationalisiert wird sie anhand der Anzahl der Aktivitätsziele ausgewählter Kategorien, die mit einer Fahrt erreichbar sind. Anders als die übrigen Messgrößen wurde die Tarif-Erreichbarkeit nicht aus bestehenden Datensätzen abgeleitet, sondern durch eine eigene Methode erhoben (Abschnitt 3.2.3).

Die Messgröße **ÖPNV-Angebot** stellt die räumlich-zeitliche Erreichbarkeit dar, die der Öffentliche Verkehr gewährleistet. Damit misst sie das Angebotsniveau an einem gegebenen Ort aus Fahrgastsicht. Operationalisiert wird sie anhand des ÖPNV-Index, der sich aus der Bedienung

und der Erschließung zusammensetzt (Abschnitt 3.2.1). Ergänzt wird dieser durch die Reisezeit als zweite Variable für das ÖPNV-Angebot.

Die Messgröße **Sozioökonomie** umfasst Variablen für den Wohlstand, und zwar die jährliche Kaufkraft, die pro Person zur Verfügung stehende Wohnfläche sowie die Netto-Kaltniete.

Die Messgröße **Dichte & Zentralität** beinhaltet die Zahl der gemeldeten Personen pro Hektar und die Luftliniendistanz zum nächsten Grund- oder Mittelzentrum.

Die Messgröße **Pkw-Besitz** befasst sich mit den privaten Kraftfahrzeugen, die pro Hektar gemeldet sind und approximiert damit die Möglichkeit, auf einen Pkw zurückzugreifen.

Diese Daten wurden kleinräumig für die Verkehrsgebiete des HVV und des VBB erhoben bzw. von den Verkehrsverbänden und Dienstleistern beschafft. In ihrer Gesamtheit stellen die fünf Messgrößen bzw. neun Variablen einen Datensatz dar, der sich in bivariaten und multivariaten Modellen untersuchen lässt, siehe hierzu die Abschnitte 3.2 und 3.3. Er umfasst relevante Daten zu verfügbaren Verkehrsmitteln sowie sozioökonomische und raumtypologische Kennwerte.

### 1.2.3 Normativer Standpunkt dieser Arbeit

Diese Forschungsarbeit geht von der Annahme aus, dass es Ungleichheit im Zugang zum Verkehrssystem gibt. Die Arbeit folgt der Gerechtigkeitstheorie des US-amerikanischen Philosophen John Rawls: Die Ungleichheit ist bei Primärgütern<sup>6</sup> nicht per se schlecht, sondern zunächst Ausdruck einer pluralistischen Gesellschaft. Inakzeptabel wird Ungleichheit allerdings,

*wenn sie auf moralisch willkürlichen Gegebenheiten beruht, etwa dem Umstand, in eine arme Familie oder ethnische Gruppe hineingeboren worden zu sein. [...] Ungleichheit ist nur dann gerecht, wenn sie denjenigen zum größten Vorteil gereicht, die am wenigsten begünstigt sind, und somit die ungleichen Chancen und die Willkür der sozialen und genetischen Lotterie ausgleicht.*

*(Pereira et al. 2016, S. 6; eigene, sinngemäße Übersetzung)*

Diese Auffassung wird auch als Differenzprinzip bezeichnet. In Bezug auf mögliche Intervention leitet sich daraus ab, Ressourcen so zu verteilen, dass die Ärmsten den größten Vorteil gewinnen. Übertragen auf diese Forschungsarbeit bedeutet das: Die Arbeit soll einen methodischen Ansatz liefern, um Ungleichheit im finanziellen Zugang zum ÖPNV zu bemessen. Sie betrachtet die Gleichheit nicht als Idealzustand (ein Standpunkt, der dem Egalitarismus bzw. Liberalismus zuzuordnen wäre; ebd.) und sie betrachtet Interventionen als angebracht und notwendig, um die finanzielle Leistbarkeit jenen zu erleichtern, die über wenige finanzielle Ressourcen verfügen. Die Einkommensarmut wird dabei als Ergebnis der „sozialen [...] Lotterie“ betrachtet (Pereira et al., S. 6), die der Marktwirtschaft inhärent ist. Armut ist kein individuelles Verschulden, sondern notwendiger Bestandteil einer Wirtschaftsform, die auf materieller Ungleichheit beruht – eine Annahme, die selbst radikale Verfechter der Marktwirtschaft anerkennen (EiBel 2008, Kapitel 2). Das Verkehrssystem ist dabei nicht frei von Interventionen, sondern wird bereits von staatlichen

---

<sup>6</sup> Primärgüter nach Rawls: Mittel und Ressourcen, die Individuen dazu befähigen, ihre Lebensziele zu verfolgen; Pereira et al. 2016, S. 5

Eingriffen geprägt, ohne die es nicht aufrechtzuerhalten wäre. Bedeutende Interventionen wirken regressiv, bevorteilen also Haushalte mit mittleren bis hohen Einkommen stärker als Haushalte mit niedrigen Einkommen. Dazu zählen etwa die Entfernungspauschale oder die Minderbesteuerung von Dienstwagen (Holz-Rau et al. 2019; Burger und Bretschneider 2021). Anders als nach Rawls' Differenzprinzip profitieren davon also nicht die Ärmsten am stärksten, sondern diejenigen, die bereits eine gute Wohlstandsposition innehaben. Normatives Ziel der Arbeit ist es, Interventionen im Verkehrssektor zu unterstützen, die dem in Abschnitt 1.1 formulierten Ziel dienen, *bei abnehmendem Verkehr die Mobilitätschancen einkommensarmer Menschen zu sichern*, und somit zur Verteilungsgerechtigkeit beizutragen.

In der Literatur wird die starke Ungleichverteilung von Nutzen und Schaden im Verkehrssektor auch im globalen Maßstab problematisiert, etwa in Bezug auf Flugreisen und den dadurch induzierten CO<sub>2</sub>-Ausstoß (etwa durch Gössling et al. 2009; Mattioli 2016). Vereinzelt wird sogar vorgeschlagen, die räumliche Erreichbarkeit zukünftiger Generationen einzubeziehen (Willberg et al. 2024, S. 156). Beide Ansätze haben ihre Berechtigung, erscheinen allerdings zu groß für den Umfang dieser Arbeit. Als Subjekte, denen (Un-)Gerechtigkeit widerfährt, werden daher ausschließlich Menschen betrachtet, die gegenwärtig in den Bedienungsgebieten des HVV und des VBB leben.

#### **1.2.4 Bezug zum DFG-Forschungsprojekt *MobileInclusion***

Diese Forschungsarbeit entstand im Zusammenhang des Forschungsprojektes „Mobilität und soziale Exklusion“ / *MobileInclusion*. Ziel des Projektes war es, den Zusammenhang von Alltagsmobilität und sozialer Ausgrenzung in Berlin und Hamburg zu ergründen. Das Projekt wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) unter der Projektnummer 382 428 75 gefördert und der Endbericht ist 2023 in Buchform erschienen (Daubitz et al. 2023). Weitere Informationen zum Projekt sind auf [www.mobileinclusion.de](http://www.mobileinclusion.de) abrufbar. Die wichtigsten Inhalte der Webseite sind im TORE-Repository archiviert.<sup>7</sup>

Die Methodik dieser Arbeit entstammt in ihren Grundzügen dem vom Autor bearbeiteten quantitativen Arbeitspaket von *MobileInclusion*. Die über das Forschungsprojekt hinausgehende Leistung für die Dissertation besteht im Transfer der Methode von der Stadt auf die Region, also von den Stadtstaaten Berlin und Hamburg auf die gesamten Verkehrsgebiete des VBB und HVV, sowie in der intensiven Auseinandersetzung mit der Tarif-Erreichbarkeit.

Aus dem Promotionsvorhaben sind einige Publikationen hervorgegangen, die jeweils einen Teilaspekt dieser Dissertationsschrift vertiefen (Tabelle 2).

---

<sup>7</sup> [tore.tuhh.de/handle/11420/15998](http://tore.tuhh.de/handle/11420/15998)

**Tabelle 2: Ausgewählte Publikationen, die aus dem Promotionsvorhaben hervorgingen.**

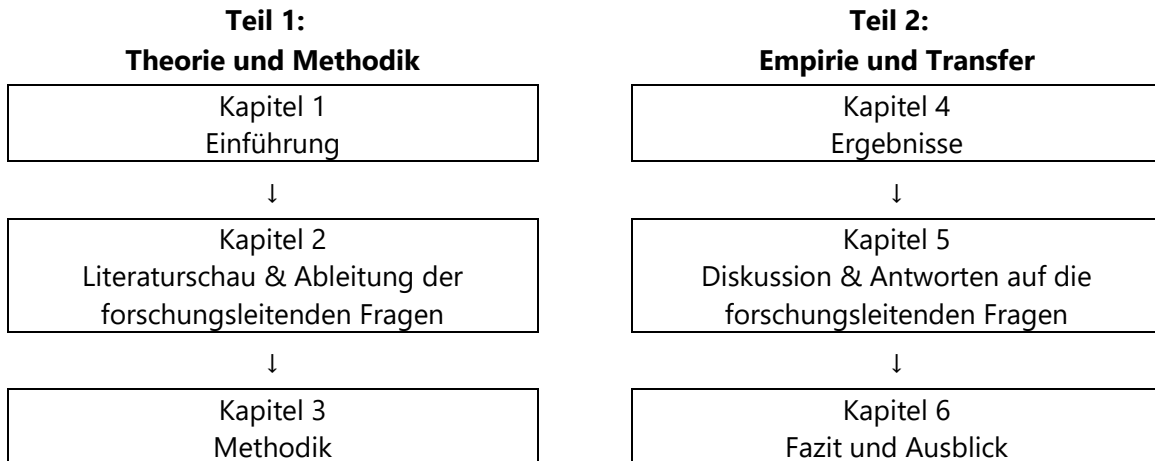
<b>Publikation</b>	<b>Gegenstand</b>	<b>Peer review</b>
Journal-Artikel		
Aberle 2020c, <i>KN J. Cartogr.</i> <i>Geogr. Inf</i>	Abgleich von Ridepooling-Gebieten mit der „Hartz IV“-Quote in Hamburg	einfach verblindet
Aberle et al. 2022a, <i>JMV</i>	Zusammenfassung der Ergebnisse des Projekts <i>MobileInclusion</i>	–
Aberle et al. 2025, <i>JTranGeo</i>	Zusammenfassung der Ergebnisse des Projekts <i>MobileInclusion</i> (englisch)	doppelt verblindet
Aberle und Gertz 2025, <i>JTranGeo</i>	Methodische Zusammenfassung der Tarif-Erreichbarkeit (englisch)	doppelt verblindet
Buchkapitel		
Aberle et al. 2024	Vergleich der Tarif-Erreichbarkeit im HVV mit dem Großraum Helsinki/Finnland	–
Aberle 2026	Geschichte und Gegenwart des hamburgischen Sozialtickets	unverblindet
Graue Literatur		
Aberle et al. 2022b	Mobilitätsverhalten einkommensarmer Fahrgäste mit dem 9-Euro-Ticket	–
Aberle 2023	Das Deutschlandticket im Vergleich zu ~100 Bestandstarifen	–
Rozynek et al. 2023	Methodenschau zur <i>Public Transport Affordability</i>	–
Aberle 2025	Bestandsaufnahme aller >200 Sozialtickets in Deutschland	–

**Quelle:** Eigene Darstellung.

### 1.3 Aufbau dieser Arbeit

Diese Arbeit ist in zwei große Teile á drei Kapitel gegliedert, wie Abbildung 7 darstellt.

**Abbildung 7: Grobgliederung dieser Forschungsarbeit.**



Der nachfolgende Abschnitt 1.4 definiert die Kernbegriffe dieser Arbeit und bildet den Abschluss der Einführung. Kapitel 2 umfasst eine umfassende Literaturschau über den Forschungsstand und leitet daraus Hypothesen ab.

Kapitel 3 widmet sich der Forschungsmethodik. Es stellt die Untersuchungsräume dieser Arbeit im VBB und HVV vor und beschreibt die Variablen, die verglichen werden. Herausgestellt wird die Messgröße Tarif, für die der Indikator *Tarif-Erreichbarkeit von Einzelfahrausweisen* entwickelt wurde. Kapitel 4 beschreibt die Ergebnisse zunächst deskriptiv und geht anschließend auf die Schätzparameter der räumlich-statistischen Modelle ein, um die Hypothesen zu prüfen.

Kapitel 5 beantwortet die forschungsleitenden Fragen und setzt die Empirie in Bezug zur Einführung. Kapitel 6 zieht Schlussfolgerungen und formuliert einen Ausblick in Bezug auf den geschilderten Zielkonflikt der Verkehrsentwicklungsplanung.

## 1.4 Definition der Kernbegriffe

Um sich dem Forschungsgegenstand zu nähern, werden zunächst zentrale Begriffe geklärt.

### 1.4.1 Mobilität, Mobilitätschancen

Diese Arbeit befasst sich mit der Alltagsmobilität. Definitivisch stützt sie sich zunächst auf das Verständnis von Mobilität als

*die subjektive Ausprägung der Ortsveränderungsmöglichkeiten. Dieser individuelle Möglichkeitsraum resultiert aus räumlichen, physischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen und deren subjektiver Wahrnehmung.*  
(Schwedes et al. 2018, S. 5)

Es geht in diesem Zusammenhang also um die Möglichkeiten, die der einzelne Mensch zur Ortsveränderung vorfindet und auch als solche wahrnimmt. Die Ortsveränderung selbst ist dann als Verkehr mit den üblichen physikalischen Kennzahlen beispielsweise der überwundenen Distanz oder der Reisezeit messbar (ebd., S. 10). Eine wesentliche Einschränkung ergibt sich aus der Alltäglichkeit: Diese Arbeit setzt sich mit den Möglichkeiten auseinander, die die übliche Ortsveränderung an einem beliebigen Tag betreffen. Sonderformen wie Umzüge, seltene Fernreisen oder Urlaubsmobilität gehören nicht zum Gegenstand.

Der Begriff der Mobilitätschancen verdeutlicht, dass persönliche Denkweisen, Bewertungen und nicht zuletzt das Alltagshandeln eine wesentliche Rolle dabei spielen, wie sich der individuelle Möglichkeitsraum ausgestaltet. Somit lassen sich die systemischen Voraussetzungen planerisch beeinflussen, beispielsweise durch eine integrierte Stadt- und Verkehrsplanung, preisliche Anreize oder ordnungsrechtliche Steuerung (vgl. Hekler et al. 2022). Inwieweit die Chancen in Mobilität umgesetzt werden und sich schließlich im Verkehrsverhalten niederschlagen, ist aber stark subjektiv geprägt (vgl. FGSV 2015, S. 7–9).

Begrenzt werden die Mobilitätschancen erstens durch die Raumstruktur, beispielsweise durch die Standorte der medizinischen Versorgung im Verhältnis zum Wohnstandort. Zweitens werden sie durch das Verkehrssystem geprägt, beispielsweise die Kosten für eine Kurzstreckenfahrt im ÖPNV. Drittens spielen individuelle Faktoren in Bezug auf die von Schwedes et al. angeführten Rahmenbedingungen eine Rolle, etwa die Wohlfahrtsposition in der Gesellschaft, das verfügbare Einkommen oder eine körperliche Einschränkung.

Mit den beiden erstgenannten Einflussgrößen – Raumstruktur und Verkehrsangebot – weisen die Mobilitätschancen einen engen Bezug zum Konzept der Erreichbarkeit auf (Abschnitt 1.4.7). Die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen definiert diese sogar als Voraussetzung für jene: „Durch die Verbesserung der individuellen Mobilitätschancen kann die Erreichbarkeit erhöht werden“ (FGSV 2015, S. 10). Wie allerdings in Abschnitt 1.1.10 deutlich wird, unterscheidet sich das Verständnis dieser Arbeit in diesem Detail von der FGSV-Definition: Erreichbarkeit wird hier nicht als Ergebnis der Mobilitätschancen begriffen, sondern als deren Voraussetzung. Folglich kann ein Eingriff in die (Tarif-)Erreichbarkeit dem formulierten Ziel dienen, *bei abnehmendem Verkehr die Mobilitätschancen einkommensarmer Menschen zu sichern*. Räumliche Erreichbarkeit ist somit einer von mehreren Ansatzpunkten für Maßnahmen

auf Ebene des Raum- und Verkehrssystems, die auf die Mobilitätschancen von abgrenzbaren Personengruppen abzielen (vgl. Abbildung 5 auf S. 37, unter Bezugnahme auf Stark et al. 2023). Auch in der Soziologie ist der Terminus der Mobilitätschancen gebräuchlich, dort allerdings im Zusammenhang mit gesellschaftlichem Aufstieg oder Abstieg gegenüber der Elterngeneration (Kleining 1971). Diese Bedeutung spielt in dieser Arbeit keine Rolle.

### 1.4.2 Armut

In der Regel werden Armut und Armutsrisiko in Bezug zu einem Referenzeinkommen bemessen. Nach Definition des deutschen Arbeitsministeriums gilt als armutsgefährdet, wer über weniger als 60 Prozent des Medians der Nettoäquivalenzeinkommen verfügt, was je nach Datenlage zwischen 13 und 16 Prozent der Bevölkerung betrifft (BMAS 2021b). Dieser Anteil war bis zur letzten Erhebung relativ stabil. Obwohl der Indikator methodisch kritisiert wird (ebd.), dient er bereits seit dem ersten Armuts- und Reichtumsbericht der Bundesregierung als Messgröße (BMAS 2001, S. XIII–XV), schafft also eine Vergleichsmöglichkeit über mehr als 20 Jahre hinweg. Wie das Arbeitsministerium einräumt, beschreibt das Armutsrisiko nur die Komponente der ökonomischen Armut, während es relevante Einflussfaktoren wie Bildung, Aufstiegschancen und Erwerbsintensität außer Acht lässt (BMAS 2021a, S. 14). Überhaupt sind die Messverfahren für Armut in der Sozialforschung umstritten. Die soziale Lage einer Gesellschaft werde, solange auf die Verteilung von Ressourcen reduziert, nicht hinreichend abgebildet (vgl. auch Abschnitt 1.4.3 zur Teilhabe). Der Fokus solle auf individuelle Verwirklichungschancen gelegt werden, die sich nicht in reinen Verteilungskennzahlen ausdrücken ließen. Diese methodische Kritik schlägt sich im Erhebungsdesign des jüngsten Armuts- und Reichtumsbericht nieder, das auf 38 Indikatoren erweitert wurde (Bartelheimer 2007; BMAS 2021a, S. 26–40 und 437–515).

Auch die relevanten Studien mit Verkehrsbezug nutzen rein ökonomische Kennzahlen. So fasst die größte nationale Querschnittserhebung verkehrlicher Daten, *Mobilität in Deutschland* (MiD), Armut anhand des Nettoeinkommens. Sie unterteilt die Bevölkerung in fünf Statusgruppen, die auf dem Einkommen basieren. Eine allein lebende Person im niedrigsten ökonomischen Status verfügt per Definition über weniger als 900 EUR monatliches Nettoeinkommen. Für größere Haushalte verschiebt sich die Einkommensgrenze anhand einer Gewichtungstabelle, sodass Skaleneffekte berücksichtigt werden, weil etwa die Lebenshaltungskosten pro Person geringer ausfallen (infas et al. 2019b, S. 17–18).<sup>8</sup> Die MiD-Daten werden durch das erhebende Institut umfassend anhand des ökonomischen Status und weiterer soziodemografischer Merkmale aufbereitet und zur Verfügung gestellt (stellvertretend infas et al. 2018b, S. 103–112, 2019d, S. 14–23, 2019c; Gruschwitz 2021; infas et al. 2025b).

Auch die größte deutsche Längsschnitterhebung, das *Mobilitätspanel* (MOP), erhebt das Haushaltseinkommen der Befragten (Ecke et al. 2021, S. 107). Vereinzelt werden die Ergebnisse nach Einkommen und verknüpften Merkmalen ausgewertet, etwa „Haushaltszusammensetzung, Haushaltseinkommen und Mobilität“ (Zumkeller et al. 2008, S. 66–74), „Fahrradnutzung nach soziodemografischen Merkmalen“ (Vortisch et al. 2012, S. 45–50) oder „Mobilitätsverhalten

---

<sup>8</sup> Die Einkommensgrenze bezieht sich auf die Erhebung 2017, die auch die Grundlage für die Argumentation in Abschnitt 1.1 bildet. Für die MiD 2023 ist noch kein Methodenhandbuch publiziert.

Alleinerziehender“ (Zumkeller et al. 2007, S. 71–88). Anders als bei der MiD werden sie im MOP allerdings nur anlassbezogen in Sonderauswertungen analysiert.

Die dritte Erhebung von nationaler Bedeutung, *SrV – Mobilität in Städten*, erhebt ebenfalls Einkommen und Haushaltsgröße und teilt die Befragten nach der o.g. MiD-Gewichtung in fünf Klassen ein (Hubrich et al. 2019, S. 16–17). Ausgewertet werden die Daten entlang des Haushaltseinkommens sowie entlang der fünf Statusklassen (Gerike et al. 2020, Anhang II).

Neben dem Einkommen spielt für diese Arbeit die ökonomische Armut im Sinne des zweiten Sozialgesetzbuches eine Rolle (ugs. „Hartz IV“ bzw. seit 2023 „Bürgergeld“, im Folgenden SGBII). Die SGBII-Quote war ein Auswahlkriterium für die Stadtgebiete, in denen Interviewpersonen für das Projekt *MobileInclusion* gewonnen wurden, aus dem diese Forschungsarbeit hervorgeht (Daubitz et al. 2023, Kapitel 4.1.2). In Berlin beträgt die SGBII-Quote 14,7 Prozent, in Hamburg sind es 10,3 Prozent. In den umliegenden Bundesländern ist sie deutlich niedriger (BB: 8,2%, NI: 7,5%, SH: 8,0%). Referenz ist jeweils der 31.12.2018, zu dem alle Daten dieser Untersuchung zusammengetragen wurden (BA 2019a, 2019b, 2019c, 2019d, 2019e; jeweils S. 18).

Das Arbeitslosengeld nach SGBII verfolgt das Ziel, das Existenzminimum der Betroffenen zu sichern. Anspruch haben erwerbsfähige Personen ab 15 Jahren bis zum Rentenalter, die in Deutschland gemeldet sind, mindestens drei Stunden pro Tag arbeiten können und ihren Lebensunterhalt nicht selbst bestreiten können (BA 2022). Der SGBII-Regelbedarf belief sich im Dezember 2018 auf monatlich 416 EUR und steht 2025 bei 563 EUR, jeweils ausgehend von einer allein lebenden Person (BReg 2017, 2024). Für den Bereich Verkehr waren im Bezugsjahr etwa 40 EUR vorgesehen (Rudzio 2020).

Diese Definition anhand des Einkommens wird übernommen: Als einkommensarm im Sinne dieser Arbeit gilt, wer im Jahr 2018 zum Erhalt von Leistungen nach SGBII berechtigt war. Als armutsgefährdet gilt, wer weniger als 60 Prozent des Medianeinkommens verfügte. Laut dem Armuts- und Reichtumsbericht mit dem Referenzjahr 2017 entspricht das einem monatlichen Nettoeinkommen von 1 168 EUR (BMAS 2021a, S. 179).

Diese Forschungsarbeit bemisst die Armut nicht auf Ebene des Individuums, sondern mittels aggregierter Mittelwerte bzw. Bevölkerungsanteile in verschiedenen Wohnlagen. Daher weichen die Indikatoren in der praktischen Umsetzung ab, siehe hierzu die Herleitung der Variablen Einkommen, Wohnfläche und Kaltmiete in Abschnitt 3.2.4ff. Die Entscheidung, Armut rein monetär zu fassen, folgt somit auch der Lage verfügbarer Daten. Zwar stellen die Metropolen in ihrem Sozialmonitoring eine breite Datenbasis zur Verfügung. Hamburg erhebt jährlich sieben Indikatoren und Berlin erhebt zweijährlich 20 Kennzahlen, in denen unter anderem das formale Bildungsniveau von Schüler\*innen und der Anteil an Personen in Mindestsicherung enthalten sind (BSW 2021, S. 9; SenStadtUm 2019, S. 12–15). Eine multifaktorielle Betrachtung der Armut wäre also zumindest für beide Stadtstaaten möglich. Für benachbarte Bundesländer sind die Daten allerdings nicht in dieser Form verfügbar und eine grenzüberschreitende Betrachtung der Verbundgebiete wäre nicht unter vertretbarem Aufwand umsetzbar. Darüber hinaus folgen die räumlichen Einheiten keinem standardisierten Zuschnitt, was die statistische Auswertung erschwert (vgl. Abschnitt 3.1.2).

### 1.4.3 Teilhabe, Teilhabechancen

Als gesellschaftliche Teilhabe wird allgemein der Zugang von Individuen und sozialen Gruppen zu Aktivitäten und Ressourcen verstanden. Bartelheimer (2007, S. 10) bezeichnet die Teilhabe als einen „positiven normativen Gegenbegriff“ zu Armut und definiert vier Formen: die Teilhabe an Erwerbsarbeit, an sozialen Nahbeziehungen, an Rechten sowie an Bildung. Dabei betont er, dass diese in wechselseitiger Abhängigkeit stehen und einander ausgleichen können (ebd., S. 11). Eine verbreitete Messgröße für die Teilhabe ist der Sozioökonomische Status. Dieser wird anhand dreier Skalen gebildet (Bildung, Berufsstatus und Einkommen; Lampert et al. 2013), wobei auch hier beispielsweise ein niedriges Einkommen in begrenztem Umfang durch einen hohen formellen Bildungsstand kompensiert werden kann.

Zahlreiche Forschende beschreiben, dass Teilhabe von Mobilität abhängig ist. Ein Mindestmaß an räumlicher Mobilität beschreiben sie als individuelle Notwendigkeit in der postmodernen Gesellschaft, als „Schlüsselfaktor für Erfolg, aber auch für grundsätzliche Teilhabe“ (Gather und Hille 2021, S. 260; stellvertretend auch Altenburg et al. 2009, Daubitz 2013; FGSV 2015, Lucas et al. 2016b; vgl. auch Abschnitt 2.1.7 dieser Arbeit).

Analog zum Begriff der Mobilitätschancen (Abschnitt 1.4.1) soll der Terminus *Teilhabechancen* verdeutlichen, dass sich die gesellschaftliche Teilhabe nur bedingt planerisch beeinflussen lässt. Ihre Rahmenbedingungen lassen sich im Interesse von Einkommensarmen beeinflussen, etwa durch staatliche Sicherungssysteme oder durch bezuschusste Sozialtickets. In welchem Maße einzelne Betroffene die Teilhabechancen zu ihren Gunsten nutzen und sie in einem individuellen Teilhabeergebnis verwirklichen, hängt allerdings zu einem großen Teil von ihren Lebenslagen, Einstellungen, Erfahrungen und Entscheidungen ab (vgl. Bartelheimer 2007).

Im englischen Sprachraum wird die Teilhabe in der Regel mit dem Begriff *Inclusion* bezeichnet (ebd., S. 7). Im Zusammenhang mit der Verteilung von Mobilitätschancen ist auch der Begriff der *(Transport) Equity* geläufig (stellvertretend Goodwin 1974; Bae und Mayeres 2005; Boisjoly und El-Geneidy 2021; Da Silva et al. 2022).

### 1.4.4 Mobilitätsarmut

Mobilitätsarmut ist

*die verringerte Möglichkeit zur Verwirklichung vorhandener Mobilitätsansprüche und -bedürfnisse, die zu einer Benachteiligung der Betroffenen in anderen Bereichen des gesellschaftlichen Lebens führt (Runge 2005, S. 6).*

Mobilitätsarmut entsteht in der Schnittmenge von (systemischer) Mobilitätseinschränkung und (individueller) sozialer Benachteiligung. Anfällig sind somit beispielsweise Personen, die in Gebieten mit einem teurem ÖPNV leben und durch Einkommensarmut benachteiligt sind. Zur Abgrenzung des Terminus zwischen den internationalen Begrifflichkeiten siehe Abschnitt 2.1.7. Eine umfassende Einordnung der Mobilitätsarmut nehmen Fischer et al. (2024) vor.

### 1.4.5 ÖPNV-Angebotsplanung

In ihrem grundsätzlichen Verständnis folgt diese Arbeit dem Planungsbegriff von Eckhard Kutter. Dieser definiert die Verkehrsplanung als

*in die Stadtplanung eingebettete Teildisziplin, die die Daseinsgrundfunktionen im täglichen Leben und Wirtschaften vermittelt dafür notwendiger Ortsveränderungen ermöglichen und verträglich sicherstellen soll. Planung geht dem eigentlichen Handeln, dem Eingriff in die reale Welt voraus, sie nimmt den tatsächlichen Eingriff sozusagen auf informativer Ebene vorweg, um die Konsequenzen unserer Handlungen vorher aufzuzeigen [...].*

*(Kutter 2019, S. 63)*

Als spezifischer Teil davon wird die ÖPNV-Angebotsplanung verstanden. Ihr Gegenstand ist die räumlich-zeitliche Verfügbarmachung von Beförderungskapazität im Personenverkehr im Sinne des Personenbeförderungsgesetzes. Diese Planung ist in die Zukunft gerichtet und zielt grundsätzlich auf Maßnahmen ab, um einen als mangelhaft erkannten Zustand in einen Zielzustand zu überführen (Schnieder 2015, in Anlehnung an Kirchhoff 2002). Der Prozess der Angebotsplanung ist institutionell verankert: Gesteuert wird er durch die Aufgabenträger, die Nahverkehrspläne aufstellen und darin Zielvorgaben für die Angebotsqualität und das Erreichbarkeitsniveau setzen. Auch die Feinplanung, also Linienführung, Fahrplangestaltung und Umlaufplanung, gehört in die Domäne der Angebotsplanung, wobei diese Aspekte in der Regel in der Betriebsplanung der beteiligten Verkehrsunternehmen bearbeitet werden. Eingeschlossen wird im Verständnis dieser Arbeit auch ausdrücklich die Tarifplanung, da der Fahrpreis aus Fahrgastsicht ein kritisches Merkmal ist, das die Beförderung ermöglicht oder nicht.

Im Lichte einer integrierten Verkehrsplanung, die ihren Zweck weg von der effizienten technischen Abwicklung wachsender Verkehrsmengen verlagert und sich dem Klimaschutz als politischem Ziel unterordnet (Schwedde et al. 2018; Wilde und Klinger 2017; Schwedde 2019) erscheint die Ableitung des Planungsbegriffs aus der Beförderungskapazität etwas eng. In der Tat operiert diese Forschungsarbeit mit einem eng gefassten Verständnis: So nutzt sie etwa den ÖPNV-Index, der sich aus einer Kombination aus Fahrzeug-Abfahrten und erschlossenen Personen im Einzugsgebiet ergibt. Dieses Vorgehen soll nicht den Eindruck erwecken, die Rolle der individuellen Bedürfnisse und konkreten Umstände seien von minderer Bedeutung. Es stellt allerdings einen methodischen Kompromiss dar. Mit der Anzahl und der Ausdehnung der Untersuchungsräume wird es schwieriger, der subjektiven Erreichbarkeit Rechnung zu tragen. War dies durch die qualitativen Befragungen in sechs Untersuchungsgebieten des Projekts *MobileInclusion* noch möglich (Daubitz et al. 2023), so ist es beim räumlichen Umfang zweier Metropolen zuzüglich ihrer Verkehrsverbünde nicht leistbar. Zugunsten einer statistischen Bearbeitung des Forschungsgegenstandes fasst die Arbeit das ÖPNV-Angebot also quantitativ – wohlwissend, dass die die gewählten Maße nur eine Abstraktion der Realität darstellen können (vgl. auch Diskussion in Abschnitt 5.2.2).

Das Verständnis des Begriffs ÖPNV orientiert sich an der so genannten Zweifelsregelung, die durch das Personenbeförderungsgesetz definiert wird: Der öffentliche Personennahverkehr umfasst Reisen, die mehrheitlich maximal 50 Kilometer weit oder eine Stunde lang sind (PBefG, §8(1)). Begrifflich ausgeschlossen werden auch Bedarfsverkehre sowie neue Bedienformen wie

das Ridepooling. Diese sind nicht ohne weiteres in ÖPNV-Netzmodellen abbildbar, da sie in der Regel ohne Haltestellen und ohne Fahrplan operieren. Auch die dynamische Preisermittlung und Routenfindung verkomplizieren die Modellierung. Hinzu kommt der Umstand, dass die meisten Angebote zum Datenstand 2018 experimentell, in kleinem Maßstab und auf begrenzte Dauer betrieben wurden. Das wichtigste Ausschlusskriterium ist allerdings finanzieller Natur: Der Großteil der in Hamburg operierenden Ridepooling-Dienste rief zu diesem Zeitpunkt Fahrpreise von 5-12 EUR für eine fünf Kilometer weite Fahrt auf. Für Menschen in Einkommensarmut ist dieses Preisniveau der Ridepooling-Dienste jenseits des Budgets (Aberle 2020c). Wenngleich es vereinzelte Fälle gibt, in denen preiswertes Ridepooling genutzt wurde, um Lebensmittel von der Tafel nach Hause zu transportieren (Daubitz und Aberle 2020b), handelt es sich um Ausnahmen, die es nicht rechtfertigen, neue Bedienformen als relevantes Verkehrsangebot für diese Gruppe zu berücksichtigen.

#### **1.4.6 Tarif, Bartarif**

Der Tarif bestimmt die Fahrgeldzahlungen, die Fahrgäste an das Verkehrsunternehmen oder an einen Vertriebsmittler entrichten. Im Zusammenhang mit Armut und Armutsbekämpfung gibt es diesbezüglich verschiedene Interessenlagen.

Aus Sicht der Verkehrsunternehmen (VU) stellt der Tarif eines von mehreren Mitteln dar, um wirtschaftlich zu operieren. Für das Verkehrsangebot entsteht ihnen ein Aufwand, der durch Fahrgelderträge teilweise kompensiert wird. Die Fahrgelderlöse tragen im Mittel mit etwa 30 bis 50 Prozent zur Deckung des Gesamtaufwandes bei, wobei der Anteil in Abhängigkeit vom Verkehrsmittel stark schwankt. Im Allgemeinen ist gemeinwirtschaftlich betriebener Schienenpersonennahverkehr (SPNV) deutlich weniger kostendeckend als kommunal betriebener ÖPNV (Stand 2018 gemäß BReg 20.08.2021; insb. Übersicht 6 auf S. 9, dort als *KDG Ia* bezeichnet). In Folge werden im SPNV anteilig größere Verluste von der öffentlichen Hand ausgeglichen.

Ausschlaggebend ist darüber hinaus der Raumtyp. Verkehrsmittel im ländlichen Raum werden in der Regel defizitär betrieben, während einzelne Linien in der Kernstadt durchaus kostendeckend sein können (bezogen auf die Betriebskosten, exklusive Infrastrukturbau und Investitionen). Der Kostendeckungsgrad der Eisenbahngesellschaft AKN am hamburgischen Stadtrand beträgt beispielsweise 61 Prozent, während der Busbetreiber VHH mit zentralen und peripheren Buslinien ein Gesamtergebnis von 89,6 Prozent ausweist (Bürgerschaft der FHH 20.07.2018, S. 1–2; Mittelwert von 2011 bis 2017, für AKN nur hamburgisches Teilergebnis).

Die Frage nach der Armut und der Armutsbekämpfung ist für VU kaum relevant, wobei die Forschungslage dünn ist. Wie eine Befragung unter 115 VU in den Vereinigten Staaten in Bezug auf wohnungslose Fahrgäste ergab, befürchten sie, dass sich Fahrgäste durch bettelnde und/oder augenscheinlich wohnungslose Mitreisende gestört fühlen bzw. dass ihr Betrieb gestört wird (Ding et al. 2022, S. 8). Die Motive und Exklusionserfahrungen der Betroffenen spielen keine Rolle, wie auch Schwerdtfeger (2019, S. 25–33) in ihrer Literaturschau zum Fahren ohne (gültigen) Fahrschein feststellt. Während die VU mittelbar davon betroffen sind, dass sich bestimmte Gruppen keinen Nahverkehr leisten können, steht für sie das Betriebsergebnis im Mittelpunkt. Ihre Rolle sehen die Unternehmen als Dienstleister auf einem wettbewerblich geprägten Verkehrsmarkt, wie auch der langjährige Vorstand eines großen hamburgischen VU

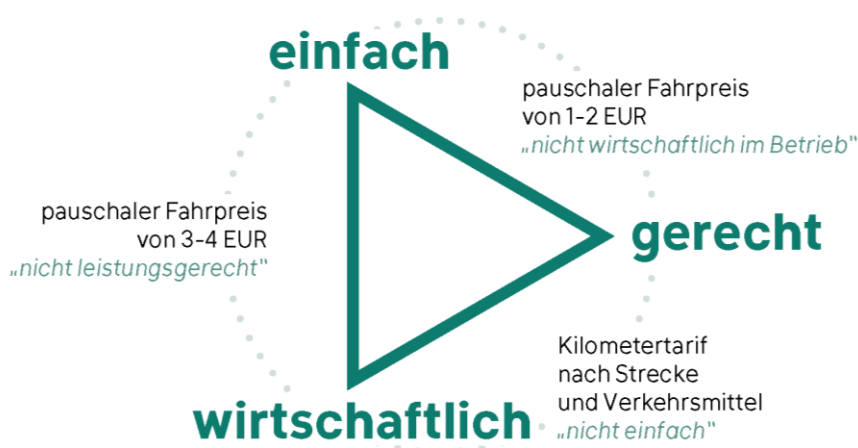
im Jahr 2013 in einer Runde klarstellte, an der der Verfasser teilnahm: „Unser Unternehmen ist kein Werkzeug der Sozialpolitik.“

Die Aufgabenträger stehen derzeit vor einem Zielkonflikt, wie es HVV-Referent Carsten Senkbeil ausdrückt: Der Tarif soll gleichermaßen *gerecht*, *einfach* und *wirtschaftlich* sein – wobei jeweils zwei Ziele das dritte Ziel konterkarieren (Abbildung 8). So sei ein pauschaler Fahrpreis in der Größenordnung 3 bis 4 EUR wirtschaftlich abzubilden, aber nicht leistungsgerecht für kurze oder weite ÖPNV-Fahrten. Als wirtschaftlich und leistungsgerecht bezeichnet der HVV-Referent einen Kilometertarif, der allerdings schwer vermittelbar sei. Wie Schwerdtfeger (2021) am Beispiel des Kilometertarifs *RMVsmart* kritisiert, unterminiere ein solcher außerdem eine wichtige soziale Funktion des Nahverkehrs:

*[D]as Prinzip des neuen Tarifmodells, »zahlen, was man nutzt« (Ringat 2016: 43-45), [ist] eher an der privaten Logik des MIV orientiert als an der solidarischeren Logik des ÖPNV. Der gegenwärtige Wabentarif definiert das Stadtgebiet Frankfurt [am Main] als einheitliche Tarifzone, in der für jede Fahrt [...] dasselbe Entgelt zu entrichten ist. So hat der Wabentarif einen solidarischen Effekt, indem er eine kostengünstige öffentliche Mobilität auch für diejenigen ermöglicht, die außerhalb der innenstadtnahen Quartiere leben und arbeiten. [...] Vor dem Hintergrund, dass bezahlbarer Wohnraum eher an den Stadträndern und weniger im ÖPNV-verdichteten Zentrum vorhanden ist, stellt sich die Frage, inwiefern Personen mit geringen finanziellen Einkünften vom neuen [kilometerbasierten] Tarifmodell profitieren werden. (Schwerdtfeger 2021, S. 7–8)*

Denkbar im Sinne einer sozial gerechten Lösung wäre wiederum ein einfacher und günstiger Fahrpreis, der allerdings dem Ziel des wirtschaftlichen Betriebs (bzw. dem Anliegen eines möglichst geringen öffentlichen Verlustausgleichs) widerspräche.

**Abbildung 8: Zielkonflikt der Tarifplanung.**



**Quelle:** Eigene Darstellung, basierend auf dem Fachinterview mit dem HVV-Tarifreferenten Carsten Senkbeil (Aberle und Daubitz 27.08.2020, Minute 23-27).

Aus Fahrgastsicht soll ein Tarif das optimale Verkehrsangebot zum besten Preis zugänglich machen. Für Einkommensarme sind dabei die Kosten alltagsprägend. Wie Befragte im Projekt *MobileInclusion* äußerten, richteten sie ihren Verkehrsalltag nach den ÖPNV-Zahlungsgrenzen aus, was insbesondere in Hamburg berichtet wurde. Das Abonnement spielte kaum eine Rolle, weil es in Hamburg – vier Jahre vor dem bezuschussten Deutschlandticket – vergleichsweise teuer war. Stattdessen nutzten sie in der Regel den Bartarif, um Alltagsziele zu erreichen (Abschnitt 1.1; Daubitz und Aberle 2020a). Auch die VBB-Verkaufstatistik der Sozialtarife im Landkreis Dahme-Spreewald deutet darauf hin, dass Menschen in Armut – auch im peripheren Verbundgebiet – den Bartarif als wichtig erachteten: 97 Prozent der verkauften Sozialtickets entfielen im Jahr 2008 auf den Bartarif, davon 75 Prozentpunkte auf Einzelfahrten. Besonders für kurze Distanzen war der regionale Sozialtarif stark nachgefragt (Landkreis Dahme-Spreewald 05.05.2009; n = 30 434; Die Pressemitteilung enthält einen Rundungsfehler). Mit Blick auf die Bedürfnisse einkommensarmer Fahrgäste wird der ÖPNV-Tarif in dieser Arbeit daher folgendermaßen definiert:

Der Bartarif umfasst Einzelfahrkarten für Erwachsene, die bis zu 2,30 EUR kosten, entsprechend der günstigsten HVV-Preisstufe im Regeltarif. Zur Herleitung des Budgets siehe Abschnitt 3.2.3.

#### **1.4.7 Erreichbarkeit**

Diese Arbeit versteht Erreichbarkeit als Lagegunst, die von Raumstruktur und Verkehrsangebot abhängt und durch einen Widerstand operationalisiert wird. Bemessen wird sie am Aufwand, um verschiedene Zielgelegenheiten zu erreichen, der in der Regel in Minuten Reisezeit ausgedrückt wird, siehe hierzu die Definition im Abschnitt 2.1.1.

Die Tarif-Erreichbarkeit ergänzt die konventionellen auf Reisezeit basierenden Messverfahren um den Aspekt der finanziellen Kosten, siehe die ausführliche Herleitung im Abschnitt 3.2.3.

#### **1.4.8 Urban, Rural**

Diese Arbeit unterscheidet zwei Raumtypen, wobei die Unterscheidung im Wesentlichen der *RegioStaR*-Raumtypologie des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung folgt. Der Raumtyp *urban* beschreibt Gebiete mit städtischer Struktur und einer vergleichsweise großen Bevölkerungsdichte. Der Raumtyp *rural* dagegen beschreibt Gebiete mit einer vorörtlichen bis dörflichen Raumstruktur und dünner Besiedelung. Die Herleitung der Untersuchungsräume wird ausführlich im Abschnitt 3.1.1 beschrieben. Zur Bedeutung der Unterscheidung in Bezug auf den ÖPNV siehe auch Abschnitt 2.1.6.

#### **1.4.9 Bevölkerungsdichte**

Die Bevölkerungsdichte wird als Anzahl gemeldeter Personen pro Flächeneinheit definiert. Im Falle dieser Arbeit sind dies Personen je Hektar. Die Dichte zeigt starke Wechselwirkungen mit der Zentralität und dem ÖPNV-Angebotsniveau, siehe dazu Abschnitt 2.1.6. Zur Abgrenzung gegenüber der Siedlungsdichte siehe Diskussion in Abschnitt 5.2.4.

## 2 Theorie zu ÖPNV-Erreichbarkeit, Dichte und Armut

Nachdem die Forschungsleitenden Fragen hergeleitet sind, verschafft dieses Kapitel eingangs einen Überblick über bestehende Erkenntnisse. In einer umfassenden Literaturschau werden die internationalen Befunde aufbereitet, die sich auf Nahverkehrsplanung, Dichte, Erreichbarkeit und Armut beziehen. Auf dieser Grundlage werden anschließend 13 Arbeitshypothesen für den empirischen Teil der Forschungsarbeit aufgestellt.

### 2.1 Forschungsstand: ÖPNV-Erreichbarkeit, Dichte und Armut

Die Planung und die Entstehung von Erreichbarkeit im Öffentlichen Personennahverkehr folgen Gesetzmäßigkeiten, die in diesem Abschnitt erörtert werden. Vorgestellt werden zunächst gängige Verfahren, um Erreichbarkeit zu messen sowie etablierte und neue Akteure, die es tun. Darüber hinaus wird der Zusammenhang zwischen Erreichbarkeit und Einkommensarmut sowie Bevölkerungsdichte behandelt. Es wird ein Überblick über den Forschungsstand zum Spannungsfeld zwischen ÖPNV-Angebot, Tarif und Armut präsentiert. Anschließend werden Maßnahmen aus der internationalen Planungspraxis erörtert, um Mobilitätsarmut zu lindern und ein Zwischenfazit wird abgeleitet.

#### 2.1.1 Erreichbarkeit in Forschung und Anwendung

Die ÖPNV-Erreichbarkeit als Messgröße für Teilhabechancen ist sowohl in der Forschung als auch in der internationalen Nahverkehrsplanung seit Langem etabliert. Als Klassiker in der Erreichbarkeitsforschung gilt die Definition des MIT-Forschers Walter G. Hansen als

*Maß für die räumliche Verteilung von Aktivitätszielen, gewichtet für die Fähigkeit und das Bedürfnis von Menschen, räumliche Trennung zu überwinden  
(Hansen 1959, S. 73; eigene Übersetzung)*

In seiner wegweisenden Arbeit entwickelte Hansen ein Maß, das die vorhandenen Zielgelegenheiten aufsummiert und am Raumwiderstand vom Ausgangspunkt aus gewichtet. Das beispielhafte Ergebnis ist die Anzahl der Arbeitsplätze in der Region Washington, die innerhalb verschiedener Reisezeitbudgets mit dem MIV erreicht werden können. Dieser Indikator wird nach seinem Entwickler als *Hansen Accessibility* bezeichnet (Levinson und Wu 2020). Bis in die Gegenwart wird üblicherweise die Erreichbarkeit von Arbeitsplätzen untersucht, da Arbeitstätigkeit als wichtiger Faktor für die Lebenszufriedenheit gilt, und fließt teilweise in die kommunale Verkehrsentwicklungsplanung ein (bspw. Transport for London 2006, S. 25). In einigen Untersuchungen wird die Erreichbarkeit von Arbeitsplätzen nach Qualifikationsniveau oder nach Gehaltsklasse differenziert (etwa Manaugh und El-Geneidy 2012; Foth et al. 2013; Karner 2018; Da Silva et al. 2022). Darüber hinaus wurden und werden Erreichbarkeitsindikatoren auch für andere Zielkategorien genutzt, etwa für den Einzelhandel (Ferguson et al. 2012), für Erholungsflächen (Delmelle und Casas 2012) Arztpraxen (ebd.; Paez et al. 2010) oder Intensivstationen mit Beatmungsgerät (Pereira et al. 2021). Eine ausführliche Methodenschau zahlreicher Erreichbarkeitsindikatoren präsentieren Geurs und van Wee (2004).

Erweitert wurde die Hansen Accessibility um verschiedene Nutzenfunktionen (Neuburger 1971) und um Distance-Decay-Funktionen, die das nicht-lineare Verhältnis aus Distanz und Erreichbarkeit modellieren (Ingram 1971). Auch die optimale Verteilung von Aktivitätszielen im Raum im Zielkonflikt von Versorgungsgerechtigkeit und -effizienz wurde bereits in den 70er-Jahren modelliert, allerdings in einer künstlichen Raumstruktur ohne Variation der Bevölkerungsdichte und ohne natürliche räumliche Barrieren (McAllister 1976). Auch wurden zu dieser Zeit in US-Forschungseinrichtungen bereits Verfahren entwickelt, um ÖPNV-Erreichbarkeit zu messen (Wachs und Kumagai 1973: Hansen Accessibility für Krankenhäuser im Vergleich MIV/ÖPNV; Sherman et al. 1974: Kumulierter Anteil an erreichbaren Aktivitätszielen nach Reisezeit). Forschende im UK griffen die Methoden auf und wendeten sie insbesondere auf den ländlichen Raum an (Moseley 1979; Searle 1987). Wie Delbosc und Currie (2011, S. 1253) resümieren, „bilden [diese Studien] die Grundlage für die Erreichbarkeitsplanung, wie wir sie heute verstehen“ (eigene Übersetzung). Bemerkenswerterweise betonen bereits die frühen Forschenden explizit die Relevanz der nicht-automobilen Erreichbarkeit für die Teilhabechancen marginalisierter Gruppen (etwa Kain 1968; Wachs und Kumagai 1973; Sherman et al. 1974; Moseley 1979; Pucher 1982).

Nachdem die Grundlagenforschung in den 1970er-Jahren ihren Höhepunkt erreicht hatte, sorgte die technische Innovation in der (Geo-)Informatik für Fortschritt. Steigende Rechenleistung und verbesserte Datenverfügbarkeit ermöglichten einen „neuen Schub in der Erreichbarkeitsforschung“, der von zunehmend detaillierten Modellen und Visualisierungen geprägt war (Schwarze 2015, S. 25). So wurde beispielsweise ein komplexer Index für die ÖPNV-Verbindung entwickelt, der auf sechs Variablen des Verkehrsangebots und der Landnutzung aufbaut (Welch und Mishra 2013). Ein weiterer Index beruht auf elf Eingangsgrößen des ÖPNV-Systems und berücksichtigt fahrplanfeine Anschlusszeiten als Proxy für die wahrgenommene „Geschmeidigkeit der Umstiege“ (Kaplan et al. 2014, S. 84). Im Englischen werden solche ÖPNV-basierten Erreichbarkeitsindikatoren auch als *Public Transport Accessibility Levels* (PTAL) bezeichnet (Kerrigan und Bull 1992; Wu und Hine 2003, S. 308–309).

Die automatisierte Berechnung der PTAL und die Verknüpfung mit Sozialdaten findet sich in konzeptioneller Form seit Anfang der 1990er-Jahre in der Fachliteratur (Kerrigan und Bull 1992). Auch die ersten angewandten Untersuchungen des Zusammenhangs aus ÖPNV-Erreichbarkeit und Teilhabechancen stammen aus dieser Zeit, etwa indem Service-Kilometer als Proxy für das Nahverkehrsangebot herangezogen und mit Sozialdaten verschnitten wurden (Currie und Wallis 1992; zitiert nach Delbosc und Currie 2011) oder in Form eines multifaktoriellen Erreichbarkeits-Index (Wu und Hine 2003 in einer Fallstudie für Nordirland, die hypothetische Angebotsveränderungen modelliert). Für einen weiteren Schub sorgte die Verbreitung der *General Transit Feed Specification* (GTFS) in den 2010er-Jahren, die den Austausch von Fahrplan- und Betriebsdaten erlaubt. Das Format ist von unschätzbarem Wert für die Erreichbarkeitsforschung (Karner 2018) und gilt als de-facto-Standard, der neben der wissenschaftlichen Anwendung auch unter anderem für ÖPNV-Netzmodelle und Fahrplanauskünfte eingesetzt wird.

Weil sich Erreichbarkeit letztlich immer auf die Bedürfnisse einzelner Personen(-gruppen) bezieht, lässt sich die Hansen Accessibility entsprechend ausgestalten, was auch zunehmend geschieht: Die „explicit accessibility“ etwa drückt aus, wie viele Ziele von einem Ausgangspunkt zu einem bestimmten Zweck erreicht werden können – für eine definierte Gruppe, zu

festgelegter Uhrzeit, mit einem bestimmten Verkehrsmittel, für eine gewählte Aktivität, gemessen an definierten Kosten und einer spezifischen Widerstandsschwelle (Levinson und Wu 2020, S. 132). Wie Levinson und Wu selbst anmerken, erscheint dieser Ansatz kleinlich – er illustriert aber die Komplexität des Phänomens Erreichbarkeit und seiner Messung (ebd.). Auch in der Anwendung werden Erreichbarkeits- und Verkehrsmodelle zunehmend bis auf die Agenten-Ebene disaggregiert. Dank stetig günstiger werdender Kapazität ist heute die Rechenleistung kaum mehr ein begrenzender Faktor. Peter sieht darin nicht nur Chancen, sondern erkennt das Risiko eines Rebound-Effekts: „[Die] Leistungsgewinne werden [...] nicht ausschließlich in reduzierte Rechenzeiten investiert, sondern auch in zusätzliche Rechenbedarfe übersetzt“ (Peter 2021, S. 18–19). Angesichts des Potenzials von *Big Data* erkennt Peter die Versuchung, ohne nennenswerten Erkenntnisgewinn immer feiner zu modellieren, und mahnt:

*[Es] sollten die theoretischen Grundlagen von Erreichbarkeitsmodellen weiterentwickelt und nicht lediglich die Grenzen des technisch Machbaren ausgereizt werden. (Peter 2021, S. 19)*

Während die Erreichbarkeitsmessung sich lange auf den motorisierten Verkehr und auf die regionale bis nationale Ebene konzentrierte, rücken seit der Jahrtausendwende nichtmotorisierte Verkehrsmittel sowie die kleinräumige Erreichbarkeit in den Fokus. Schwarze (2015, S. 25) nennt das Vereinigte Königreich als Vorreiter, das mit seinem *Accessibility Planning* im Jahr 2006 ein obligatorisches Instrument einführte, um die Mobilitätschancen insbesondere von Randgruppen zu sichern: Im Fünf-Jahres-Turnus musste jede Kommune aktuelle Kennwerte für ÖPNV und Radverkehr berichten und ggf. Maßnahmen ausarbeiten, um die örtliche Erreichbarkeit zu verbessern. Nach einem Regierungswechsel im Jahr 2010 wurde die gesetzliche Pflicht allerdings wieder abgeschafft (Schwarze 2015, S. 69–73; Peter 2021, S. 34). Seitdem bleibt der Vorstoß von 2006 einzigartig; der jüngste FGSV-Arbeitskreis konnte keinen Fall ausfindig machen, in dem die Erreichbarkeit seitdem mit einer Rechtsnorm hinterlegt worden wäre (Rammert 2025).

Auch in Deutschland werden kleinräumige Modelle etwa seit der Jahrtausendwende eingesetzt; Schwarze datiert den ersten Einsatz auf 2006 (Schwarze 2015, S. 100). Im Allgemeinen lässt sich ein Trend zu kleinräumigen und auf individuelle Lebenslagen zielenden Modellen verzeichnen (van der Vlugt 2025). Für die Entwicklung eines kleinräumigen Modells für die Metropolregion Hamburg definiert Peter die Erreichbarkeit wie folgt:

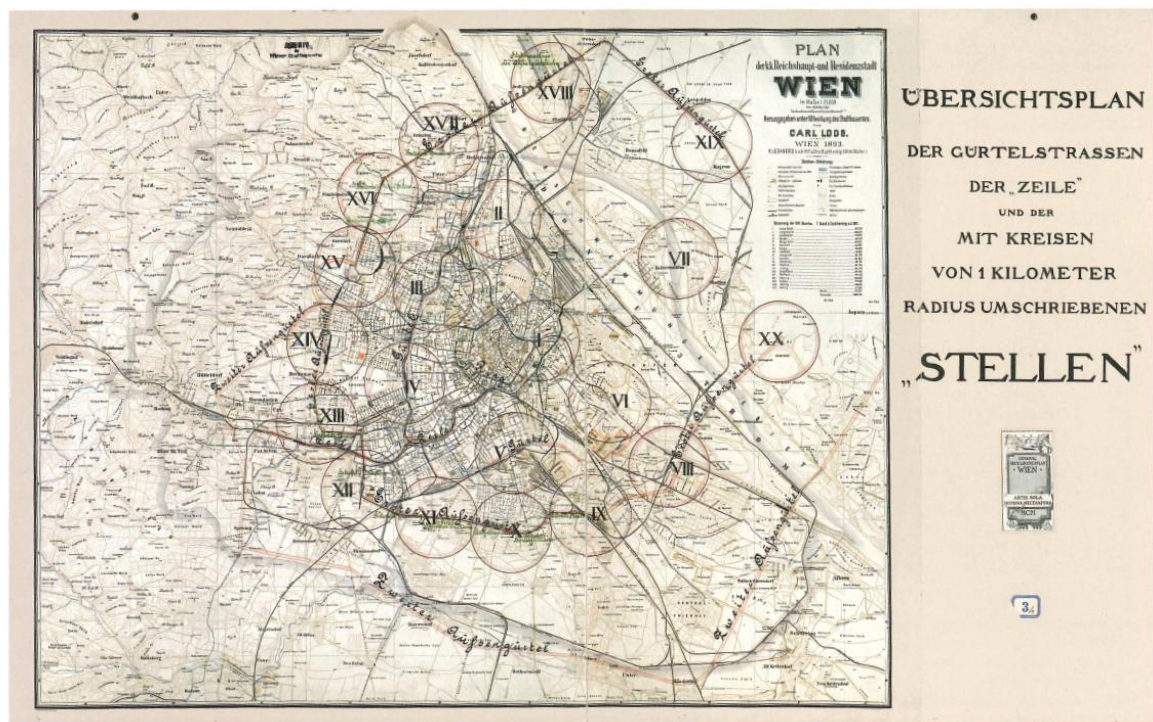
*Erreichbarkeit ist der an einem Standort erforderliche Aufwand, um Gelegenheiten mit unterschiedlichen Verkehrsmitteln und zu einem bestimmten Zeitpunkt zu erreichen. (Peter 2021, S. 7)*

Diese Definition baut auf den frühen Arbeiten von Hansen (1959) und Ingram (1971) auf, wobei Peter einen Fokus auf die standortbezogene Erreichbarkeit legt, die er als „Grundlage für alle methodischen Weiterentwicklungen“ bezeichnet (S. 7). Peters Definition wird in dieser Arbeit als Grundlage herangezogen. Der Indikator der Tarif-Ereichbarkeit wird im Methodenkapitel hergeleitet (Abschnitt 3.2.3).

## 2.1.2 Reiseaufwands- und Kumulationsindikatoren, Definition der Tarif-Erreichbarkeit

Das Konzept der räumlich-zeitlichen Erreichbarkeit ist lange vor der hier beschriebenen Hochphase des 20. Jahrhunderts entstanden. Abbildung 9 zeigt das Einzugsgebiet der geplanten Stadtbahn-Haltestellen in Wien aus dem Jahr 1893. Auch eine Weltkarte mit Reisezeiten gemessen in Tagen von London aus, war bereits 1881 von der Royal Geographical Society publiziert worden (Galton 1881).

**Abbildung 9: Historische Karte der Wiener Stadtbahn-Haltestellen aus dem Jahr 1893.**

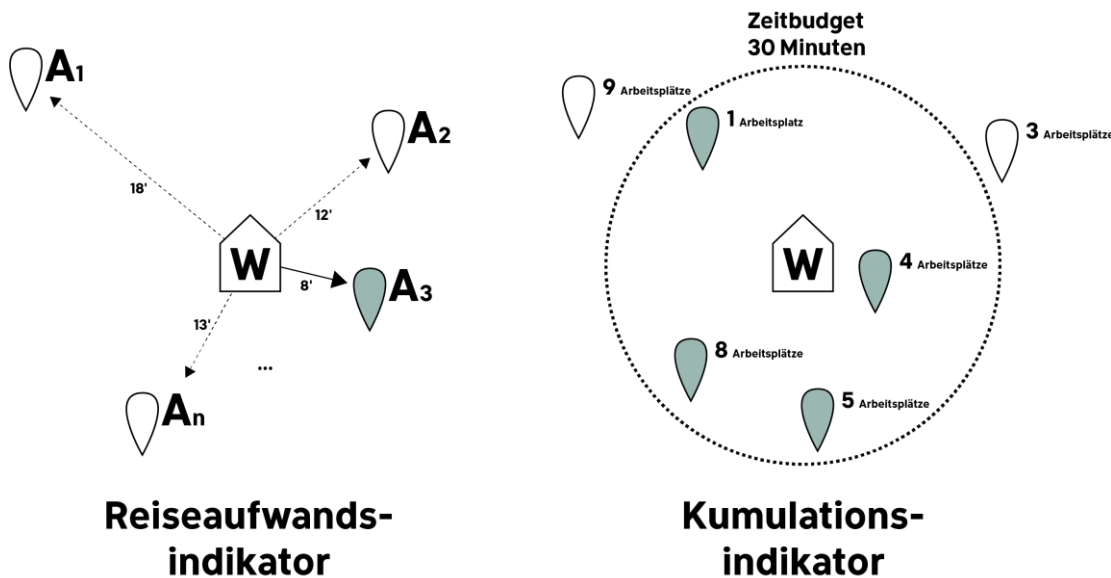


**Quelle:** Gemeinfrei, auch abgedruckt in Koerner 2017, S. 39. Gut erkennbar ist das Prinzip des Luftlinienradius, das bis heute Anwendung findet.

Beide genannten historischen Karten dokumentieren bereits das Konzept, auf dem bis heute die Messung der räumlichen Erreichbarkeit basiert. In der zeitgenössischen Anwendung, also in der kommunalen Planung des Verkehrs und der Daseinsvorsorge, haben sich zwei Klassen von Indikatoren durchgesetzt: Die *Reiseaufwandsindikatoren* bilden den Raumwiderstand bis zur nächsten Einrichtung ab, also beispielsweise die Reisezeit von einem Wohnstandort bis zur nächstgelegenen Schule mit Oberstufe. Die *Kumulationsindikatoren* dagegen summieren alle Einrichtungen auf, die sich mit einem gegebenen Zeit- oder Distanzbudget erreichen lassen. Dieser Indikator kann auf das ÖPNV-System bezogen werden, etwa wenn Aktivitätsziele im 400-Meter-Radius um eine Bushaltestelle verglichen werden wie in Merseyside/UK (Church et al. 2000, S. 201). Er wird aber auch bereits seit den 1970er-Jahren auf Wohnorte angewendet, etwa in der Fallstudie von Wachs und Kumagai (1973) für Los Angeles/USA. Auch die schwedische Fachliteratur dieser Zeit beschreibt Kumulationsindikatoren für Erreichbarkeit, die

sogar teilweise bereits nach Radius und nach demografischen Merkmalen differenziert sind (Transportforschungsdelegationen 1981a, 1:7-1:17; 1981b, 5:3). Abbildung 10 vergleicht das Grundprinzip der beiden Indikatorentypen.

**Abbildung 10: Reiseaufwandsindikator und Kumulationsindikator für Arbeitsplätze, in schematischer Darstellung.**



**Quelle:** Eigene Darstellung Nach Peter 2021, S. 164 bzw. 167. Links wird der Standort des Arbeitsplatzes zurückgegeben, der mit dem kürzesten Aufwand erreichbar ist (hier Standort **A<sub>3</sub>** mit 8 Minuten Reisezeit). Rechts werden alle Arbeitsplätze aufsummiert, die mit einem gegebenen Budget erreichbar sind (hier 18 Arbeitsplätze an 4 Standorten). **W** bezeichnet den Wohnstandort.

Für die theoretische Herleitung dieser und weiterer Indikatoren sei auf das Kapitel 3 von Schwarze (2015) verwiesen; Ihre Relevanz für die Planungspraxis diskutiert Peter (2021) ausführlich in seinem Kapitel 1.2. Die oben eingeführte *Hansen Accessibility* ist beispielsweise ein Kumulationsindikator. Auch die in dieser Arbeit entwickelte Tarif-Erreichbarkeit (englisch: *Fare Accessibility*) zählt zu den Kumulationsindikatoren, sie wird folgendermaßen definiert:

Die Tarif-Erreichbarkeit misst die Gesamtheit aller Aktivitätsziele, die sich mit einem finanziellen Budget von einem Standort aus im ÖPNV im Bartarif erreichen lassen.

Die Tarif-Erreichbarkeit basiert somit im Kern auf Hansens Idee. Sie summiert Zielgelegenheiten auf, die innerhalb eines gegebenen Geldbudgets erreichbar sind. Die Berechnungsmethode und die tariflichen Annahmen werden ausführlich in Abschnitt 3.2.3 dieser Arbeit dargelegt.

### 2.1.3 Finanzielle Erreichbarkeitsmaße in der Anwendung

Wie sich in der Fachliteratur zeigt, stellt die Operationalisierung der ÖPNV-Erreichbarkeit über den Preis in der Anwendung eine Ausnahme dar. Während die meisten Forschenden die Reisezeit und einige wenige die Reisedistanz als Widerstand heranziehen, finden monetäre Kosten selten Anwendung (El-Geneidy et al. 2016; Cui und Levinson 2019; Grengs 2015; Willberg et al. 2024), wobei ihre Relevanz vereinzelt durchaus anerkannt wird: „Für einkommensarme Gruppen stellt der Fahrpreis eine Erreichbarkeitsbarriere dar, da er einen großen Teil des

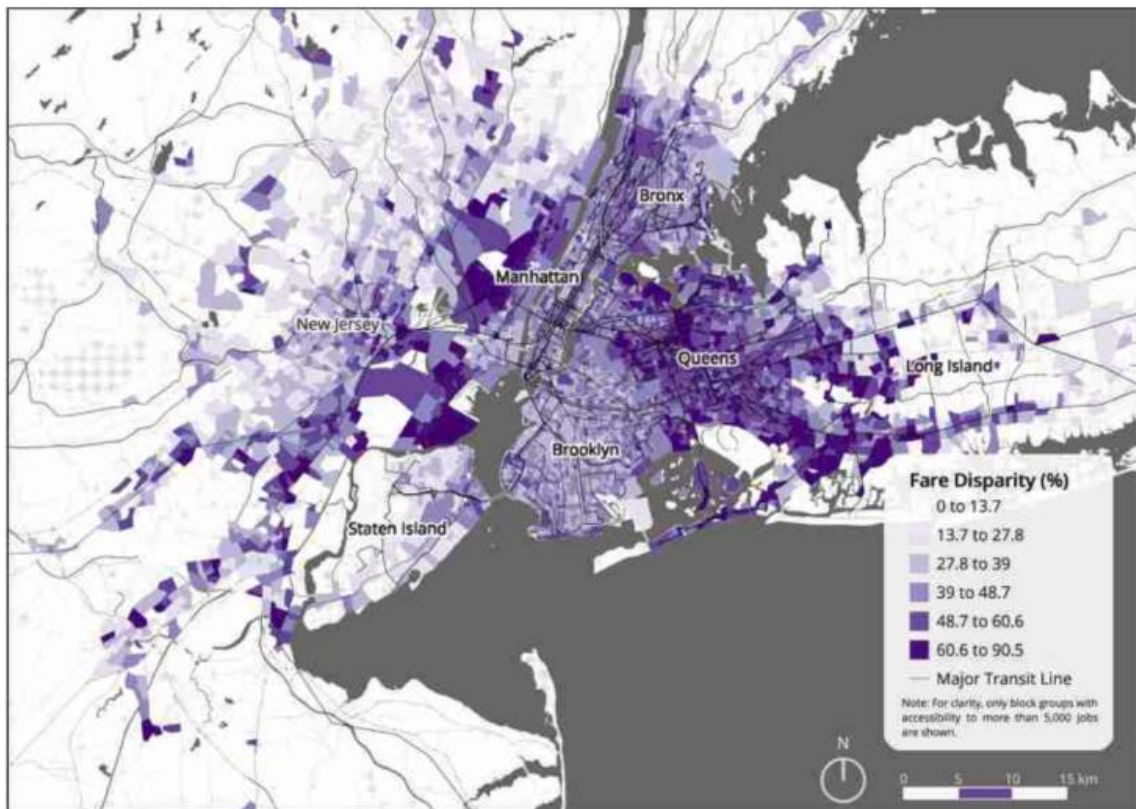
individuellen Budgets in Anspruch nehmen kann“ (El-Geneidy et al. 2016, S. 3; eigene Übersetzung). Doch „obwohl monetäre Überlegungen die Erreichbarkeit maßgeblich beeinflussen [...], hat noch niemand die Erreichbarkeit als Kombination aus Reisezeit und Fahrpreis gemessen“ (ebd., S. 7).

In der internationalen Forschung gibt es vereinzelte Versuche, Reisezeit und -distanz in finanzielle Kosten zu *monetarisieren* (etwa durch Goodwin 1974 mit einer grundsätzlichen Herleitung anhand der nationalen Verkehrserhebung Englands; Liu und Kwan 2020 in einer Fallstudie für die Region Chicago/USA; Abdelwahab et al. 2021 für Ridehailing-Dienste in Toronto/CAN) beziehungsweise den Fahrpreis zu *temporalisieren* (Levinson und Wu 2020, S. 135–136). Angestrebt wird ein Maß für die generalisierten Kosten aus Fahrgastsicht, die anhand des Wohnortes oder des verfügbaren Einkommens über verschiedene Gruppen hinweg verglichen werden können (Niemeier 1997; Liu und Kwan 2020). El-Geneidy et al. (2016) entwickeln ein solches generalisiertes Maß für den ÖPNV in Montréal/CAN, indem sie Fahrpreis und Reisezeit kombinieren. Sie gehen von Monatstickets aus und setzen ein Zeitbudget an, das dem lokalen Mindestlohn entspricht. Herszenhut et al. diskutieren die Relevanz des Tarifs für Erreichbarkeitsanalysen anhand einer Fallstudie in Rio de Janeiro/Brasilien. Sie bezweifeln, dass die gängige Praxis der rein reisezeitbezogenen Messung hinreicht, um Ungerechtigkeiten in der Verteilung zu erfassen: „Eine Untersuchung, die finanzielle Kosten nicht berücksichtigt [...], trifft die unrealistische Annahme, alle Individuen würden über ein unbeschränktes Verkehrsbudget verfügen.“ (Herszenhut et al. 2022, S. 24; eigene, sinngemäße Übersetzung). Auf ähnliche Weise argumentieren El-Geneidy et al. (2016, S. 3–4), dass eine reine zeitbasierte Betrachtung die Erreichbarkeit insbesondere einkommensarmer Bevölkerungsgruppen überschätzen kann.

Auch zahlreiche volkswirtschaftliche Arbeiten widmen sich der *Monetarisierung*, konzentrieren sich allerdings zumeist auf den MIV und versuchen die Kosten des (stockenden) Verkehrs zu beziffern; Litman (2019) präsentiert einen Überblick über etablierte Verfahren. Die Mehrheit beschränkt sich auch hier auf die Reisezeit (Boisjoly und El-Geneidy 2017), wie auch Willberg et al. (2024, S. 153) feststellen. Angesichts der stetig besser werdenden Datenlage regen sie an, die Forschungsmethoden weiterzuentwickeln und „die Erreichbarkeitskosten anhand monetärer, sicherheits-, gesundheits- und umweltbezogener Einflüsse [auszudrücken]“ (eigene, sinngemäße Übersetzung). Einen solchen methodischen Ansatz beschreibt Kinigadner (2020) im Rahmen ihres Dissertationsvorhabens, indem sie Erreichbarkeit anhand eines CO<sub>2</sub>-Budgets bemisst.

Wie Lucas (2012) resümiert, bedarf es im allgemeinen besserer Instrumente, um die Teilhabewirkung des ÖPNV-Angebots bewerten und daraus Vorgaben für öffentliche Ausschreibungen ableiten zu können. Ein methodischer Beitrag dazu ist kürzlich mit dem *TransitCenter Equity Dashboard* (TED) erschienen. US-amerikanische und kanadische Forschende präsentieren darin einen Bartarif-Erreichbarkeitsrechner (Da Silva et al. 2022), für den sie eine Fahrpreismatrix mit der Anzahl von Arbeitsplätzen im Niedriglohnsektor je Zensusblock verschneiden. Dies tun sie separat für den ganzen ÖPNV sowie für den ÖPNV ohne Premiumangebote (Pendlerzüge, Expressbusse, Premiumfähren). Daraus kalkulieren sie die „fractional fare disparity“, die den Unterschied in der Erreichbarkeit von Premium- und Nicht-Premium-Nutzern quantifiziert (S. 9). Dieses Maß legen sie für sieben US-Agglomerationen vor, wobei New York die größte Disparität aufweist. Dort ist also der Nutzen des Premiumangebots am größten – bzw. ist das Defizit für Betroffene besonders groß, die kein Geld für Premiumangebote zur Verfügung haben, um Niedriglohn-Arbeitsplätze zu erreichen.

**Abbildung 11: Fare disparity in New York.**



**Quelle:** Da Silva et al. 2022, S. 7 / Fig. 4a. Je dunkler ein Zensusblock, desto größer ist der Unterschied der Erreichbarkeit von Niedriglohn-Arbeitsplätzen zwischen Premium-ÖPNV und Nicht-Premium-ÖPNV.

Da das TED es zudem ermöglicht, die Erreichbarkeit ethnischer Gruppen zu vergleichen, hilft es dabei, die Benachteiligung von Minderheiten zu untersuchen. Für die weiße Bevölkerung liegt die Disparität in New York bei 25 Prozent, während Nicht-Weiße mit bis zu 39 Prozent eine stärkere Ungleichheit erfahren (ebd., S. 8 / Fig. 5a). Wie die Forschenden allerdings selbst anmerken, variiert das Bild. In Washington, D.C. zeigt sich ein umgekehrtes Muster (ebd., S. 12). Mit der Messung von Erreichbarkeit für ethnische Gruppen leisten Da Silva et al. einen großen Beitrag zur tarifbezogenen Erreichbarkeitsforschung. Denn, wie auch sie konstatieren: „Die überwiegende Mehrheit [...] lässt die Fahrpreise außer Acht“ (ebd., S. 2, eigene Übersetzung).

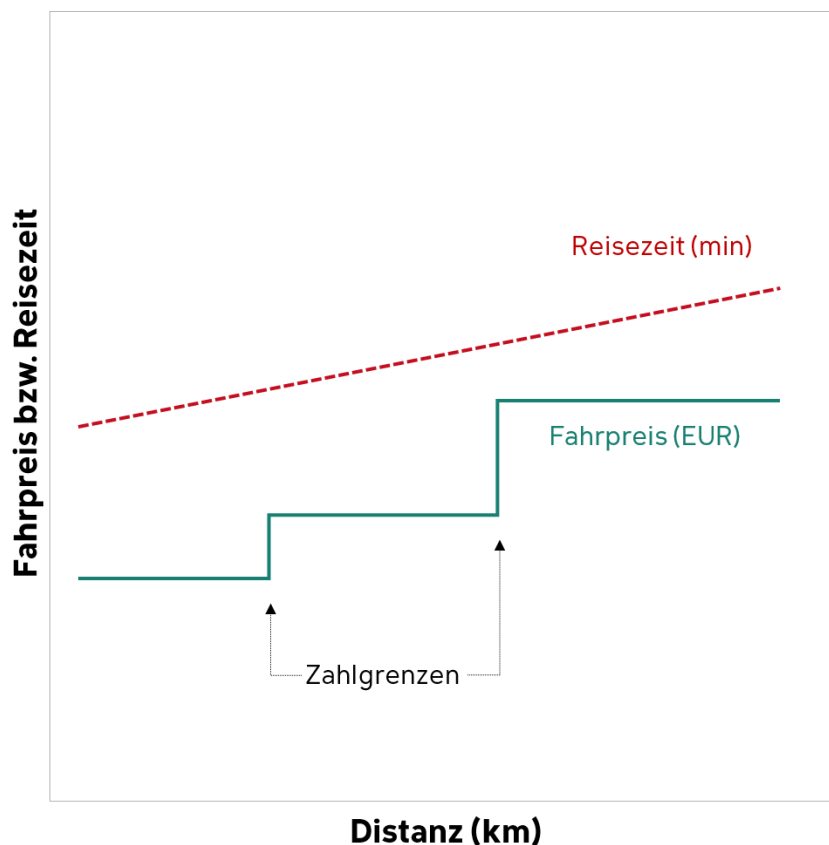
Die geringe Anzahl an Fallstudien lässt sich zum einen dadurch begründen, dass die Tarifsysteme nur unter großem Aufwand in die Netzmodelle zu übertragen sind, insbesondere wenn mehrere Verbünde oder Verkehrsunternehmen beteiligt sind (Peter 2021; Da Silva et al. 2022). Zum anderen stellen die komplexen Tarifsysteme eine große Herausforderung hinsichtlich der Operationalisierung der Erreichbarkeit und der Übertragbarkeit der Ergebnisse dar. Anders als Reisezeit und Reisedistanz lässt sich der Preis nicht als stetige Größe verstehen, die sich mit steigender Quelle-Ziel-Entfernung annähernd linear verhält. Stattdessen wirkt in den meisten (deutschen) Tarifsystemen ein nicht-linearer Zusammenhang von Preis und Distanz, wobei der Preis sprunghaft ansteigt, wenn eine Tarifgrenze überschritten wird (vgl. Abbildung 12). Hinzu kommt, dass der Tarif durch den verbundspezifischen Zuschnitt der Zahlgrenzen beeinflusst wird, was eine Verallgemeinerbarkeit des Preises, anders als bei Distanz und Reisezeit, erschwert.

Wie die Ergebnisse der Befragung im Projekt *MobileInclusion* nahelegen, wäre ein günstigerer Tarifzuschnitt womöglich sogar zweckmäßiger für die Teilhabechancen als eine Verstärkung des ÖPNV-Angebots, zumindest im großstädtischen Raum (Daubitz et al. 2023). Auch Preston und Rajé (2007) argumentieren, dass der Preis ein wirksameres Handlungsfeld ist als das Angebot:

*Es scheint eine inhärente Tendenz zu geben, mehr ÖPNV anzubieten [...]. Erreichbarkeitsplanung wird wahrscheinlich eher ein Überangebot an Buslinien verschärfen, als dass sie günstige Tarife brächte, die soziale Teilhabe ermöglichen, es sei denn, dies würde [in den ÖPNV-Ausschreibungen] geregelt.*

*(Preston und Rajé 2007, S. 159; eigene, sinngemäße Übersetzung)*

**Abbildung 12: Reisedistanz, Reisezeit und Fahrpreis, schematisch.**



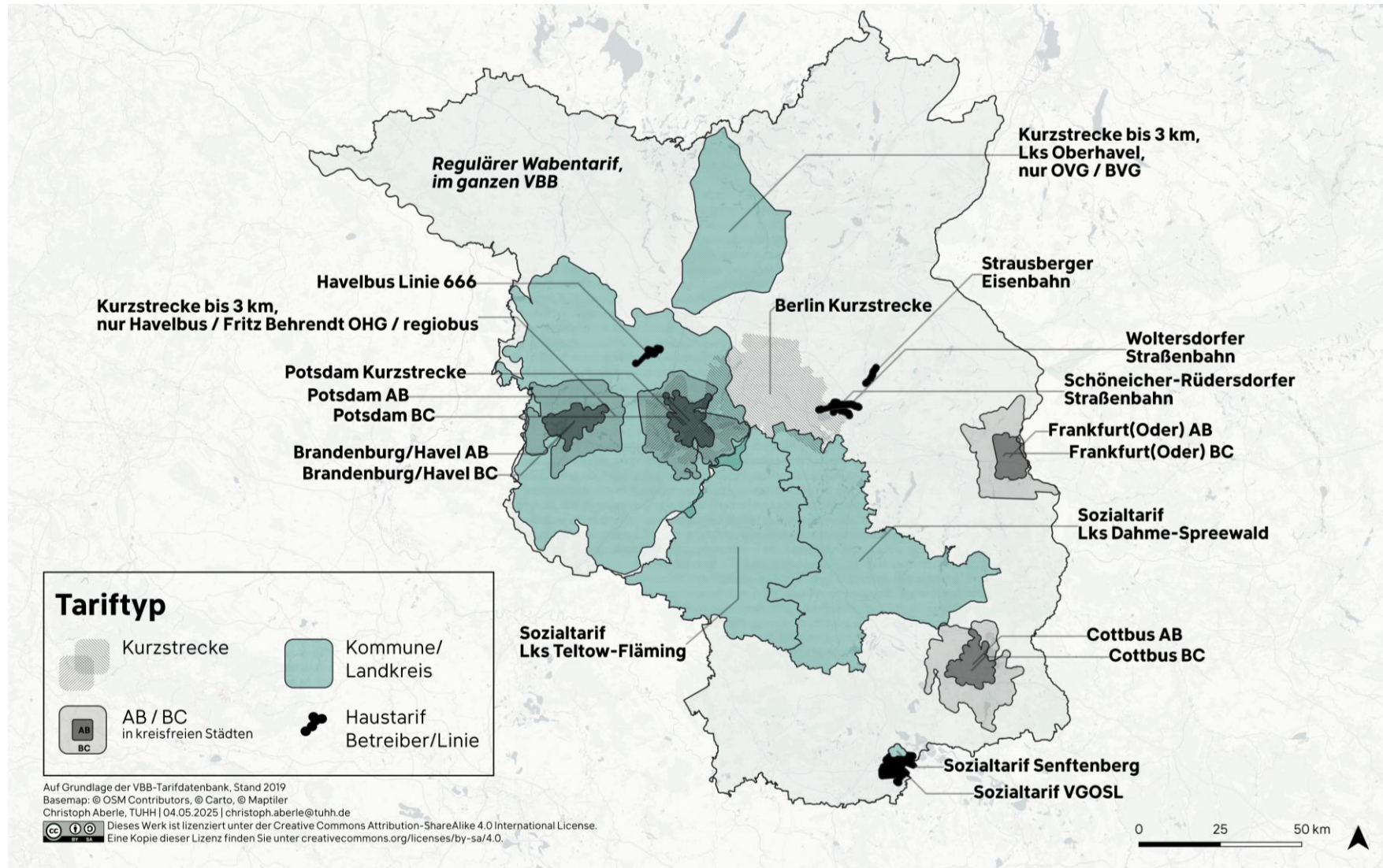
**Quelle:** Eigene Darstellung. Siehe auch Abbildung 14 auf der übernächsten Seite, die den Zusammenhang empirisch hinterlegt.

---

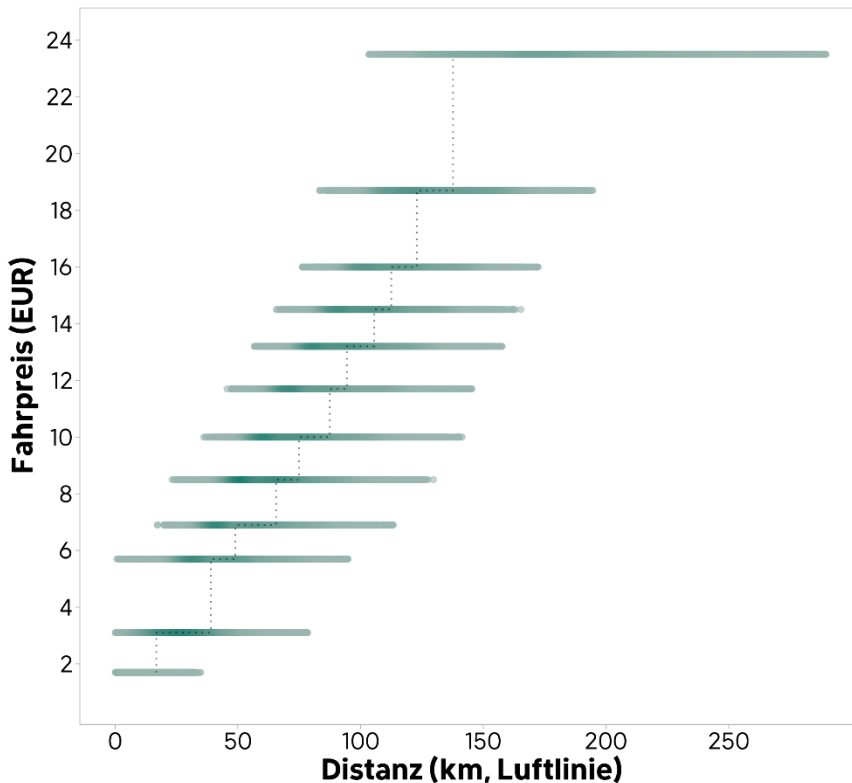
**Quelle zu Abbildung 13 auf der Folgeseite:** Eigene Darstellung auf Grundlage der VBB-Tarifdatenbank, Stand 2019. Es gibt 21 Tarife für ein Budget von 2,30 EUR. Die größte Überschneidung gibt es in Potsdam: An sechs Haltestellen in Geltow überschneiden sich die Gültigkeiten von fünf Tarifen (P0 – Kurzstrecke Potsdam – 1,50 EUR / G1 – Orte mit Stadtlinienverkehr Typ 1 – 1,30 EUR / P2 – Potsdam BC – 1,80 EUR / L2 – Landkreise bis 2 Waben – 1,50 EUR / 51640 – Kurzstreckentarif regiobus Potsdam Mittelmark – 1,30 EUR).

Eine Tarifkarte für den HVV ist in Abbildung 58 im Anhang A4 zu finden.

Abbildung 13: VBB-Tarife bis 2,30 EUR.



**Abbildung 14: Reisedistanz und Fahrpreis, anhand von VBB-Einzeltarifen.**



**Quelle:** Eigene Auswertung der VBB-Tarifdatenbank. n = 139 388 301 Relationen.

Je dunkler der Graph ist, desto mehr Relationen gibt es zu diesem Preis. Eingezeichnet ist auch der Median der Distanz, die der Fahrpreis erschließt. Die gestrichelte stufige Verteilung entspricht dem Schema in Abbildung 12. Datengrundlage sind etwa 139 Millionen Relationen, die für den VBB tarifiert wurden (vgl. Karte in Abbildung 13). Eine ähnliche Form der Darstellung wählen Da Silva et al. (2022, S. 6), die eine Regressionsgerade zeichnen. Mit  $R^2 = 0,75$  finden sie einen plausiblen und hoch signifikanten Zusammenhang für den Zusammenhang aus Distanz und Fahrpreis in der Region New Jersey.

#### **2.1.4 Die Implementation Gap zwischen Forschung und Fachplanung**

In einer Diskussion über die Standardisierung von Indikatoren mutmaßen Church et al. (2000), die Messung des Exklusionsrisikos werde sich auf eher simple Erreichbarkeitsmaße beschränken. Diese seien zwar nicht in der Lage, den komplexen Gegenstand hinreichend fein zu erfassen, allerdings könnten sie zumindest begünstigende Faktoren für die Exklusion abbilden, wie Church et al. an der Reisezeit deutlich machen: Diese sei relevant für geografische, ökonomische und zeitbasierte Formen der Ausgrenzung. Eine Verkürzung der Reisezeit, also eine Verbesserung der Erreichbarkeit zwischen Gebieten mit hoher Exklusionsquote und den Aktivitätszielen, könne daher „zu einem gewissen Teil die Wirksamkeit verkehrspolitischer Interventionen gegen die mobilitätsbezogene soziale Exklusion bewerten“ (Church et al. 2000, S. 201, eigene Übersetzung; im Wortlaut ist von „transport-related exclusion“ die Rede). Darüber hinaus ermöglichten es die einfachen Indikatoren, Erreichbarkeit stadtweit zu vergleichen, was durch andere Methoden, wie etwa Fokusgruppen in bestimmten Milieus, nicht möglich sei.

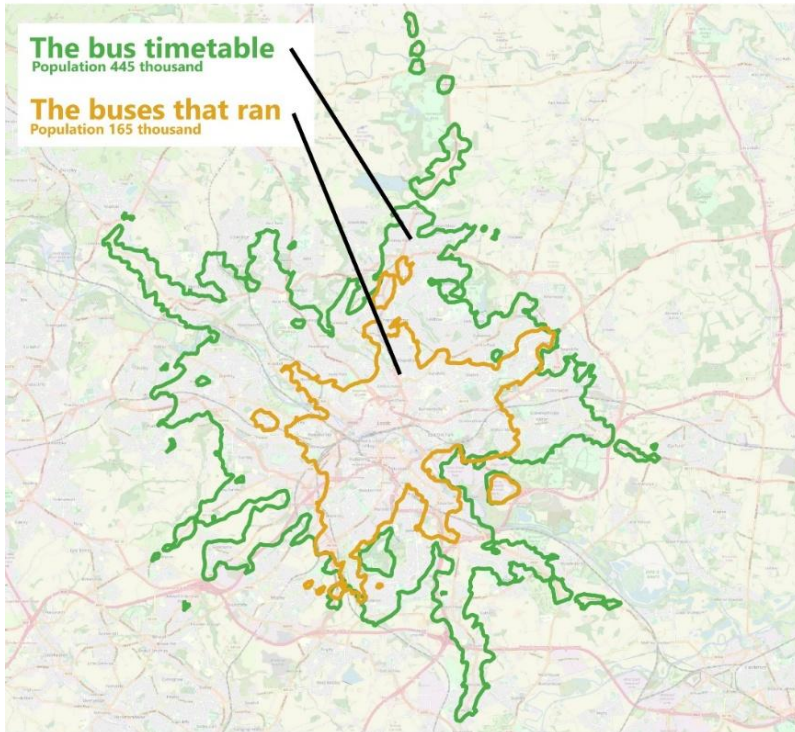
Wie sich der jüngeren Fachliteratur entnehmen lässt, erweist sich die Vermutung der britischen Forschenden als berechtigt. So werden in der kommunalen Planung in der Regel simple Maße verwendet, die mangels Standardisierung kaum vergleichbar sind und meist bloß anlassbezogen für einzelne Orte oder Regionen berechnet werden (Peter 2021, S. 22–23). Aus einer Erhebung unter Planenden aus 15 Ländern folgern te Brömmelstroet et al. (2016), dass präzisere Messwerkzeuge häufig als „komplexe, unflexible, unverständliche und starre Black Boxes“ angesehen werden (S. 1177; eigene Übersetzung). Auch eine Befragung von 18 Expert\*innen aus der deutschen Verwaltung benennt die Nutzerfreundlichkeit als wichtige Herausforderung für die Akzeptanz. Mangels Erfahrung mit GIS-basierter Spezialsoftware greifen Planende stattdessen auf niedrighschwellige Verfahren zurück, indem sie beispielsweise Reisezeiten in populären Kartendiensten wie *Google Maps* abfragen (Pusch 2020; insb. Abb. 1 und Abschnitt 4.1.). Auch Schwarze (2015, S. 101) bezeichnet den üblichen Umgang mit Erreichbarkeit als „intuiti[v], [...] relativ einfach und rudimentär“. Bessere Werkzeuge wurden eigentlich durch die Forschung längst bis zur Anwendungsreife entwickelt, als Beispiele dienen die Erreichbarkeitsatlanten der Metropolregionen Hamburg und München (Abschnitt 2.1.5) oder die im Auftrag des BBSR entwickelte Software *daviplan* mit einem integrierten Szenario-Modul und einer (für Fachleute) niedrighschwelligen Bedienungsfläche (Thorenz 2025). Trotz großer Bemühungen gehen solcherlei Ressourcen allerdings nur in begrenztem Umfang in die Planungspraxis über, was international als *Implementation Gap* diskutiert wird. Einen umfassenden Überblick über die Ursachen dieser Lücke und über Ansätze, sie zu überwinden, verschaffen Peter (2021) in seinem Kapitel 1.3 sowie Pusch (2020).

### **2.1.5 Open Data und neue Akteure in der Erreichbarkeitsplanung**

Erreichbarkeitsplanung ist keine eigene Disziplin, sondern liegt in der Schnittmenge der Raumplanung und der Verkehrsplanung, die jeweils fachlich und institutionell abgegrenzt sind, allerdings zunehmend integriert arbeiten (Wulfhorst 2025; Pfertner 2025). Erreichbarkeit und ihre Ungleichverteilung werden darüber hinaus zunehmend von Akteuren thematisiert, die nicht zu den klassischen Planungs-Institutionen oder Forschungseinrichtungen zählen. So verknüpft etwa die Datenredaktion des Tagesspiegel im Dossier *Verkehrslücken* die kartografische Darstellung von ÖPNV-Abfahrtsdaten in Berlin mit einer journalistischen Erzählung (Lehmann et al. 2017) und SPIEGEL Online legt eine GIS-basierte Analyse von Carsharing-Geschäftsgebieten in deutschen Großstädten vor (Tack et al. 2021). Beide Arbeiten beziehen sich explizit auf die sozialen Implikationen der Erreichbarkeit und kritisieren die Ungleichverteilung des Angebots zugunsten stark erschlossener Gebiete, während die randständig lebende Bevölkerung mit geringer Kaufkraft kaum Nutzen aus den Angeboten ziehen könne. Auch das Projekt *Mietenwatch* problematisiert indirekt ein Erreichbarkeitsdefizit von Menschen in Armut, indem es die Leistbarkeit von Wohnraum innerhalb und außerhalb des Berliner S-Bahn-Rings mit dem „Hartz IV“-Budget abgleicht (Miraß 2019). Der *ÖV-Atlas* des Thinktanks Agora Verkehrswende wertet gezielt die Fahrplan-Abfahrten im Nahverkehr aus und zeigt auf einer Deutschlandkarte Defizite im Verkehrsangebot auf (Agora Verkehrswende 2022). Ein Bürger aus Leeds/UK vergleicht die Soll-Abfahrten der örtlichen Busse mit den Ist-Abfahrten und folgert aus der Abweichung, dass zum Messzeitpunkt durch Verspätung weniger als 40 Prozent der geplanten Bevölkerung erreicht werden (Abbildung 15).

Abbildung 15: ÖPNV-Erreichbarkeit in Leeds/UK.

Places accessible within 45 minutes by bus from Leeds City Centre at 16:15 on 06/12/2022 according to,



**Quelle:** Forth (2023). Abgetragen ist die planmäßige Erreichbarkeit durch Busfahrten, die um 16:15 Uhr im Zentrum starteten (grün, größeres Polygon) im Vergleich zu den Echtzeitdaten (gelb) bei einem Reisezeitbudget von 45 Minuten. Das Delta zeigt die Auswirkungen von Bussen, die staubedingt nicht pünktlich verkehren. Der Autor folgert daraus, dass „die tatsächliche Bus-Erreichbarkeit in Leeds nicht einmal in der Nähe der fahrplanmäßig vorgesehenen liegt“ (eigene Übersetzung). Kritisch anzumerken ist, dass diesem Befund nur ein Messpunkt in der Hauptverkehrszeit zugrunde liegt.

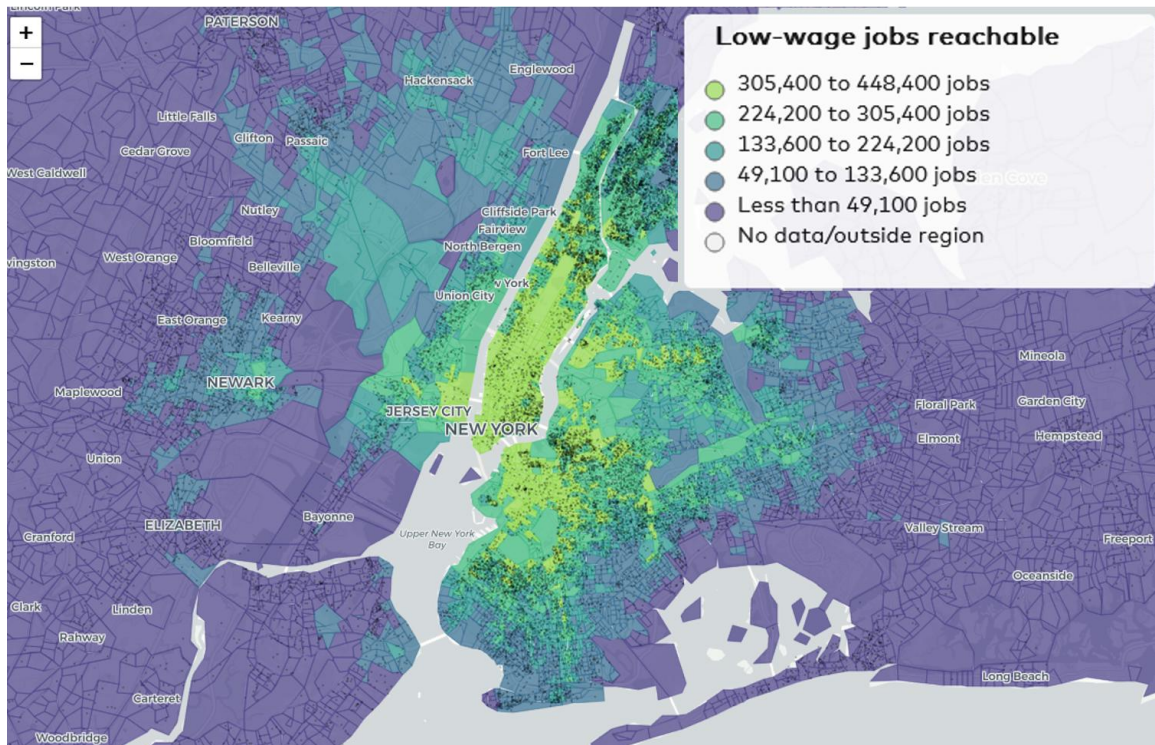
Die genannten Projekte basieren nahezu vollständig auf öffentlich zugänglichen Informationen. Im Rahmen ihrer Open-Data-Strategien, die maßgeblich durch die Zivilgesellschaft getrieben und begleitet werden, stellen Verwaltungen zunehmend Daten zur Verfügung (Titz 2022; Kubicek und Jarke 2020; Kapoor et al. 2022). Im ÖPNV halten Aufgabenträger und Verkehrsunternehmen u.a. Routen und Fahrpläne vor, die oftmals als GTFS-Feeds standardisiert sind. Öffentlich geförderte Forschungsprojekte bieten darüber hinaus umfassende aufbereitete Daten zur Weiternutzung, etwa in Form der Erreichbarkeitsatlanten für die Metropolregionen Hamburg und München. Sie wurden jeweils durch die ansässige Technische Universität entwickelt, stehen als interaktive Karten bereit und bieten eine Exportfunktion für Geodaten (Büttner et al. 2010; Peter und Gertz 2017). An der TU München wurde darauf aufbauend der *Mobility (In)justice Atlas* entwickelt, der soziale und verkehrliche Benachteiligung räumlich verschneidet und auf Gebiete mit hohem Risiko für Mobilitätsarmut<sup>9</sup> hinweist (Kamoun und Duran 2025).

---

<sup>9</sup> Im Atlas selbst unter [accessibility-atlas.de](https://accessibility-atlas.de) ist die Rede von „Verkehrsarmut“ (TUM 2024), aber gemäß der Begrifflichkeit dieser Arbeit handelt es sich um Mobilitätsarmut.

In den USA gibt es das bereits oben erwähnte *TransitCenter Equity Dashboard* (TED), das ÖPNV-Erreichbarkeit für sieben Agglomerationen visualisiert. Das TED stellt die Mobilitätschancen in den Mittelpunkt, es enthält etwa eine Preisschwelle im Bartarif für Niedriglohn-Arbeitsplätze (Abbildung 16; Da Silva et al. 2022); zum methodischen Hintergrund siehe auch Abschnitt 2.1.3. Auch der *Wohn- und Mobilitätskostenrechner* des HVV, der in seiner ersten Fassung 2009 online ging, modelliert die finanziellen Kosten für ÖPNV- und MIV-Pendelwege in der Metropolregion Hamburg auf Grundlage öffentlich verfügbarer Daten (HVV 2017).

**Abbildung 16: Screenshot aus dem „TransitCenter Equity Dashboard“ für New York City.**



**Quelle:** TransitCenter (2022). Die Einfärbung der Polygone zeigt die Anzahl der per ÖPNV in 60 Minuten erreichbaren Niedriglohn-Arbeitsplätze, mit einem Budget von 5 USD je Einzelfahrt. Der Fahrpreis ist nicht haltestellenfein berücksichtigt, sondern basiert auf den verwendeten Verkehrsmitteln (Premium/Nicht-Premium), siehe Abschnitt 2.1.3. Die schwarzen Punkte repräsentieren die Bevölkerung, hier je 100 gemeldete Personen unter der Armutsgrenze. Die Erreichbarkeit kann gesondert für alleinerziehende Mütter, autofreie Haushalte sowie verschiedene ethnische Gruppen dargestellt werden.

Bereits an dieser kleinen Auswahl datengetriebener Auswertungen lässt sich erkennen, dass mit den wachsenden Möglichkeiten durch Open Data auch die Vielfalt der Akteure wächst. Lag die Deutungshoheit noch bis in die 2010er-Jahre weitgehend bei Verkehrsplanungsämtern, Ingenieurbüros und Universitäten, so kann heute auch der interessierte Fahrgast mit Open-Source-Software und öffentlichen Daten eine halbwegs komplexe Erreichbarkeitsanalyse für eine Großstadt aufstellen – eine bemerkenswerte Entwicklung angesichts der *Implementation Gap* in der Fachplanung (Abschnitt 2.1.4). Ermächtigt durch Open Data und Transparenzgesetze, nutzen Medienredaktionen, NGOs und engagierte Laien die öffentlichen Ressourcen, legen Indikatoren an ihren Stadtraum an und politisieren vorhandene Erreichbarkeitsmängel.

## **2.1.6 Die Wechselwirkung zwischen ÖPNV-Erreichbarkeit und Bevölkerungsdichte**

ÖPNV-Erreichbarkeit und Bevölkerungsdichte stehen in einem Wechselverhältnis. Auf dieses Verhältnis geht dieser Abschnitt vertieft ein, um die argumentative Grundlage für die Dichte-bezogenen Arbeitshypothesen in Abschnitt 2.2 zu legen.

Zunächst zählen die Dichte und die Verteilung der Wohnlagen und Aktivitätsziele zu den Eingangsgrößen für die Angebotsplanung. Als hinreichend gilt ein ÖPNV-System laut dem Verband Deutscher Verkehrsunternehmen dann, wenn es 80 Prozent der Wohnbevölkerung erreicht (VDV 2019, S. 16; Schnieder 2015, S. 24) und dementsprechend werden Haltestellen und Linien an die vorhandene Raumstruktur angepasst, um im Sinne der Daseinsvorsorge ein möglichst gutes Verkehrsangebot zu schaffen. In verkehrswirtschaftlicher Hinsicht wirkt die Dichte maßgeblich auf das Bündelungspotenzial der Nachfrage und somit auf die Profitabilität des Angebots, da das Verkehrsunternehmen für die Beförderung weniger Personal und Fahrzeuge einsetzen muss (Schnieder 2015, Kap. 2; Seskin et al. 1996, S. 11; Mendiola et al. 2015; Mehler 2001, Kap. 4). Bereits eine Untersuchung der Hamburger Hochbahn aus den 1940er-Jahren benennt Mindestschwellen für den wirtschaftlichen Betrieb. Tabelle 3 stellt historische und zeitgenössische Dichtestandards aus der Planungspraxis gegenüber. Wenngleich die Schwellen teilweise stark voneinander abweichen, wird bei den Standards von 1941, 1982, 1987 und 2007 deutlich, dass die Mindestdichte nach der Gefäßgröße bzw. Kapazität des Verkehrsmittels gestaffelt ist.

**Tabelle 3: Minstdichten für den wirtschaftlichen Betrieb verschiedener Verkehrsmittel.**

Jahr	Raumbezug	Mindest-Siedlungsdichte (EW/ha)					Quelle
		Rufbus	Stadtbus	BRT	Tram	U-Bahn	
1941	Hamburg	-	15	-	40	180	Strupp 2010, S. 197
1982	Nordamerika	29	47	-	60	81	Pushkarev und Zupan 1982, S. 343
1987	Sacramento/USA	-	66 in 402 m Radius 33 > 402 m	-	66	-	Sacramento Rapid Transit 1987; nach Holtzclaw 1994, S. 14
1989	UK	-	30	-	-	-	Newman und Kenworthy 1989; nach Holtzclaw 1994, S. 14
2006	Globale Städte <sup>12</sup>	35 EW&Arbeitsplätze/ha, nicht nach Verkehrsmittel differenziert					Newman und Kenworthy 2006, S. 37
2007	Santa Clara/USA	-	17	63	-	-	VTA Transit 2007, S. 10
2021	Deutschland	-	-	-	20* Stadtbahn	-	Sommer und Deutsch 2021, S. 225

**Quelle:** Eigene Darstellung. Newman und Kenworthy (2006) betrachten nicht die Wirtschaftlichkeit, sondern leiten die Schwelle aus dem Verhältnis von Dichte und Energiedurchsatz ab. Die Studien weisen teilweise dwelling units/acre aus. Sie wurden in Personen/ha umgerechnet, indem vereinfachend die durchschnittliche Haushaltsgröße im Publikationsjahr in den USA herangezogen wurde (1982: 2,72 / 1987: 2,66 / 1989: 2,62; U.S. Census Bureau 2024). \*Publikation bezieht sich auf die Einwohnerdichte, nicht die Siedlungsdichte.

Auch die Fachliteratur beschreibt die Dichte als Determinante für ein erfolgreiches ÖPNV-Angebot. Pushkarev und Zupan (1982, S. 343) benennen drei Determinanten: (1) Die Dichte und Größe eines Ortskerns, der nicht dem Wohnen dient, (2) die Nähe der Wohnstandorte zum Ortskern und (3) die Bevölkerungsdichte in den Wohngebieten. Anhand exemplarischer Rechnungen für die USA ermitteln sie eine Minstdichte für verschiedene Verkehrsmittel. Für einen Rufbus nennen sie 11 Wohneinheiten/ha (3,5-5 dwelling units/acre)<sup>10</sup> und für eine Straßenbahn etwa 22 Wohneinheiten/ha (9 dwelling units/acre, als Mittelwert im geplanten

<sup>10</sup>Kritisch anzumerken ist, dass die Maßeinheit Wohneinheiten/ha sich nur bedingt eignet, um Längsschnittvergleiche anzustellen. Die stetig steigende Wohnfläche pro Kopf und sich verändernde Haushaltszusammensetzung verzerren das Bild, weil z.B. der Anteil an Single-Haushalten wächst. Geeigneter ist die Maßeinheit Personen/ha, die von einigen der genannten Studien verwendet wird.

Linienkorridor; ebd., Table 1). Interessanterweise liegt die Mindestschwelle somit nur doppelt so hoch wie für den Rufbus, was angesichts der Kapazität gering erscheint. Pushkarev und Zupan betonen das Potenzial der zentralen Nachverdichtung, dem sie den Faktor 17 zuschreiben, um ÖPNV-Nachfrage zu steigern, verglichen mit einer Verdichtung der Unterzentren im Umland.<sup>11</sup> Newman und Kenworthy (2006) kommen auf eine Mindestdichte von 35 Personen und Jobs/ha für hinreichenden ÖPNV, basierend auf Untersuchungen für 58 Metropolregionen<sup>12</sup> und Holtzclaw (1994, S. 13–15) nennt 10 bis 106 Wohneinheiten/ha Siedlungsfläche (4 – 43 dwelling units/acre) oder 464 000 bis 4,6 Millionen Quadratmeter Fläche sonstiger Nutzung<sup>13</sup> (5-50 million square feet), die für den wirtschaftlichen Betrieb verschiedener Verkehrsmittel notwendig sind. Anhand einer Längsschnittuntersuchung für Sydney und Melbourne/AUS beschreiben Newman und Kenworthy den Zusammenhang aus Dichte und Verkehrsverhalten als konstant über 20 Jahre hinweg (2006, S. 38–39). Auch für die Schweiz ist dieser Zusammenhang empirisch belegt, der auch für die Dichte von Dienstleistungen und Einzelhandel besteht (Bundesamt für Raumentwicklung 2018, S. 15–19; Datenstand 2015).

In Tabelle 3 fällt auf, dass die Mindestdichten in der Literatur stark variieren. Eine mögliche Erklärung für die Abweichung der letztgenannten Schwelle ist, dass sich die meisten Studien explizit auf die Siedlungsdichte beziehen (Personen je Hektar Siedlungs- und Verkehrsfläche), während Sommer und Deutsch die Bevölkerungsdichte betrachten (Personen je Hektar Fläche). Bei der Erhebung der Hochbahn aus dem Jahr 1941 fällt zudem das große Intervall zwischen Tram und U-Bahn auf.

In urbanisierten Gebieten kann der ÖPNV etwa das vier- bis achtfache der MIV-Verkehrsleistung abbilden (Holtzclaw 1990, zitiert nach Seskin et al. 1996, S. 12). Nelson/Nygaard Consulting Associates (1995) identifizieren auf Grundlage einer Regressionsrechnung für den Raum Oregon/USA die Wohn- und Arbeitsplatzdichte als stärkste Prädiktoren für ÖPNV-Nachfrage, die gemeinsam 93 Prozent der Varianz erklären (zitiert nach Seskin et al. 1996, S. 11). Cervero (1991) bestätigt dies für Pendelwege anhand einer Untersuchung 83 suburbaner Bürostandorte in den USA, wo die Dichte die stärkste von sechs Raumstruktur-Variablen ist. In einer Regression für die Region Los Angeles/USA erklärt die Siedlungsdichte 96 Prozent der Varianz der ÖPNV-Einstiege pro Kopf (Abbildung 17; Newman und Kenworthy 2006). Basierend auf einer Fallstudie für Melbourne/AUS bewerten die Forschenden den Einfluss des Urban Design, also der Aufteilung des Stadtraums in Verkehrsraum und sonstige Nutzung, als deutlich stärker als die Einkommensverteilung (ebd., S. 38).

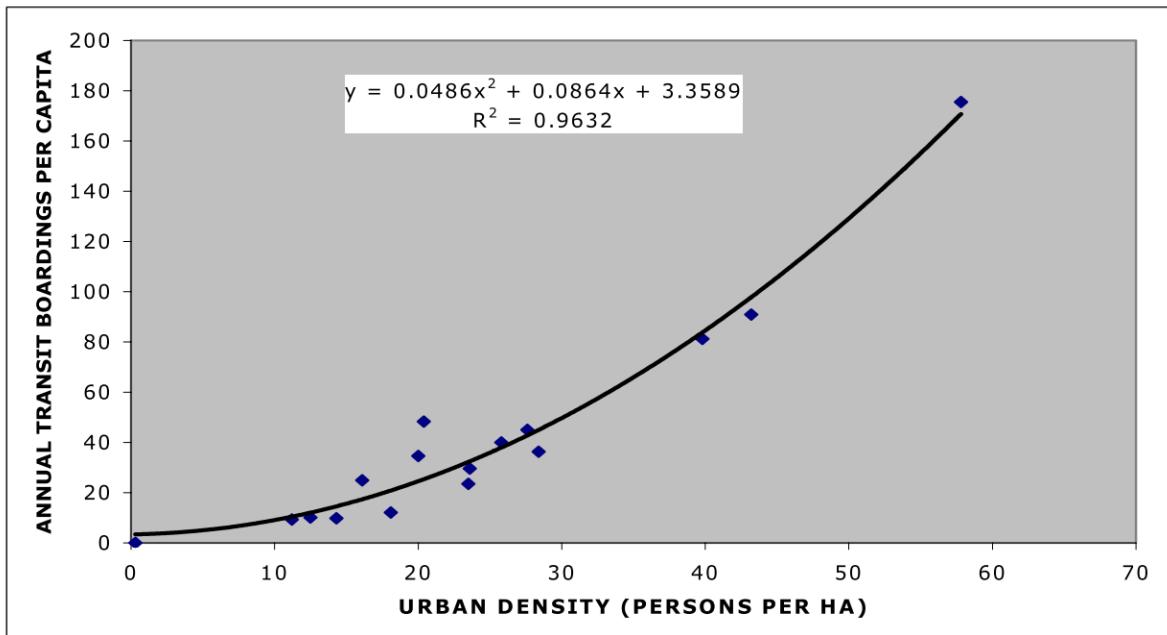
---

<sup>11</sup> Berechnungsgrundlage ist eine Regression auf Grundlage einer Haushaltsbefragung in der Region New York im Jahr 1968. Zur Methodik siehe Pushkarev und Zupan 1977, S. 56–63. Die Studie beziffert Potenziale zur Steigerung der ÖPNV-Nachfrage in Fahrten pro Flächeneinheit – geht allerdings kaum darauf ein, dass die Möglichkeit der Nachverdichtung ihrerseits vom Siedlungsbestand abhängt.

<sup>12</sup> Newman und Kenworthy betrachten Daten aus 58 Metropolregionen mit hohem Einkommen, die aus der *Millennium Cities Database for Sustainable Transport* stammen, die Daten für etwa 100 Städte für den Zeitraum 1960 bis 2000 enthält. Für eine Übersicht siehe Barter et al. 2003, Table 1.

<sup>13</sup> Die Kenngröße in den USA sind million square feet non-residential concentrations of activities. Das in Deutschland gängige Äquivalent sind die Quadratmeter Geschossfläche von Sondergebieten bzw. Einrichtungen des Gemeinbedarfs im Bosserhoff-Verfahren zur Abschätzung der Verkehrsnachfrage (Bosserhoff und Vogt 2006, S. 27–30).

**Abbildung 17: Siedlungsdichte und ÖPNV-Einstiege in der Region Los Angeles 1990.**



**Quelle:** Newman und Kenworthy (2006, S. 41). Die Dichte erklärt im Regressionsmodell mehr als 96 Prozent der Varianz der ÖPNV-Nachfrage.

Mitte der 1990er-Jahre befasste sich ein Arbeitskreis des Transportation Research Board (TRB), der nationalen Fachgesellschaft der USA, eingehend mit der Bedeutung der Dichte und Raumstruktur für den Nahverkehr (Seskin et al. 1996). In seiner Literaturschau stellt der Arbeitskreis fest, dass eine monozentrale urbane Struktur (ein so genanntes *Central Business District*) die beste Voraussetzung für einen hohen ÖPNV-Anteil der beruflichen Pendelwege schafft. Eine Dispersion der Arbeitsplätze hingegen, die in den USA und, weniger ausgeprägt, auch in Deutschland der Suburbanisierung der Wohnlagen folgte (Bühler und Kunert 2008, S. 91–93), führt zu deutlicher Verlagerung der Verkehrsnachfrage auf den MIV, während die Pendeldistanzen selbst sich kaum verändern (Seskin et al., S. 5). Doch auch in der regionalen Entwicklung sehen die Forschenden Chancen für den ÖPNV, wobei sie auch hier die Relevanz betonen, planerisch einzugreifen und Unterzentren entlang von Schienenkorridoren zu entwickeln und Park-and-Ride-Anlagen sowie Zubringerbusse zu etablieren (S. 14).

Als Mindestvoraussetzung für einen hinreichenden ÖPNV identifizieren Seskin et al. in ihrer Literaturschau eine Dichte von 30–40 Personen/ha bzw. 4–5 Arbeitsplätzen/ha (ebd., S. 15), basierend auf weltweiten Erhebungen in den 1980er- und 1990er-Jahren. Damit benennen sie die gleiche Größenordnung wie die o.g. Studien. Wie sie allerdings ausführen, basieren diese Standards auf kleinen Stichproben einzelner Regionen, in denen Störeinflüsse wie das Haushaltseinkommen oder die Landnutzung nicht korrigiert wurden. Auch weisen sie auf das Risiko einer tautologischen Argumentation hin, in der das erwartete Ergebnis die Annahmen der Analyse beeinflusst, etwa in Bezug auf die Taktfrequenz oder auf die modellierten Haltestellenabstände. Daraus leiten Seskin et al. den Praxishinweis ab, sich nicht zu sehr auf Mindestmaße zu verlassen. Stattdessen empfehlen sie, die tatsächlichen operativen Kosten pro Fahrgast in den Blick zu nehmen, die ortsabhängig variieren (ebd., S. 15–16).

Wie Johnson (2003, S. 32) resümiert, „zeigt nahezu jede Studie auf, dass die Dichte die wichtigste Determinante für ÖPNV-Fahrgastzahlen darstellt“ (eigene Übersetzung). Auf Grundlage einer linearen Regression der Einsteigerzahlen in den Twin Cities/USA stellt auch er fest, dass die Dichte der umgebenden Häuserblocks einen hoch signifikanten Einfluss auf die ÖPNV-Nachfrage hat. Auch eine umfangreiche Auswertung der nationalen Verkehrserhebung der USA bestätigt diesen Zusammenhang aus Raumstruktur und ÖPNV-Nutzung (Burchell et al. 2002, Kapitel XI; insb. Table 11.7 und 11.10). Regionalplaner Jeffrey Zupan fasst im Interview für eine Publikumszeitschrift zusammen:

*Der Schlüssel, [...] um den ÖPNV zu fördern, ist [...] eine hohe Dichte. Ab einer bestimmten Dichte [...] geschehen zwei Dinge: Erstens werden [...] mehr Menschen zu Fuß gehen oder mit dem Fahrrad fahren, und zweitens werden sie weniger Wege mit dem Auto und dafür mehr Fahrten mit dem ÖPNV zurücklegen. Die Schwelle liegt bei etwa 17 Wohnungen pro Hektar. Sobald diese Grenze überschritten ist, kann ein Verkehrsunternehmen Busse einsetzen, weil es [...] genug Fahrgäste hat, um eine vernünftige Bedienung zu rechtfertigen. (Owen 2004, S. 115; eigene, sinngemäße Übersetzung, Einheit umgerechnet von dwellings/acre)*

Ähnliche Evidenz für das Verhältnis aus Dichte und ÖPNV gibt es für europäische Gebiete (etwa Camagni et al. 2002 für Kommunen im Raum Mailand/IT; Traversi et al. 2006 für sieben italienische Regionen; beide mit Fokus auf Umweltwirkung). Auch dass die städtische Dichte die MIV-Nutzung zurückgehen lässt, ist vielfach empirisch dargestellt (Holtzclaw 1994 für 28 Regionen in Kalifornien/USA; Frank und Pivo 1994 für die Puget Sound-Region/USA; Pouyanne 2005 für die Metropolregion Bordeaux/FR mit Schwerpunkt auf die Nutzungsmischung; Newman und Kenworthy 2006 für 58 Regionen weltweit; Ewing et al. 2003 für 83 US-Metropolregionen; Hamidi et al. 2015 mit der gleichen Methodik für 221 US-Metropolregionen).

Mindestens 200 jüngere empirische Studien adressieren diesen Zusammenhang (Hamidi et al. 2015, S. 41). Auf Grundlage einer Meta-Analyse von 62 publizierten Befunden schreiben Ewing und Cervero (2010) der Bevölkerungsdichte allerdings kaum direkten Einfluss auf einen Rückgang der MIV-Verkehrsleistung zu. Stärker wirken demnach die Distanz zum Stadtzentrum, die Nutzungsmischung und die Distanz zur nächsten ÖPNV-Haltestelle. Alle drei stehen jedoch, wie Ewing und Cervero selbst betonen, in starkem Zusammenhang mit der Dichte. Diese bezeichnen sie daher als „intermediate variable“, die indirekt das Verkehrsverhalten beeinflusst (S. 276) – was die eingangs genannten Befunde zur ÖPNV-Erreichbarkeit untermauert.

Auch Frank et al. (2005) schreiben der Dichte keine direkte Wirkung zu, betonen aber die indirekte Relevanz für eine ÖPNV-orientierte Raumentwicklung. Die Bevölkerungsdichte benennen auch sie als Einflussfaktor etwa auf die Dichte der Verkehrskreuzungen oder auf die Nutzungsmischung, wie sie mittels anhand von Befragungsdaten für rund 4 500 Haushalte in der Region Seattle/USA feststellen (S. 55, 89, 101, 107).

In einem multivariaten Vergleich der nationalen Verkehrserhebungen der USA und Deutschlands bescheinigen Bühler und Kunert (2008, S. 31) der Raumordnungspolitik einen „indirekte[n] Einfluss“. Sie schreiben die Unterschiede im Verkehrsverhalten der Raumstruktur zu: In den USA werden deutlich längere Wege und anteilig mehr Wege mit dem MIV zurückgelegt. Die

dispersen Siedlungsstrukturen, so Bühler und Kunert, sorgen für einen Mehrbedarf an (motorisierter) Verkehrsleistung, während „deutsche Siedlungen, sogar ländliche Dörfer, generell kompakter und dichter besiedelt [sind]“ und somit weniger MIV-Verkehrsleistung induzieren (S. 34). Gemessen an der aufgeklärten Varianz für die MIV-Verkehrsleistung, schreiben sie der Raumstruktur 25 Prozent Wirksamkeit zu, wobei der Rest auf verkehrspolitische Maßnahmen und sozioökonomische Kennwerte entfällt (S. 135-136).<sup>14</sup> Die Dichte übt in dieser Untersuchung einen starken Einfluss auf die ÖPNV-Nachfrage aus, wobei der Effekt in Deutschland mehr als doppelt so groß ausfällt wie in den USA, was die Forschenden auf das vergleichsweise hohe deutsche Angebotsniveau zurückführen. Einen signifikanten Einfluss der Nutzungsmischung auf die Verkehrsmittelwahl finden sie nur für Deutschland (ebd.).

Wie auch Johnson (2003) einschränkt, können signifikante Befunde zwischen Dichte und Verkehrsverhalten in die Irre führen, da die Dichte stark mit anderen Variablen der Urbanität korreliert. Seskin et al. (1996) warnen ebenfalls vor einem Kausalschluss. Aus dem statistischen Zusammenhang zwischen Dichte und Abfahrten pro Kopf dürfe nicht abgeleitet werden, dass eine dichte Bebauung zwangsläufig zu einem hohen Modal Share bzw. einer hohen Nachfrage führt. Als mögliche weitere Einflussgrößen benennen sie das Angebotsniveau des ÖPNV und die Verfügbarkeit bzw. die Bepreisung öffentlicher Parkplätze sowie anhaltende individuelle Mobilitätsstile der ins Quartier gezogenen Menschen (S. 13). Von vielen Forschenden wird auch die residenzielle Selbstselektion debattiert, also der angenommene Einfluss einer gezielten Wohnstandortwahl, die den individuellen Einstellungen, Präferenzen und Anforderungen folgt (und wahrscheinlich auch den Mobilitätsstilen; vgl. Bruns 2015, S. 51–55). Wie Ewing und Cervero in ihrer Literaturschau darstellen, wirkt die Selbstselektion in der Tat auf das Verkehrsverhalten – allerdings mindert sie entgegen der Erwartung den statistischen Einfluss der Raumstruktur, anstatt ihn zu vergrößern. Der Einfluss der Raumstruktur wird in verschiedenen US-Studien auf 48 bis 98 Prozent quantifiziert, wobei der sonstige Einfluss den Einstellungen und residenziellen Vorlieben der Bevölkerung zugeschrieben wird (Ewing und Cervero 2010, S. 266–267).

Die Dichte ist also nicht nur Voraussetzung, sondern auch Ergebnis integrierter Raum- und Verkehrsplanung. Der Zusammenhang aus Dichte und ÖPNV-Angebot wird „nicht von einer Unsichtbaren Hand gelenkt“, sondern kann durch planerischen Eingriff beeinflusst werden (Witherspoon 1982, S. 345; in Anspielung auf die berühmte Wirtschaftsmetapher der *Invisible Hand* des Ökonomen Adam Smith). In ihrem TRB-Bericht stellen Seskin et al. eine ÖPNV-orientierte Planungskultur als maßgeblich heraus, für die sie die kanadische Stadt Ottawa als Beispiel heranziehen:

---

<sup>14</sup> Anzumerken ist, dass dieses Ergebnis auf gepoolten Daten der Erhebung *Mobilität in Deutschland* und dem US-Äquivalent *National Household Travel Survey* beruht (Bühler und Kunert 2008, S. 126). Es beschreibt also den kombinierten Zusammenhang für beide nationalen Erhebungen mit Stand 2002 bzw. 2001.

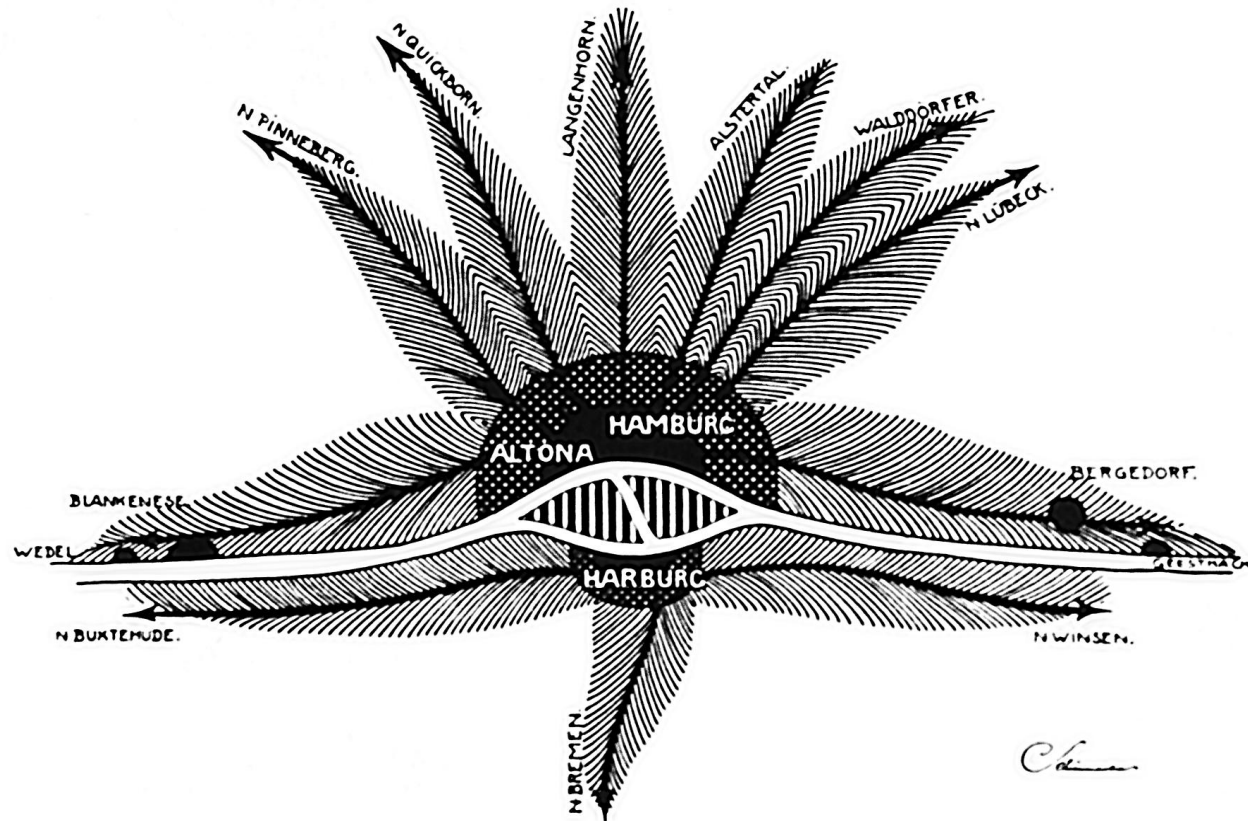
*[Ottawas Verkehrsentwicklungsplan] nimmt zur Kenntnis, dass die Mehrheit in dispers verteilten Einfamilienhäusern leben möchte, und versucht nicht, diese Vorliebe zu ändern. Und trotzdem verzeichnet der ÖPNV eine hohe Fahrgastnachfrage, da der Nahverkehr als essenzielle Dienstleistung angesehen wird, vergleichbar mit dem Anschluss an das Straßen- und Wassernetz. (Seskin et al. 1996, S. 14; eigene, sinngemäße Übersetzung)*

Mit dem Planungsstandard, jeden Haushalt mit höchstens fünf Minuten Gehzeit an das ÖPNV-Netz anzuschließen, so die Forschenden weiter, schafft die Gemeinde Ottawa ein Ergebnis, das mit der allgemeinen Annahme bricht, ein leistungsstarker ÖPNV sei nur im verdichteten Raum möglich (ebd.). Aufgrund der genannten Zusammenhänge kann dies allerdings nur unter Einsatz großer Ressourcen erfolgen, indem vergleichsweise viele Fahrzeugkilometer und Personalstunden für die Beförderung weniger Fahrgäste aufgewendet werden.

Der Generalplan der Stadt Ottawa ist nach wie vor von einer ÖPNV-Orientierung geprägt, wobei der Standard gegenüber den 1990er-Jahren etwas abgesenkt wurde. Die Rede ist heute vom Ziel, 95 Prozent der Haushalte mit höchstens 400 m fußläufiger Distanz bzw. fünf Minuten Gehzeit zu erschließen (City of Ottawa 2021, S. 65–67). Auch in Hamburg hatte der Senat 2020 mit dem „Hamburg-Takt“ angekündigt, „an jedem Ort der Stadt von morgens bis in die Abendstunden innerhalb von fünf Minuten ein Nahverkehrsangebot [zu schaffen]“ (SPD und GRÜNE 2020, S. 96). Dies erscheint beispielsweise in den ländlichen Vier- und Marschlanden sehr ambitioniert. Bis 2030 soll der „Hamburg-Takt“ umgesetzt werden, bislang sind keine flächendeckenden Kennzahlen dazu öffentlich (Hinkelmann 2025). Im ÖPNV-Bestandsnetz wird das Ziel nicht zu erreichen sein, denn bezogen auf 2018/19 leben 24 Prozent der Bevölkerung außerhalb des 5-Minuten-Radius (eigene Untersuchung auf 100-m-Rasterebene). Unter dem Aspekt der Verteilungsgerechtigkeit wäre auch zu hinterfragen, ob eine solche indirekte öffentliche Subvention der Fahrgäste in dünn besiedelten Gebieten gerechtfertigt ist, zumal ein pauschal günstiger ÖPNV in der Fläche einen weiteren Anreiz schafft, disperse Siedlungs- und Wirtschaftsstrukturen aufrechtzuerhalten bzw. auszubauen (Kutter 2019). Zum Nutzen der ÖPNV-Subventionen für verschiedene Einkommensgruppen siehe auch Abschnitt 2.1.9.

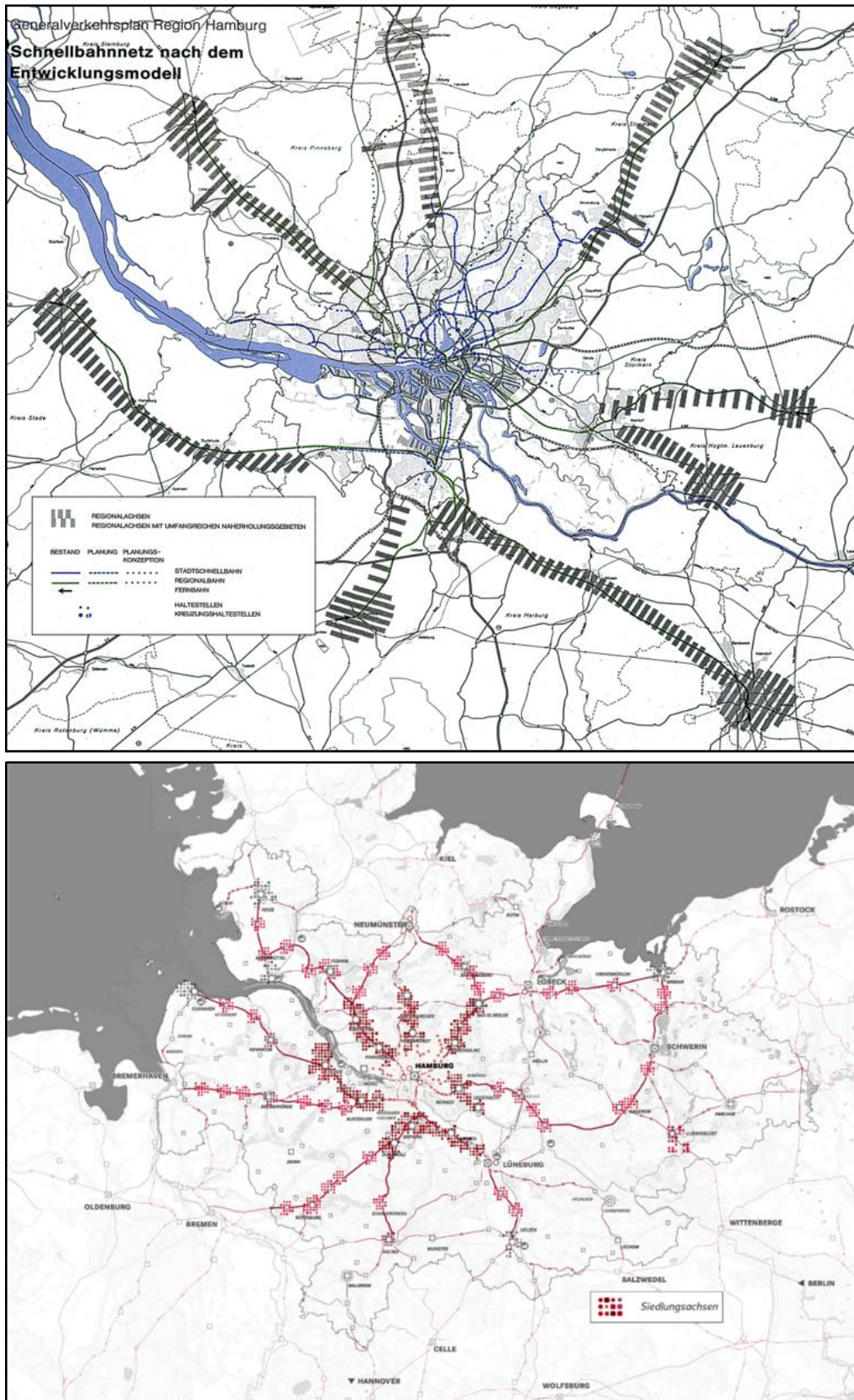
Als historisches europäisches Beispiel für integrierte Dichte- und Verkehrsentwicklung gilt das Achsenmodell des hamburgischen Oberbaudirektors Fritz Schumacher. In seinem berühmten Plan aus der Zwischenkriegszeit skizziert Schumacher elf Siedlungsachsen, an denen der regionale Verkehr zu entwickeln ist (Abbildung 18). Entlang der Korridore etablierten sich nicht nur die Verkehrswege; es folgten Wohnbebauung und Gewerbe, sodass die Dichte auch heute noch größer ist als in den Achsenzwischenräumen (MRH et al. 2023). Dies wiederum stärkt das Bündelungspotenzial und somit die Wirtschaftlichkeit der Verkehrsmittel auf den Achsen (Abbildung 19). Wie bei nahezu allen planerischen Strategien und Szenarien gilt auch in der Rückschau auf das Achsenmodell, dass Intervention und Ergebnis nicht scharf zu trennen sind. Verkehrsgeschehen und Siedlungsstruktur sind durch dynamische Wechselwirkungen und Rückkopplungen geprägt und die Zusammenhänge sind nur selten monokausal (vgl. auch Baubehörde der FHH et al. 1976, S. 14–16; Kutter 2019, S. 59–72).

**Abbildung 18: Fritz Schumachers Achsenmodell  
 „Schema der natürlichen Entwicklung des Organismus Hamburg“, 1920.**



**Quelle:** Baubehörde der FHH et al. (1976, S. 55). Handschriftliche Beschriftung von Westen im Uhrzeigersinn: Wedel, Blankenese, [nach] Pinneberg, [nach] Quickborn, Langenhorn, Alstertal, Walddörfer, [nach] Lübeck, Bergedorf, Geesthacht, [nach] Winsen, [nach] Bremen, [nach] Buxtehude.

Abbildung 19: Hamburgs Entwicklungsachsen der 1970er- und 2020er-Jahre.



Quelle: Baubehörde der FHH et al. (1976, S. 53) und MRH et al. (2023, S. 48–49; Farben vereinfacht).

Entgegen Schumachers Achsenplan verlief die Siedlungs- und Verkehrsentwicklung in Hamburg nach dem Zweiten Weltkrieg allerdings auf drastische Weise nachteilig für den ÖPNV, wie der Verkehrsingenieur Fritz Pampel bereits im Jahr 1959 kritisch erörtert. Treiber dieser Entwicklung waren die Massenmotorisierung und die Zersiedelung mit Beginn in den 1960er-Jahren. So steigerte die „nicht so planvoll[e]“ Dezentralisierung der Wohnstandorte die Betriebskosten des ÖPNV, während die private Motorisierung für einen starken Fahrgastrückgang insbesondere im Freizeitverkehr sorgte, der einen Einnahmerückgang bei den umsatzstarken Gelegenheitsfahrten nach sich zog (Zitat von Pampel 1959, S. 8, siehe auch Kutter 2019, Kap. 1.3 und Canzler und Knie 2018, S. 17–40). Pampel leitet daraus den Appell an Verkehrsunternehmen ab, stärkeres Marketing zu betreiben und die Fahrgastwünsche in den Mittelpunkt zu stellen. Er argumentiert für aufpreispflichtige Schnellbuslinien, die er nach eigener Erhebung auch als attraktiv für ein weniger kaufkräftiges Publikum ansieht (1959, S. 15–17) und nimmt damit eine Kritik vorweg, die Jahrzehnte später von US-Forschenden vorgebracht wird (Abschnitt 2.1.9 dieser Arbeit). Insgesamt plädiert Pampel für ein neues Verständnis des Fahrgastes:

*Wir dürfen den Fahrgast nicht nur als einen ‚Beförderungsfall‘ betrachten, sondern müssen uns bewu[ss]t sein, da[ss] er ‚Kunde‘ geworden ist. [...] [W]enn man dem Individualverkehr den Kampf ansagen will, [muss man] zunächst einen hohen Leistungsstandard schaffen. (Pampel 1959, S. 14 bzw. 17)*

In derselben Schrift regt Pampel an, in personalintensiven Betrieben die Arbeitszeiten zu staffeln – eine Intervention, die heute dem kommunalen Mobilitätsmanagement zugeordnet wird – und zeigt empirisch auf, dass das ÖPNV-Angebot sich auf den MIV-Anteil in dezentralen Wohnsiedlungen auswirkt (S. 11 bzw. 13–17). Pampel, der später bedeutende Positionen bei der Hochbahn und beim HVV einnehmen sollte, nimmt an dieser Stelle den planerischen Gedanken der ÖPNV-orientierten Siedlungsentwicklung vorweg, der sich in der Fachliteratur seit den 1980er-Jahren als *Transit Oriented Development (TOD)* niederschlägt (Randelhoff 2018).

Als zeitgenössische Beispiele für ein solches *Transit Oriented Development* lassen sich die U4 in die hamburgische HafenCity und die U2 in die Wiener Seestadt Aspern anführen. In beiden Fällen wurde das Quartier per U-Bahn angebunden, noch bevor die erste Wohnbebauung fertig war. In der Lokalpresse zunächst als „Geisterbahnhof“ bzw. als „Fahrt ins vorläufige Nichts“ kritisiert (Gaßdorf und Ulrich 2012; Schüller 2013), zeigt sich mit einem Jahrzehnt Abstand die planerische Relevanz. Beide Quartiere sind inzwischen hochverdichteter Raum mit der Wohnbevölkerung einer Kleinstadt,<sup>15</sup> die seit dem Einzugstag über einen direkten Zugang zum leistungsfähigen Schnellbahnverkehr verfügt.

An der Geschichte der Großwohnsiedlung Hamburg-Steilshoop wird allerdings gegenwärtig, wie integrierte Planung an der Finanzierung scheitern kann. Im Zentrum der Siedlung wurde das bereits dichte Planquartier noch im Jahr der Grundsteinlegung 1969 einer Verdichtung von 18 000 auf 24 000 Personen unterzogen. Diese Steigerung um 50 Prozent wurde mit der

---

<sup>15</sup> In der HafenCity leben 6 302 Menschen, in der Seestadt Aspern etwa 9 400 (Statistik Nord 2021; Wien 3420 aspern Development AG 2022). Angestrebt wird eine Wohnbevölkerung von 14 000 bzw. 25 000 Menschen.

geplanten U-Bahn begründet – die allerdings am hamburgischen Finanzhaushalt der 1970er-Jahre scheiterte, der durch die Ölkrise und durch wachsende Defizite im ÖPNV-Betrieb geprägt war (Kersting 2009, S. 89–90; Krause 2012). Der Bau neuer U-Bahn-Strecken, so die damalige Befürchtung, würden die Verluste der städtischen Hochbahn weiter steigern. Die mittelfristige Bevölkerungsprognose ließ zudem ein rückläufiges Fahrgastpotenzial erwarten, was die errechnete Wirtschaftlichkeit der geplanten U-Bahn weiter drückte. Folglich wurde die U-Bahn nicht gebaut und auch ein weiterer Anlauf in den 1980er-Jahren scheiterte (Krause 2012, S. 259–261). Ungeachtet dessen wurde die Großwohnsiedlung in Steilshoop mit der höheren Dichte realisiert, wie Stadtteilchronist Wolfgang Kersting kritisiert:

*Ausgerechnet die U-Bahn, die Steilshoop in den vierzig Jahren des Bestehens der Großsiedlung niemals erreicht hat, ist dafür verantwortlich, dass das Zentrum des Stadtteils mit einer bis zu dreizehngeschossigen Bauweise architektonisch ruiniert wurde.  
(Kersting 2009, S. 89–90)*

In Folge existiert Hamburgs dichteste Großwohnsiedlung<sup>16</sup> seit einem halben Jahrhundert ohne Schienenanbindung. Der jüngste Anlauf, eine U-Bahn von Bramfeld bis zum Volkspark zu bauen, erfuhr allerdings im September 2022 seinen Spatenstich und Steilshoop soll im Jahr 2028 durch die U5 die lang versprochene Schnellbahnanbindung erhalten (Hinkelmann 2021). Nach den substantziellen Preissteigerungen in Folge der Covid-Pandemie und des russischen Angriffskriegs auf die Ukraine wird der U5-Bau tagesaktuell wieder diskutiert; laut Aussage des Senats steht der Weiterbau aber nicht infrage (Hinkelmann 2023).

In Bezug auf das deutsche ÖPNV-Angebot geht Kutter (2019) so weit, den Nahverkehr abhängig von der Dichte in grundverschiedene Systeme zu unterteilen:

*[Es] existieren [...] zwei völlig verschiedene Systeme: Die Stadt hat ein Netz [...], das [...] die Verflechtungswünsche annähernd abdeckt und mit akzeptierten Bedienungsstandards operiert. Im Umland gibt es nur ansatzweise ein auf die regionalen Lebensmittelpunkte ausgerichtetes Netz, dessen Bedienungsstandards absolut unvergleichbar sind mit städtischen Selbstverständlichkeiten. (Kutter 2019, S. 48)*

---

<sup>16</sup> Überschlägige Angabe basierend auf der Bevölkerungsdichte nach statistischem Gebiet mit Stand 2018. Einige Gebiete sind noch dichter bewohnt, etwa in Eimsbüttel oder Barmbek-Nord. Diese gehören aber nicht zu den Nachkriegs-Großwohnsiedlungen vom Type Steilshoops. Tatsächlich wurde die angestrebte Bevölkerungszahl von 24 000 Personen in Steilshoop nie erreicht; Auf dem Höhepunkt im Jahr 1979 lebten in der Siedlung 23 613 Personen (Kersting 2009, S. 140). Im Untersuchungszeitraum Dezember 2018 sind es noch 11 221 Personen.

Bae & Mayeres stellen die gleiche Diagnose für den US-amerikanischen ÖPNV:

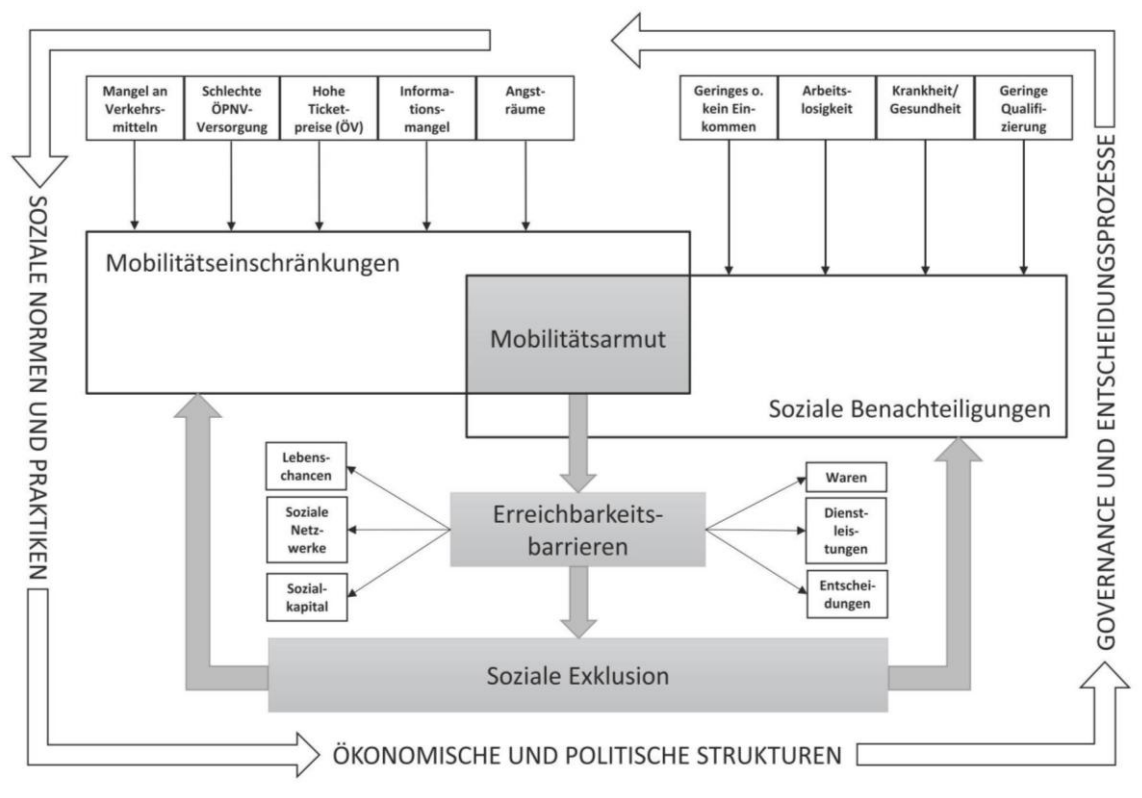
*Große Metropolregionen [...] verfügen über Schienen- und Busverkehr. Klein- und Mittelstädte allerdings profitieren nicht von der Skalenökonomie, um ein Schienennetz betreiben zu können [gemeint ist das Bündelungspotenzial der Fahrgastnachfrage; CA]. Abseits New Yorks mit einem ÖPNV-Anteil von 28 Prozent der Pendelwege, Chicagos mit 14 Prozent und San Franciscos mit 10 Prozent fällt der Modal Share rapide ab und liegt etwa in Detroit und Houston bei 2 Prozent und weniger. [...] Es ist offensichtlich, dass die Siedlungsstrukturen in den USA einem substanziellen Ausbau des ÖPNV-Angebots im Wege stehen. (Bae und Mayeres 2005, S. 178; eigene, sinngemäße Übersetzung)*

### **2.1.7 Der Zusammenhang zwischen ÖPNV-Erreichbarkeit, Mobilitätsarmut und Exklusion**

Wie zahlreiche Forschende argumentieren, übt die ÖPNV-Erreichbarkeit eine Verteilungswirkung aus. Diese ist zunächst nicht gruppenspezifisch, denn das ÖPNV-Angebot richtet sich an alle Anwohnenden unabhängig von deren Einkommen. Kritisch wird es, wo ein mangelhafter ÖPNV auf soziale Benachteiligung trifft, wie Schwerdtfeger in ihrem Schaubild darstellt: Personen, die an ihrem Wohnort keinen ausreichenden Nahverkehr vorfinden und ökonomisch benachteiligt sind, gelten als anfällig für Mobilitätsarmut (Abbildung 20). Im Englischen ist der Oberbegriff der Verkehrsarmut etabliert (*Transport Poverty*), der wiederum in die drei Aspekte der Mobilitätsarmut, Leistbarkeit und Erreichbarkeitsarmut unterteilt werden kann (*Mobility Poverty, Transport Affordability, Accessibility Poverty*; nach Lucas et al. 2016a). Die relevanten deutschsprachigen Studien der letzten Zeit nutzen hingegen die *Mobilitätsarmut* als zentrale Begrifflichkeit, ihnen folgt die vorliegende Arbeit (Daubitz 2016; Stark et al. 2023; Sommer et al. 2024; Naumann 2024).

Die Annäherung an das Phänomen der Mobilitätsarmut erfolgt i.d.R. über Proxy-Variablen. Das bereits erwähnte DLR-Gutachten für den Thinktank Agora Verkehrswende legt einen Index aus drei Dimensionen an und identifiziert 2,3 Prozent der Bevölkerung als vulnerabel für eine Steigerung der Mobilitätskosten (in diesem Falle der Tankkosten). Am vulnerabelsten wird die Bevölkerung in den neuen Bundesländern sowie die ländlich lebende Bevölkerung in den alten Bundesländern beschrieben (Stark et al. 2023, S. 44–49). Für Berlin und Hamburg identifiziert eine Untersuchung des Projekts *MobileInclusion* je etwa 1,4 Prozent der Bevölkerung als anfällig. Grundlage dafür ist eine Untersuchung des Abfahrtenangebots, der Erschließung, der Kaufkraft und der Tarif-Erreichbarkeit (Aberle 2020a, 2020b).

**Abbildung 20: Konzeptionelle Einordnung des Phänomens der Mobilitätsarmut.**



**Quelle:** Schwerdtfeger (2019, S. 47), die ihrerseits das Flussdiagramm von Lucas (2012, S. 107) übersetzt hat. Mobilitätsarmut entsteht in der Schnittmenge von Mobilitätseinschränkungen und sozialen Benachteiligungen.

Lucas bzw. Schwerdtfeger unterteilen die Einschränkungen nochmals in fünf Aspekte, die in Tabelle 4 dargestellt sind. Die beiden farbig hervorgehobenen Aspekte sind konstituierend für diese Arbeit und werden im Folgenden anhand von Literatur erläutert.

**Tabelle 4: Fünf Aspekte der Mobilitätseinschränkungen.**

Aspekt der Exklusion	Beispiel
Mangel an Verkehrsmitteln	Mangels Geld steht kein Pkw / kein Fahrrad zur Verfügung
Schlechte ÖPNV-Versorgung	Die Bevölkerung eines Stadtteils erreicht nicht genügend Arbeitsplätze, da das ÖPNV-Angebot nicht ausreicht
Hohe Ticketpreise im ÖPNV	Geringverdienende/Arbeitslose können die Fahrt zum Arbeitsplatz/zum Bewerbungsgespräch nicht bezahlen
Informationsmangel	Betroffene finden sich nicht im Tarifsystem zurecht, werden ggf. davon abgeschreckt
Angsträume	Fahrgäste fühlen sich in ÖPNV-Anlagen nicht sicher

**Quelle:** Schwerdtfeger (2019, S. 47) bzw. Lucas (2012, S. 107) und Lucas et al. (2016a, S. 354). Die fünf Aspekte sind in der Gliederung von Abbildung 20 oben links eingeordnet.

### **2.1.8 Exklusion durch eine schlechte ÖPNV-Versorgung, *Spatial Mismatch* und *Modal Mismatch***

Die Ausgrenzung durch ein fehlendes oder mangelhaftes ÖPNV-Angebot ist der Gegenstand zahlreicher Fallstudien, vor allem im angelsächsischen Raum. In den USA nahm die Forschung zur Teilhabewirkung des öffentlichen Nahverkehrs Ende der 1960er-Jahre Fahrt auf (Boisjoly und El-Geneidy 2021). Ein Bericht von 1967 im Auftrag der US-Regierung benennt beispielsweise das Risiko, benachteiligte Gruppen auszugrenzen. Zunächst legt der Bericht zwar dar, dass nur zwei Prozent der US-Bevölkerung weiter als 40 km zum nächsten kleinen Krankenhaus reisen müssen (was in sich bereits einen komplexen Kumulationsindikator darstellt). Trotz dieses kleinen Anteils betont der Bericht: „Selbst eine ist Meile zu viel, wo kein adäquates ÖPNV-Angebot existiert“. Er empfiehlt den Aufbau einer Gesundheitsversorgung im Quartier, um die Erreichbarkeit insbesondere für Randgruppen zu verbessern (National Advisory Commission on Health Manpower 1967, S. 37; eigene Übersetzung; im Original 25 Meilen = 40,2 km Radius).

An diesem Beispiel ist das Wechselspiel aus Verkehrsangebot und Raumstruktur zu erkennen, das die Erreichbarkeit ausmacht: Erreichbarkeitsmessung beschränkt sich daher nicht auf das Verkehrssystem, sondern bezieht auch die Lage der Aktivitätsziele ein. Sind die Ziele von den Wohnstandorten der betrachteten Bevölkerungsgruppe nicht erreichbar, spricht man von einem *Spatial Mismatch*. Dabei handelt es sich um einen etablierten Begriff, der in den 1960er-Jahren im Zusammenhang mit der Suburbanisierung in den USA geprägt wurde: Während der Nachkriegsjahre wanderten zahlreiche Niedriglohn-Arbeitsplätze des Dienstleistungssektors in die Vororte ab. Formell niedrig Gebildete konnten sich dort selbst keinen Wohnraum leisten und verblieben größtenteils in den Städten, wodurch der Mismatch entstand. Zur Historie des Begriffs siehe Lyons und Ewing (2021, S. 2); für eine beispielhafte Herleitung am Beispiel Chicagos und Detroit's siehe Kain (1968). Die Mismatch-Theorie wurde seitdem auf zahlreiche Fallstudien angewendet und gilt bis heute als Erklärungsansatz für die Entstehung und Festigung räumlicher Segregation von Armut (ebd.). Guzman und Oviedo (2018, S. 40) diagnostizieren beispielsweise für Bogotá/CO: „Einkommensarme Haushalte befinden sich vorwiegend an den südwestlichen Stadtgrenzen, entfernt von den Gebieten mit dichtem Angebot an Arbeitsplätzen“ (eigene Übersetzung; hier ist allerdings die Armut in der Peripherie konzentriert). Für Los Angeles/USA berechnen Blumenberg und Hess, dass die ÖPNV-Erreichbarkeit von Jobs in Quartieren mit hoher Arbeitslosenquote deutlich geringer ist als die MIV-Erreichbarkeit. Am deutlichsten wird dies am suburbanen Quartier Watts, wo der MIV innerhalb einer halben Stunde Reisezeit etwa 70-mal mehr Niedriglohnjobs erschließt als der ÖPNV (2002, S. 21). Aus einer Fallstudie für die gleiche Region leiten García und Rubin (2004, S. 244) „einen Mismatch zwischen Arbeitsplätzen, Wohnstandorten und Verkehrsangebot“ ab, den sie auf die Suburbanisierung und die Nutzungstrennung seit den 1930er-Jahren zurückführen (eigene Übersetzung). Auch eine Untersuchung für London/UK mit Stand 1996 kommt zu dem Schluss, dass der ÖPNV etwa einem Viertel der Bevölkerung nicht die Erreichbarkeit bietet, derer es für die gesellschaftliche Teilhabe bedürfte (Church et al. 2000, S. 203).

Hinterfragt wird die Mismatch-Theorie unter anderem durch Cervero et al. (2002) anhand eines Befundes aus dem Alameda County in Kalifornien/USA, der keinen signifikanten Einfluss der Arbeitsplatz-Erreichbarkeit erkennen lässt. Prädiktoren für eine Jobaufnahme von Arbeitslosen sind in dieser Studie die Anzahl absolvierter Schuljahre und der Besitz eines Pkw bzw., noch

stärker, die Anschaffung eines solchen. Die räumliche Erreichbarkeit potenzieller Jobs mit dem MIV bzw. ÖPNV ist statistisch kaum von Relevanz. Allerdings finden die Forschenden einen signifikanten Einfluss der Anzahl der fußläufig erreichbaren Buslinien. Gemessen am Einfluss der Auto-Verfügbarkeit ist dieser aber klein. Cervero et al. folgern daraus, dass Verbesserungen im ÖPNV-Angebot keine bedeutende Verbesserung der Chancen arbeitsloser Menschen erwarten lässt, und betonen die Wichtigkeit des Pkw-Besitzes: „[D]ie Förderung individueller Mobilität ist mindestens genauso wichtig, um Beschäftigung zu fördern, wie die Förderung ÖPNV-basierter Mobilität“ (S. 62; eigene Übersetzung).

Diese große Relevanz des Pkw-Besitzes deutet darauf hin, dass das bestehende Verkehrssystem besonders diejenigen benachteiligt, die nicht über einen eigenen Pkw verfügen, argumentieren auch Lyons und Ewing (2021) unter Rückbezug auf Cervero et al. Wie sie auf Grundlage ihres eigenen Strukturgleichungsmodells für 113 US-Agglomerationen nachlegen, schreiben sie der Angebotsverbesserung ein größeres Potenzial zu:

*[Wie die Ergebnisse] andeuten, kann das ÖPNV-Angebot [...] ebenso hilfreich dabei sein, Arbeitslosigkeit zu reduzieren wie die Pkw-Verfügbarkeit es kann. Dies widerspricht dem gegenwärtigen Verständnis, dass der Pkw-Besitz ein besseres Mittel gegen die Armut ist als das ÖPNV-Angebot. (Lyons und Ewing 2021, S. 7; eigene Übersetzung)*

Den signifikanten Einfluss der ÖPNV-Erreichbarkeit auf die Arbeitsaufnahme beschreibt auch Kawabata (2003) unter Bezugnahme auf ein Strukturgleichungsmodell für die drei US-Regionen Boston, San Francisco und Los Angeles. Auch Currie und Delbosc (2010) arbeiten mithilfe eines Strukturgleichungsmodells für die Agglomeration Melbourne/AUS einen signifikanten Einfluss der Mobilitätseinschränkungen<sup>17</sup> auf die soziale Ausgrenzung heraus, wobei die Ausgrenzung unter anderem über die Arbeitslosigkeit operationalisiert wurde.

Garrett und Taylor (1999) warnen davor, Angebotsverbesserungen auf den hochwertigen SPNV ins Umland zu beschränken. Basierend auf ihren Beobachtungen der Fördermittelvergabe in den USA kritisieren sie die umfangreiche Förderung von Pendlerverbindungen für die suburbane Mittelschicht, während das zentrale und günstige Busangebot vernachlässigt wurde, auf das sozial benachteiligte Gruppen in besonderem Maße angewiesen sind (vgl. Abbildung 20). Javanmard et al. (2023) warnen unterdessen davor, die Verbesserungen im ÖPNV-Angebot auf innerstädtische Wohnlagen zu beschränken – die zwei Jahrzehnte nach der Untersuchung von Garrett und Taylor deutlich teurer sind, während Armut zunehmend suburbanisiert wurde<sup>18</sup> – ,

---

<sup>17</sup> Im Original ist von „Transport disadvantage“ die Rede (ebd., S. 953). Nach Lucas'/Schwerdtfegers Wirkzusammenhang ist der Begriff *Mobilitätseinschränkungen* am treffendsten (Abbildung 20, S. 76).

<sup>18</sup> In einer Analyse von Ummeldungen weisen Hochstenbach und Musterd (2018) für Amsterdam und Rotterdam/NL nach, dass einkommensarme Haushalte zwischen 2004 und 2013 überdurchschnittlich ins Umland verdrängt wurden. Als Grund nennen sie Auswirkungen der Finanzkrise 2008, die Entwidmung von Sozialwohnungen und „kommunale Gentrification-Strategien, um Bevölkerung mit mittlerem und hohem Einkommen zu werben und zu binden“ (S. 33, eigene Übersetzung). Die Datenlage ist auf zwei niederländische Stadtregionen begrenzt, aber der Befund ist mutmaßlich auf postindustrielle Agglomerationen übertragbar. Auch Foth et al. (2013) ermitteln für die Region Toronto/CAN eine Suburbanisierung der Armen zwischen 1996 und 2006, die sie auf steigende Preise

was die Bodenpreise weiter steigern und mittelbar zur weiteren Verdrängung einkommensarmer Gruppen in Gebiete mit schlechter ÖPNV-Anbindung beitragen könnte. Aus dieser Erkenntnis heraus, dass nicht (nur) die räumliche Diskrepanz von Wohnort und Arbeitsort relevant ist, wurde der Begriff *Modal Mismatch* geprägt. Blumenberg und Manville (2004) datieren ihn auf Anfang der 1990er-Jahre, in der US-Amerikanischen Forschung wird er meist unter Bezug auf die Ethnie betrachtet wird; eine ausführliche Literaturschau bietet Kain (1992). Eng mit dem *Spatial Mismatch* verwandt, bezeichnet der *Modal Mismatch* die Barrieren, Ziele ohne Auto zu erreichen, die durch das Verkehrssystem geprägt sind (ebd.; Blumenberg und Manville 2004; Grengs 2010). Weitgehend einig ist sich die Forschung im Befund, dass mangelnde verkehrliche Erreichbarkeit insbesondere Migrant\*innen und Armutsbetroffene benachteiligt. Wie Ihlanfeldt (1993) mittels einer Regressionsrechnung darlegt, leben hispanische Jugendliche in den USA weiter entfernt von Arbeitsplätzen als weiße Jugendliche, was ihre Chance auf Beschäftigung deutlich mindert. Preston et al. (1998) untersuchen Barrieren bei der Jobsuche für migrantische Arbeiter\*innen im Großraum New York/USA und replizieren diesen Befund: Insbesondere ethnische Minderheiten sind von Ausgrenzung betroffen, die sich in langen Pendelzeiten, hohen Kosten der Arbeitssuche und residenzieller Segregation manifestiert. Wie die Forschenden betonen, verstärken sich diese Symptome wechselseitig, wodurch sich die geografische Exklusion verfestigt (S. 544). Auch Shen (2000) kommt auf Grundlage mehrerer Regressionsrechnungen für Pendelzeiten in der Metropolregion Boston/USA zum Ergebnis, dass

*ÖPNV-Abhängige einkommensarme Minderheiten, besonders Schwarze, die stärkste Benachteiligung in Bezug auf Erreichbarkeit ihres Arbeitsplatzes erfahren.  
(Shen 2000, S. 80; eigene Übersetzung)*

Es gibt allerdings auch Evidenz in Bezug auf nicht-berufsbezogene Ziele, die ein differenziertes Bild zeichnet: Wie Grengs (2015) anhand einer Untersuchung mit Datenstand 2005 darstellt, verfügt die schwarze Bevölkerung in der Region Detroit/USA über eine substanziell bessere Erreichbarkeit der Supermärkte, und zwar „über nahezu die gesamte Bevölkerung hinweg“ (S. 7; eigene Übersetzung). Allerdings wird der Vorteil, in räumlicher Nähe eines Einzelhändlers zu wohnen, durch die geringe Pkw-Verfügbarkeit konterkariert:

*[D]er Nachteil bei der Reisezeit ist für diejenigen Schwarzen so stark, die auf den ÖPNV angewiesen sind, dass er jeden Standortvorteil zunichtemacht.  
(Grengs 2015, S. 9–10; eigene Übersetzung)*

Somit gibt es bei der schwarzen Bevölkerung einen herausragenden Anteil von 20 Prozent, für die trotz weitgehend zentralem Wohnort gar kein Lebensmittel-Einzelhandel erreichbar ist. Für weitere vulnerable Gruppen, etwa Hispanischstämmige oder Arme bzw. Armutgefährdete gilt dies ebenso. Wie der Autor betont, ist sein Befund im Zusammenhang mit der ethnischen Segregation in der Region zu sehen, die er selbst für US-amerikanische Verhältnisse als „extrem“

---

für Wohnraum, auf eine Regionalisierung der Arbeitsplätze, aber auch auf Verbesserungen des ÖPNV-Angebots zurückführen (S. 5).

einordnet: Im Zentrum von Detroit leben 77 Prozent der schwarzen Bevölkerung, während der Großteil der Weißen im Umland lebt (ebd., S. 7 und Fig. 1; Datenstand 2000). Auch Karner (2018) weist auf die historisch gewachsene Konzentration von Armut in den Städten hin, die eigentlich für viele Betroffene von Vorteil sein sollte, da das ÖPNV-Angebot dort eben gut ausgebaut ist. Wie er ausführt, reicht dieser generalistische Befund aber nicht hin, um die Mobilitätschancen armer Bevölkerungsgruppen als ausreichend zu bewerten.

Vereinzelte Evidenz gibt es zur Wirkung des ÖPNV-Angebots auf die lokale Arbeitslosigkeit, wie Boisjoly und El-Geneidy in ihrer Literaturschau für Europa und Nord-/Lateinamerika aufzeigen. Sie resümieren,

*dass der ÖPNV weiterhin die Arbeitsmarktsituation insbesondere einkommensarmer Gruppen fördert [... und dass] ein mangelhaftes Verkehrsangebot zu potenziellen Arbeitsplätzen eine große Barriere für die Aufnahme und den Erhalt einer Beschäftigung darstellt. (Boisjoly und El-Geneidy 2021, S. 3; eigene Übersetzung)*

Eine solche gruppenspezifische Wirkung lässt sich auch aus der jüngsten MiD-Erhebung für das HVV-Gebiet ableiten. 21 Prozent der Befragten fühlen sich in ihrer Mobilität eingeschränkt, davon benennen mehr als die Hälfte eine mangelhafte Erreichbarkeit als Grund und knapp ein Drittel nennt die finanziellen Kosten (vgl. Abschnitt 2.1.9). Für die genannten Gründe ergibt sich eine Spreizung von bis zu Faktor zehn zwischen der niedrigsten und der höchsten Statusgruppe, was ebenfalls auf die immense Relevanz für Einkommensarme Menschen hindeutet (Follmer und Ruppenthal 2025a, S. 36; allerdings dort nicht für den ÖPNV differenziert).

Auch eine Fallstudie aus dem Ruhrgebiet beschreibt, wie Erreichbarkeit gruppenspezifisch wirkt. Fina et al. (2019) verschneiden die mittlere Pkw-Verfügbarkeit mit der ÖPNV-Erschließung, um vulnerable Gebiete zu kartieren. Es sind zu drei Vierteln „Gruppen der unteren Mittelschicht und Unterschicht[, die von diesem Mangel an Mobilitätsoptionen] betroffen sind“ (S. 9). Darüber hinaus identifiziert die Fallstudie Personen im Alter unter 18 bzw. über 80 Jahren als besonders vulnerabel. Auch der aktuelle Teilhabeatlas der Deutschen Kinder- und Jugendstiftung arbeitet aus qualitativen Interviews heraus, wie Jugendliche im ländlichen Raum in ihren Teilhabechancen eingeschränkt werden, wenn die ÖPNV-Bedienung nicht ausreicht. Eine Sozialarbeiterin im VBB-angehörigen Landkreis Potsdam-Mittelmark beschreibt dies so:

*Was die Teilhabe hemmt, ist die ganze Busverbindungslandschaft. Man kommt nicht rein, man kommt nicht raus am Abend. Das ist selbst für mich schwierig, für die Jugendlichen aus den Dörfern noch viel mehr. (Hieb et al. 2025, S. 51)*

Ergänzend kartiert der Teilhabeatlas bundesweit die Erreichbarkeit von Alltagszielen anhand eines Index, der auf dem Reiseaufwand für sechs Kategorien beruht, unter anderem auf der Gehzeit zur nächsten ÖPNV-Haltestelle. Das Muster der Karte fällt insofern erwartbar aus, als dass die Großstädte und Stadtregionen weitgehend eine hohe Erreichbarkeit bieten. Ländliche Regionen insbesondere in den neuen Bundesländern und Bayern sind allerdings durch deutlich größeren Reiseaufwand geprägt (ebd., S. 34).

In einer Zusammenfassung für die EU-Kommission über zehn Länder nennen auch Baptista und Marlier (2020) das ÖPNV-Angebotsniveau als Einflussfaktor für Exklusion, wobei sie ebenfalls das Gefälle zwischen Stadt und Land problematisieren. Als besonders gefährdet beschreiben sie die Bevölkerung (peri-)ruraler Gebiete (S. 76-77). Auch eine der Fallstudien aus Melbourne/AUS, die einem Teil dieser Arbeit als methodisches Vorbild für die Messung von Ungleichheit dient (Abschnitt 3.2.1), benennt randständige Gebiete, „in denen herkömmliche ÖPNV-Systeme nicht sinnvoll eingesetzt werden können“ als vulnerable Teilräume mit gering ausgeprägtem ÖPNV-Angebot (Delbosc und Currie 2011, S. 1256; eigene Übersetzung).

### **2.1.9 Ökonomische Exklusion durch hohe Fahrpreise**

In der deutschsprachigen und internationalen Fachliteratur herrscht ein Konsens darüber, dass die Tarife maßgeblich zur Mobilitätsarmut beitragen können. So benennt Runge (2005) die Relevanz der Fahrpreise. Auch in Schwerdtfegers Wirkmodell, das auf einem Ansatz aus dem UK beruht, nimmt der Tarif eine Schlüsselrolle ein (Abbildung 20). Da Silva et al. nennen die Leistbarkeit des Nahverkehrs als notwendige Voraussetzung, „um die Aktivitätsziele für ein sinnstiftendes Leben aufsuchen zu können“ (2022, S. 3; eigene Übersetzung). Baptista und Marlier (2020) widmen der finanziellen Erschwinglichkeit des ÖPNV einen ganzen Abschnitt ihres Whitepapers für die EU-Kommission. Sie weisen darauf hin, dass Einkommensarme in den betrachteten 35 Staaten nur selten als solche berücksichtigt werden, sondern im besten Fall von einem Rabatt profitieren, wenn sie Mitglied einer bezuschussten Nutzergruppe sind, zum Beispiel Kinder, Studierende oder Senior\*innen (S. 77). Auch El-Geneidy et al. (2016) weisen auf die Relevanz des Tarifs hin, da „Einkommensarme und sozial Exkludierte die größte Wahrscheinlichkeit aufweisen, auf den ÖPNV angewiesen zu sein“ (S. 3; eigene Übersetzung). Wie Da Silva et al. (2022) betonen, ist die finanzielle Erschwinglichkeit „ein Schlüsselkriterium“ für einen gerechten Nahverkehr – denn „diejenigen, die am stärksten betroffen sind, haben das kleinste Budget, etwa Jugendliche, Studierende, Ältere, Menschen mit Behinderung und Einkommensarme“ (S. 2; eigene, sinngemäße Übersetzung). Auch in einer qualitativen Erhebung für die Stadt Ronnenberg/Region Hannover arbeitet Rozynek (2024b) heraus, wie die finanzielle Prekarität den ÖPNV-Alltag von Haushalten mit Kindern sowie von älteren Menschen prägt. Bondemark et al. (2021) zeigen anhand von Befragungsdaten für Stammfahrgäste in Schweden auf, dass Einkommensarme „substanziell mehr [für ihre Fahrten] bezahlen“, da sie häufiger den Bartarif nutzen, anstatt ein Monatsabo zu erwerben (S. 2729; sinngemäße Übersetzung).

Auch aus Interview-Passagen des DFG-Projekts *MobileInclusion* geht hervor, dass der Tarif für die betroffenen Menschen in Armut eine wesentliche Rolle spielt:

*Na ja, also das Geld reicht vorne und hinten nicht, um mir da meine Fahrkarte [zu kaufen] [...] [das] gebe ich lieber für Essen aus für mein Kind, anstatt mir davon eine Fahrkarte zu holen. (P4, Berlin-Hellersdorf, 4:17)*

*[Auf meinem Weg zum Einkaufszentrum Steilshoop] müsste ich dann täglich 2,30 Euro bezahlen oder täglich 1,60 Euro bezahlen. Und das doppelt natürlich. Dann hole ich mir dann die Kurzstrecke, [um in Bramfeld einzukaufen]. (P35, Hamburg-Steilshoop, 35:4)*

*[A]m Anfang des Monats [muss man sich] schon immer Geld wegpacken, damit man dann notfalls dann mit dem Bus fahren kann. Und das sind dann immer, ja, die Gelder, die dann eigentlich immer fehlen, um irgendwas Anderes dann zu machen, um dann wirklich mal zum Geburtstag zu fahren oder Museen oder irgendwie, ne? Miniaturland und all so was, das kann man sich alles nicht leisten, ne? (P21, Hamburg-Wilhelmsburg, 21:6)*

**Quelle:** Die Interviews wurden von Stephan Daubitz im Rahmen des Projekts *MobileInclusion* geführt und sind teilweise im Endbericht publiziert (Daubitz et al. 2023).

Guzman und Oviedo (2018) heben ebenfalls die Bezahlbarkeit hervor, die „einen großen Erkläransatz für den Mangel an Erreichbarkeit für bestimmte soziale Gruppen liefern kann“ (S. 49; eigene Übersetzung). Wie Lucas (2004) kritisiert, erreicht diese akademische Erkenntnis leider nicht die Planung und Umsetzung in der Nahverkehrsbranche:

*[E]rschwinglicher ÖPNV ist ein wichtiger Bestandteil der Lösung. Allerdings ist es nicht einfach, das ÖPNV-Angebot an die verkehrlichen Bedürfnisse einkommensarmer Menschen anzupassen. Dies liegt vor allem an der geringen Verantwortlichkeit, die die Verkehrsunternehmen für diesen Teil der Bevölkerung wahrnehmen, obwohl es sich hier üblicherweise um die eigene Stammkundschaft handelt. (Lucas 2004, S. 293; eigene Übersetzung)*

Verkehrspolitik und ÖPNV-Planung umwerben stattdessen andere Zielgruppen, wie auch Karner und Golub mit Blick in die USA kritisieren. Um Stau zu mindern und die Luft zu verbessern,

*schaffen sie seit Jahrzehnten lieber Angebote für Pendler\*innen, [...] um diese aus ihren Autos in den ÖPNV zu locken, anstatt das Angebotsniveau für ÖPNV-Abhängige zu verbessern (Karner und Golub 2015, S. 170; eigene, sinngemäße Übersetzung).*

Dabei stützen sich Karner und Golub auf die Argumentationslinie von Garrett und Taylor (1999), die die Fahrgastentwicklung seit den 1970er-Jahren untersuchen. In ihrer Analyse legen die Forschenden aus Berkeley dar, dass die Suburbanisierung der weißen Mittelklasse die Fahrgast-Demografie in den USA maßgeblich veränderte: Die Mittelklasse stieg auf das Auto um und zurück blieben Fahrgäste, die „deutlich ärmer als der Durchschnitt [sind]“ und „überproportional oft älter sind und Minderheiten angehören“ (S. 9; eigene Übersetzung). Ein guter ÖPNV im Sinne dieser Nutzergruppe böte ein dichtes Fahrtenangebot durch Buslinien, die eine nahräumliche Erreichbarkeit im Stadtraum schaffen. Die meisten öffentlichen Fördermittel allerdings fließen in den Bau und Ausbau teurer SPNV-Pendelstrecken, um wahlfreie Fahrgäste für den ÖPNV zurückzugewinnen. Diese Allokation zu Gunsten der Wahlfreien hat, so Garrett und Taylor weiter, „die Erreichbarkeit für die [arme] Stadtbevölkerung geschmälert, insbesondere in Bezug auf Arbeitsplätze“ (ebd.; eigene Übersetzung). Weiter argumentieren sie, dass die Förderung des Pendelns einer Subvention von ärmeren zu wohlhabenderen Fahrgästen gleichkommt:

*Da sie weniger Wahlmöglichkeiten haben, sind arme Fahrgäste weniger preissensibel als Einkommensstarke, die das Auto wählen können, wenn der Fahrpreis erhöht wird. Im Ergebnis wird der streckengewichtete ÖPNV-Tarif auf Pendel- und Vorortrelationen tendenziell günstiger angesetzt als in innerstädtischen Bussystemen, um wahlfreie Pendler\*innen zu gewinnen (Garrett und Taylor 1999, S. 20; eigene Übersetzung).*

Dieser Befund gewinnt nochmals dadurch an Bedeutung, dass der Fahrgastkilometer im SPNV betrieblich deutlich teurer ist als im Bus, was in Deutschland ebenso gilt wie in den USA (Bühler und Kunert 2008, S. 53). Diesen verkehrswirtschaftlichen Befund – „der Kurzstreckenverkehr [bringt] Opfer für den Weitverkehr“ stellte die Hamburger Hochbahn schon kurz nach dem Zweiten Weltkrieg und kritisierte den Einheitstarif, der im Krieg eingeführt worden war (Stein 1948, S. 53). Zwar resultierte der „Weitverkehr“ dieser Zeit vor allem aus der kriegsbedingten Wohnungsnot, aber der Wirkzusammenhang ist der Gleiche wie bei der Suburbanisierung der US-Mittelklasse der 1970er-Jahre.

In den Vereinigten Staaten gab es in der Nachkriegszeit umfangreiche Forschungstätigkeit zur Preiselastizität in Bezug auf ÖPNV-Tarife. Damals etablierte sich die Faustregel, dass ein Prozent Tarifsteigerung etwa ein Drittel Prozent der Fahrgastnachfrage verdrängt (Cervero 1990, S. 122). Des Weiteren ist der Zusammenhang zur Dichte umgekehrt proportional: Je geringer ein Gebiet besiedelt ist und je stärker die Nutzung als Wohngebiet ausgeprägt ist, desto sensibler reagieren Fahrgäste auf einen Fahrpreisanstieg, da das ÖPNV-Angebot dünn ist und oft ein eigener Pkw zur Verfügung steht (ebd., S. 125). Über die Raumtypen hinweg, so Cervero, sind Fahrgäste doppelt so sensibel für das Angebotsniveau wie für den Fahrpreis. Insbesondere die Wartezeit an der Haltestelle empfinden sie als lästig.

Mit dem Ziel, einen Modal Shift vom MIV zum ÖPNV zu erreichen, rät Cervero entsprechend dazu, das ÖPNV-Angebot zu verbessern, um Nachfrage vom Auto abzuziehen – empfiehlt also die von Garrett und Taylor kritisierte Förderung schneller und vergleichsweise teurer Pendlerverbindungen. Auch eine Fallstudie aus Montréal/CAN erkennt an, dass der SPNV-Ausbau auf Pendler Routen einen „Spillover-Effekt“ zugunsten benachteiligter Quartiere haben kann (Manaugh und El-Geneidy 2012, S. 224; zum Begriff Spillover siehe auch Abschnitt 3.3.3). Der Kritik, dass ein teures Pendlerangebot Einkommensarme ausgrenzt, begegnet Cervero mit einem Verweis auf rabattierte Sozialtickets:

*[U]ngerechtigkeit kann durch verschiedene ‚Sicherungsnetze‘ gelindert werden, etwa durch gruppenspezifische Rabatte oder Reisegutscheine für Einkommensarme. [...] [Solche] nutzerzentrierten Subventionen nützen nicht nur direkt den Armen, sondern senken die Produktionskosten pro Fahrgast, was wiederum die Wettbewerbsposition der Transit Agencies<sup>19</sup> stärkt [...].*

---

<sup>19</sup> In den USA werden die Verkehrsleistungen im ÖPNV in der Regel durch eine *Transit Agency* geplant und auch erbracht. Die Trennung in Aufgabenträger und Verkehrsunternehmen ist unüblich. Es gibt zwar die *Metropolitan Planning Organizations*, die auf regionaler Ebene ähnliche raum- und verkehrplanerische Fragen bearbeiten wie deutsche Aufgabenträger. Sie sind allerdings meist

*Zweifelsohne ist ein teureres, qualitativ hochwertiges Angebot gegenüber einem günstigen, schlechten Angebot zu bevorzugen. Es gibt hinreichend Erfahrung mit letzterer Option, um zu erkennen: Die stetige Erosion der Fahrgastnachfrage wird kaum durch einen mittelmäßigen, günstigen ÖPNV aufzuhalten sein.*  
(Cervero 1990, S. 126; eigene Übersetzung)

Cervero spricht sich also für eine differenzierte Tarifstruktur aus, um die Bedürfnisse verschiedener Bevölkerungsgruppen zu befriedigen und dies gerecht zu bepreisen. Auf Grundlage mehrerer verkehrswirtschaftlicher Untersuchungen legt er dar, wie Einheitstarife Frauen und Arbeitslose benachteiligen, die meist kurze Strecken in der Nebenverkehrszeit zurücklegen. Diese Fahrgäste verursachen also beim Verkehrsunternehmen kaum Kosten, zahlen aber den gleichen Einheitspreis und subventionieren somit indirekt den suburbanen Pendelverkehr zur Hauptverkehrszeit. Dieses Erkenntnis deckt sich mit der von den o.g. Forschenden kritisierten Allokation der öffentlichen Fördermittel. Dass Arme aufgrund ihrer Wegemuster weniger von Subventionen im ÖPNV profitieren, findet sich auch in der jüngeren Fachliteratur (etwa Pucher und Renne 2003 sowie Bae und Mayeres 2005 für die USA; Serebrisky et al. 2009 mit Schwerpunkt auf Metropolen im globalen Süden; Schwerdtfeger 2021 mit einer Kritik an der RMV-Tarifreform in Frankfurt am Main). Um sich einer Einzelfallgerechtigkeit in Bezug auf den Fahrpreis anzunähern, empfiehlt Cervero eine Preisdifferenzierung, auch wenn sie den Tarif weniger intuitiv macht (1990, S. 130).

Wie Bae & Mayeres allerdings kritisieren, sind die USA auch 15 Jahre später weit entfernt von einer progressiven Finanzierung des ÖPNV – also einer Struktur, die den Nutzen für unteren Einkommensgruppen maximiert, anstatt diese übermäßig an den Kosten zu beteiligen:

*Investitionen [in den Bau und Betrieb] werden vor allem aus [...] Einkommenssteuern und aus [...] Umsatzsteuern finanziert [, die regressiv wirken, da sie Einkommensarme gemessen am verfügbaren Einkommen deutlich stärker belasten]. Im ÖPNV könnten Ermäßigungen etwa für Ältere oder Schulkinder angeboten werden [...]. [Einkommensbasierte Sozialtickets] wären einfach umsetzbar, aber keine oder nur wenige Transit Agencies gehen diesen Schritt.*  
(Bae und Mayeres 2005, S. 179–180 und 187, eigene Übersetzung)

Während es in den USA etablierte Praxis ist, auf Antrag die Verkehrsmittel für den einzelnen bedürftigen Haushalt zu subventionieren (Sanchez 2008, S. 837–839), findet in Deutschland das Modell der Sozialtickets Verbreitung. Dabei handelt es sich um pauschal vergünstigte Tickets für Einkommensarme, die in der Regel für Abos innerhalb eines Landkreises bzw. Verkehrsverbunds gelten. Einige Sozialtickets ermäßigen allerdings auch den Bartarif und können sogar linienbezogen gelten (etwa im VBB auf der Havelbus-Linie 666; vgl. Tabelle 30 im Anhang). Die Differenz zum Normalpreis wird meist aus dem kommunalen Sozialbudget ausgeglichen. Berechtig sind in der Regel Personen, die Bürgergeld oder andere Transferleistungen beziehen. Zugang haben bundesweit etwa 71 Prozent der Bürgergeld-Beziehenden (Aberle 2025).

---

beratend tätig und haben somit praktisch deutlich weniger Entscheidungsmacht (Bühler und Kunert 2008, S. 70). Daher wird hier der Begriff *Transit Agency* übernommen.

### 2.1.10 Equity Planning: ÖPNV-Angebotsplanung für vulnerable Gruppen

Wie dargelegt, gehen wesentliche Impulse in der Forschung in Bezug auf die Mobilitätsarmut von US-amerikanischen und englischen Forschenden aus. Darüber hinaus kommen wesentliche Impulse in Bezug auf Intervention aus dem angelsächsischen Raum. In zahlreichen Städten Nordamerikas wurden und werden diese durch die *Riders Unions* erkämpft, die sich am ehesten mit dem Begriff Fahrgastbeirat übersetzen lassen. Anders als die hierzulande bekannten Beiräte, die vom Verbund/Verkehrsunternehmen einberufen werden, handelt es sich bei den *Riders Unions* allerdings um Graswurzel-Organisationen. Viele gründeten sich in Reaktion auf Verschlechterungen des ÖPNV-Angebots, allein in den USA gibt es etwa 30 dieser Räte.<sup>20</sup> Die *Riders Unions* berufen sich auf das *Equity Planning* – das Leitbild einer Stadt- und Verkehrsplanung, die die Bedürfnisse derer in den Mittelpunkt stellt, „die wenige bis keine Wahlmöglichkeiten haben“ (Krumholz 1982, S. 163; eigene Übersetzung). Der Begriff für dieses Verständnis von Planung wurde ebenfalls in den 1970er-Jahren geprägt. Damals setzten sich Stadtplaner\*innen von Cleveland/USA gegen den Bau eines teuren *People-Mover*-Projekts ein und erreichten stattdessen in zähen Verhandlungen eine Tarifreform zu Gunsten älterer Menschen und Menschen mit Behinderung (Krumholz und Forester 1990, Kapitel 8 und 9, insb. S. 133-140). Mit dem Fokus auf die Wirkung von Nutzen und Auswirkungen auf Minderheiten lässt sich das *Equity Planning* als Teilforderung der *Environmental Justice*-Bewegung einordnen (Abschnitt 1.1).

Der berühmteste Konflikt der jüngeren Zeit im Sinne des *Equity Planning* spielte sich Mitte der 1990er-Jahre in Los Angeles/USA ab, wo Bürgerrechtsanwälte den Vorwurf gegen die Verkehrsbehörde LACMTA erhoben, das ÖPNV-System diskriminiere die einkommensarme, zumeist nicht-weiße Bevölkerung. So problematisierten sie beispielsweise, dass mehr als 60 Prozent der Subventionen in das Pendlerzugsystem flossen, obwohl nur 28 Prozent der Fahrgäste ethnischen Minderheiten angehörten, während dieses Verhältnis im Bussystem umgekehrt war (García und Rubin 2004, S. 234-236). 1996 wurde die LACMTA in einem Vergleich dazu verpflichtet, zwei Milliarden USD in das Bussystem zu investieren, u.a. um die Überfüllung zu reduzieren und Fahrpreise zu senken (ebd., S. 221). Diese erfolgreiche Klage der *Riders Union* und eine vergebliche Berufung seitens der LACMTA beim obersten Gerichtshof Supreme Court trugen dazu bei, dass das Gebot der Gerechtigkeit im ÖPNV in den USA gesetzlich kodifiziert wurde. Seit 2007 verpflichtet die nationale Verkehrsbehörde Federal Transit Administration (FTA) die größeren Transit Agencies dazu, in einer *Service Equity Analysis* die potenziellen Auswirkungen auf benachteiligte Minderheiten zu untersuchen, bevor sie wesentliche Änderungen am ÖPNV-Angebot vornehmen (Karner und Golub 2015; FTA 2012).

---

<sup>20</sup> Der Dachverband listet 32 *Riders Unions* in den Vereinigten Staaten auf (TRUST 2020).

### 2.1.11 Messverfahren des Equity Planning

Zur Messung dieser Auswirkungen auf marginalisierte Gruppen definiert die FTA zwei Verfahren. Entweder soll anhand von Zensusdaten im ÖPNV-Einzugsgebiet die Erreichbarkeit verschiedener Minderheiten untersucht werden, i.d.R. mithilfe einfacher Kumulationsindikatoren, oder es ist anhand von Fahrgastbefragungen die Demografie der betroffenen Fahrgäste auf bestimmten Linien(-ästen) zu erheben (Karner und Golub 2015). Wie Karner und Golub anhand einer Fallstudie für Phoenix, Arizona/USA darlegen, können die zwei Verfahren zu widersprüchlichen Ergebnissen kommen. Die Forschenden empfehlen daher, nicht wie bisher eines der Verfahren nach den verfügbaren Daten auszuwählen (i.d.R. das Zensusverfahren), sondern sie ergänzend einzusetzen (ebd.). Javanmard et al. (2023) legen eine Fallstudie für Winnipeg/CAN vor, in der sie das zensusbasierte Verfahren nutzen, um Buslinien mit hohem Minderheiten-Anteil zu identifizieren. Nach dem FTA-Standard zählen sie jede Linie als *minority serving route*, deren Betriebskilometer zu mindestens einem Drittel in den Stadtteilen mit hohem Minderheitenanteil erbracht werden (d.h. im Falle Winnipegs, Gebiete mit > 25,7 Prozent der Bevölkerung gehören „äußerlich erkennbaren Minderheiten“ an; S. 5; eigene Übersetzung). Auch Hickey et al. (2010) nutzen Zensusdaten, um die Auswirkungen von Preiserhöhungen auf einkommensarme Fahrgäste in New York/USA zu messen.

Während das zensusbasierte Vorgehen auch in Deutschland zumindest in der Forschung vereinzelt genutzt wird (Fina et al. 2019; Aberle 2020c für Ridepooling), ist eine demografische Auswertung der ÖPNV-Fahrgäste im Rahmen der Angebotsplanung hierzulande unbekannt, erst recht in einer linienscharfen Auflösung. Verkehrserhebungen finden in Deutschland zwar zum Zwecke der Einnahmearteilung und Angebotsplanung statt und erfassen Altersklasse und Geschlecht der Fahrgäste, die auch nach Linie und Zeitschicht auswertbar sind. Die spezifische Auswertung demografischer Variablen im Sinne der Teilhabesicherung ist allerdings in der Praxis nicht relevant und die ethnische Zugehörigkeit der Fahrgäste wird nicht erfasst.<sup>21</sup> Abseits einzelner Vorstöße, etwa den in Abschnitt 2.1.5 genannten *Verkehrslücken* oder einzelner Forschungsarbeiten, findet das Exklusionsrisiko in der deutschen ÖPNV-Angebotsplanung also keinen Eingang in Form eines Messverfahrens.

### 2.1.12 Analyse von Mobilitätsarmut mit Verfahren der Spatial Econometrics

Diese Arbeit bedient sich geostatistischer Methoden, die der Disziplin der *Spatial Econometrics* zugeordnet werden. Vereinzelt wird sie als „räumliche Ökonometrie“ eingedeutscht (Kosfeld 2018, S. 1483; Starzer 2018, S. 22), allerdings ist der englische Begriff in der Fachliteratur geläufiger. Ihren Ursprung hat die Disziplin in den 1960er und 1970er-Jahren, entwickelte sich also etwa zeitgleich zur Welle der Erreichbarkeitsforschung (Abschnitt 2.1.1). Der Begriff wurde vom belgischen Statistiker Jean Paelinck geprägt, der Methoden aus der Ökologie auf die Stadt- und Regionalforschung übertrug (Anselin und Bera 1998). Anwendungsfelder waren und sind beispielsweise die räumliche Untersuchung von Schadstoffemissionen auf die Umgebung, die Untersuchung von Bodenpreisen oder die datengestützte Standortwahl für Industriegebiete.

---

<sup>21</sup> Quelle: Persönliche Korrespondenz mit Fachleuten des HVV (Karsten Auzins, Marcus Peter, Matthias Winkler) und des Verkehrserhebungs-Dienstleisters WVI (Jochen Sauer), im Februar 2023.

Auch Verkehrswirtschaft und Wirtschaftsgeografie bedienen sich verschiedener Methoden der Spatial Econometrics (ebd.); in der Regel werden erweiterte oder gewichtete multivariate Regressionsmodelle verwendet. Jüngere Studien im Verkehrsbereich befassen sich etwa mit dem Einfluss der Raumstruktur auf Verkehrsverhalten und Umweltwirkung,<sup>22</sup> der ÖPNV-Erreichbarkeit von Arbeitsplätzen<sup>23</sup> oder der Nachfragemodellierung für Ridepooling-Angebote.<sup>24</sup> Unter expliziter Bezugnahme auf Mobilitätsarmut nutzen Pereira et al. (2019) das Regressionsmodell *Spatial Durbin Model*, mit dem sie die Angebotswirkung eines neuen Schnellbusnetzes in Rio de Janeiro auf verschiedenen räumlichen Ebenen vergleichen (näher beschrieben in Abschnitt 3.1.2). Abgesehen von dieser Untersuchung aus Brasilien gibt es kaum Studien, die Methoden der Spatial Econometrics nutzen, um Mobilitätsarmut zu untersuchen (ebd., S. 749).

---

<sup>22</sup> Camagni et al. 2002 und Traversi et al. 2006 mit Fallstudien für Italien; Hong und Shen 2013 und Hong et al. 2014 mit Fallstudien für die Puget-Sound-Region/USA; Mendiola et al. 2015 mit einer Fallstudie für die Provinz Bizkaia/ES.

<sup>23</sup> Moniruzzaman und Páez 2012 mit einer Fallstudie für Hamilton/CAN, methodischer Schwerpunkt auf dem Umgang mit Autokorrelation.

<sup>24</sup> Zwick (2022) mit vier räumlichen Modellen, um die Wirkung großenteils raumstruktureller Variablen auf die Fahrgastnachfrage beim Ridepooling-Dienst MOIA in Hamburg zu schätzen. Er identifiziert Pkw-Verfügbarkeit als statistisch signifikantes Hemmnis für die Ridepooling-Nachfrage, während der soziale Statusindex eine hohe Nachfrage voraussagt.

### 2.1.13 Zwischenfazit

Auf Grundlage der Literaturschau lässt sich resümieren, dass verkehrliche Erreichbarkeit schon seit der Welle der Grundlagenforschung in den 1970er-Jahren dazu dient, die Mobilitätschancen marginalisierter Gruppen zu quantifizieren und in einen Zusammenhang mit Sozialindikatoren zu setzen. Um die Erreichbarkeit von Randgruppen zu bemessen und zu fördern, werden in der Planungspraxis meist einfache Messgrößen angelegt, während die komplexen in der Forschung erarbeiteten Verfahren aufgrund der *Implementation Gap* nur selten eine Nutzung in der Breite erfahren. Üblicherweise wird Erreichbarkeit anhand der Reisezeit zu Arbeitsplätzen oder Daseinsvorsorge-Einrichtungen erhoben, während finanzielle Indikatoren lediglich vereinzelt in der wissenschaftlichen Nische genutzt werden. Forschten an der verkehrlichen Erreichbarkeit bis vor kurzem nur einige wenige institutionalisierte Akteure, so kann heutzutage auch der software-affine Fahrgast dank Open Data seine Erreichbarkeit analysieren und politisieren.

Mangelnde ÖPNV-Erreichbarkeit ist als solche nicht mit Ausgrenzung gleichzusetzen. Sie wird aber dann zum Risiko für Mobilitätsarmut, wenn die Mobilitätseinschränkung auf eine soziale Benachteiligung trifft, etwa wenn Betroffene zu wenig Geld für einen Pkw haben und deshalb Arbeitsplätze oder Versorgungseinrichtungen nicht erreichen können. Der resultierende *Spatial Mismatch* aus Wohnstandorten und Alltagszielen betrifft insbesondere jene Gruppen, die bereits anderweitig marginalisiert sind. Dabei wirken die ÖPNV-Erreichbarkeit, die Dichte und die Armut in einem wechselseitigen Verhältnis, wobei die Verbesserung des Verkehrsangebots in der jüngeren Literatur als geeignete Maßnahme beschrieben wird, um Arbeitslosigkeit und Armut zu lindern. Während im angelsächsischen Raum seit Langem gruppenspezifische Indikatoren für das Verkehrsangebot etabliert sind, gibt es für die ÖPNV-Erreichbarkeit einzelner Gruppen in der deutschen Angebotsplanung keine etablierten Messinstrumente.

Neben der ÖPNV-Bedienungshäufigkeit beschreibt die Literatur die finanzielle Erschwinglichkeit der Fahrpreise als Schlüsselfaktor. Im Vergleich zur Bedienung ist der Tarif relativ einfach zu steuern, wobei er ein besonderes Potenzial für die einkommensarme Stammkundschaft des ÖPNV bietet, die aufgrund ihrer demografischen Zusammensetzung tendenziell kurze Wege zurücklegt. Allerdings wird die Erschwinglichkeit noch nicht hinreichend in der ÖPNV-Planung berücksichtigt, weil Verkehrspolitik und -planung andere Nutzergruppen priorisieren, um einen Modal Shift vom MIV zum ÖPNV zu fördern und damit Umwelt- und Klimaziele zu erreichen. Während es in den USA durch ein Bundesgesetz vorgeschrieben ist, Änderungen des Nahverkehrsangebots vorab auf negative Auswirkungen auf die Mobilitätschancen von Minderheiten zu prüfen, sind solche Prüfverfahren in Deutschland nicht bekannt und es existiert keine Datenlage, um sie in vergleichbarer Weise zu etablieren.

## 2.2 Arbeitshypothesen zum Zusammenhang von ÖPNV-Tarif, Armut und Dichte

Der voranstehende Abschnitt präsentierte einen Überblick über den Zusammenhang zwischen dem ÖPNV-Angebot, dem Tarif, der Einkommensarmut und der Bevölkerungsdichte. Hier knüpft dieser Abschnitt an und leitet Hypothesen aus der Literaturschau ab. Dies geschieht zunächst Gebiete des Raumtyps *urban* (durch die Hypothesen U1 bis U5) und anschließend für *rurale* Gebiete (R1 bis R5) – zur Definition der Raumtypen siehe Abschnitt 3.1. Weiterhin werden drei generelle Hypothesen formuliert, die sich auf beide Raumtypen beziehen (G1 bis G3).

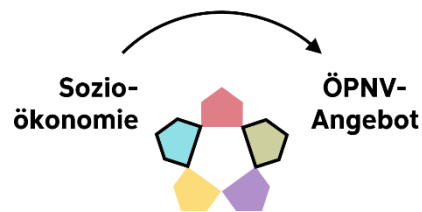
Grundsätzlich untersucht die Regressionsanalyse den statistischen Einfluss einer oder mehrerer unabhängigen Variablen auf eine abhängige Variable. Es wird also eine *Wirkrichtung* betrachtet und interpretativ eingebettet (Fahrmeir et al. 2007, S. 1). Die Wirkrichtung ist spezifisch für jede Hypothese und wird mittels der räumlich-statistischen Verfahren geprüft, die in Abschnitt 3.3 beschrieben sind. Beibehalten wird eine Hypothese, wenn die Richtung des Zusammenhangs bestätigt wird und das Signifikanzniveau bei  $p < 0,05$  liegt.

### 2.2.1 Fünf Hypothesen für *urbane* Gebiete

Hypothese U1: Eine niedrige Kaufkraft sagt ein gutes ÖPNV-Angebot voraus.<sup>25</sup>

Wie in Abschnitt 2.1.8 erörtert, verfügen städtische Gebiete mit hoher Armutsquote tendenziell über ein gutes Nahverkehrsangebot. Die Evidenz bezieht sich großenteils auf US-amerikanische Fallstudien, die stärker segregiert sind als mitteleuropäische Städte (Florida 2015). Dennoch erscheint der Zusammenhang aus städtischer Armut und einem hohen Angebotsniveau auch für europäische Städte plausibel; auch deckt er sich

mit Erkenntnissen aus dem Projekt *MobileInclusion*: Gebiete mit einer niedrigen Kaufkraft weisen statistisch ein besseres ÖPNV-Angebot auf als Gebiete mit einer hohen Kaufkraft. Einkommensarme in den Großstädten Berlin und Hamburg sind anteilig stärker erschlossen und in ihrer Umgebung finden sie mehr (absolute) Abfahrten vor als nicht-arme Menschen (Aberle et al. 2022a, S. 20). Daraus lässt sich folgende Hypothese für den *urbanen* Raum ableiten:



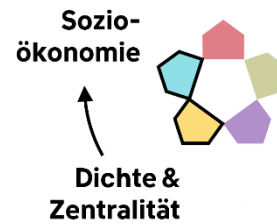
**Abbildung 21: Wirkrichtung von Hypothese U1 (vgl. Abbildung 6, S. 40).**

Hypothese U1: Im bivariaten Regressionsmodell sagt eine geringe Kaufkraft einen hohen ÖPNV-Index voraus.<sup>25</sup>

<sup>25</sup> Die Formulierung „Kaufkraft sagt ÖPNV-Angebot voraus“ ist im Sinne der statistischen Methode zu verstehen: Die Werte des Prädiktors lassen auf die Werte des Kriteriums schließen. Eine zeitliche Vorhersage kann daraus nicht abgeleitet werden („Wo viele Menschen eine geringe Kaufkraft haben, wird zukünftig das ÖPNV-Angebot verbessert werden“). Dies gilt im Folgenden für alle Hypothesen.

Hypothese U2: Eine hohe Bevölkerungsdichte sagt eine niedrige Kaufkraft voraus.

Die Literaturschau sowie die Forschungsergebnisse des Projekts *MobileInclusion* legen nahe, dass die Dichte und das verfügbare Einkommen in einem strukturellen Zusammenhang stehen, der sich auf die räumliche Verteilung von Mobilitätschancen auswirkt. Daher überprüft die Hypothese U2 den Zusammenhang zwischen Bevölkerungsdichte und Kaufkraft.

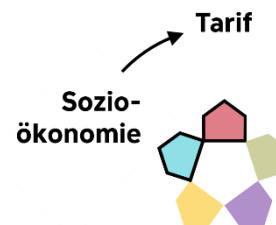


**Abbildung 22: Wirkrichtung von Hypothese U2 (vgl. Abbildung 6, S. 40).**

Hypothese U2: Im bivariaten Regressionsmodell sagt eine hohe Bevölkerungsdichte eine niedrige Kaufkraft voraus.

Hypothese U3: Eine niedrige Kaufkraft sagt eine hohe Tarif-Erreichbarkeit voraus.

Sofern Hypothese U2 zutrifft, besteht ein Zusammenhang zwischen Bevölkerungsdichte und geringer Kaufkraft. Darüber hinaus wird angenommen, dass die Dichte mit einer gebündelten Anordnung von Einrichtungen des täglichen Bedarfs einhergeht, sodass Alltagsziele innerhalb kurzer Distanz erreichbar sind. Diese kurze Distanz schlägt sich in einer geringen Anzahl an Zahlgrenzen nieder, die überquert werden müssen, was sich in einer hohen Tarif-Erreichbarkeit niederschlägt.

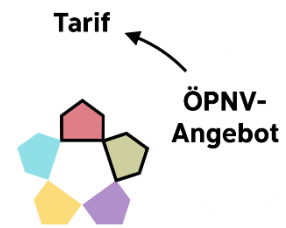


**Abbildung 23: Wirkrichtung von Hypothese U3 (vgl. Abbildung 6, S. 40).**

Hypothese U3: Im bivariaten Regressionsmodell sagt eine geringe Kaufkraft eine hohe Tarif-Erreichbarkeit voraus.

Hypothese U4: Eine hohe räumliche Zentralität sagt eine hohe Tarif-Erreichbarkeit voraus.

Die deskriptive Betrachtung der erhobenen Daten zeigt, dass zentrale Haltestellen tendenziell eine höhere Tarif-Erreichbarkeit aufweisen als dezentral gelegene (vgl. Abbildung 38 sowie Abbildung 47 im Ergebnis-Kapitel). Diese verkehrsgünstigen Lagen gehen vermutlich mit einer kurzen Distanz zum nächsten Zentrum einher, die als Proxy für Zentralität dient.

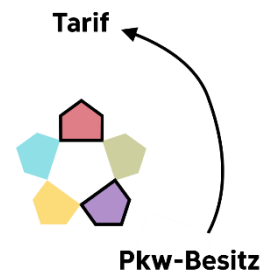


**Abbildung 24: Wirkrichtung von Hypothese U4 (vgl. Abbildung 6, S. 40).**

Hypothese U4: Im bivariaten Regressionsmodell sagt eine kurze Distanz zum nächsten Grund- oder Mittelzentrum eine hohe Tarif-Erreichbarkeit voraus.

Hypothese U5: Eine hohe Pkw-Verfügbarkeit sagt eine niedrige Tarif-Erreichbarkeit voraus.

Wie die MiD 2017-Auswertung aufzeigt, steigt die Motorisierung der Bevölkerung mit einem fallendem ÖPNV-Angebotsniveau am Wohnort (infas et al. 2018a, Tabellen A P12, A P22.4). Entsprechend liegt es nahe, dass auch die Tarif-Erreichbarkeit in diesen häufig dezentralen Lagen gering ist – also, dass vergleichsweise wenige Aktivitätsziele mit einem günstigen Bartarif erreicht werden können.



**Abbildung 25: Wirkrichtung von Hypothese U5 (vgl. Abbildung 6, S. 40).**

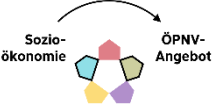



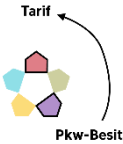
Hypothese U5: Im bivariaten Regressionsmodell sagt eine hohe Pkw-Verfügbarkeit eine niedrige Tarif-Erreichbarkeit voraus.

### **2.2.2 Fünf Hypothesen für *rurale* Gebiete**

Wenn die Hypothesen U1 bis U5 zutreffen, werden sowohl das ÖPNV-Angebot als auch die Tarif-Erreichbarkeit von Menschen mit geringem Einkommen dadurch beeinflusst, dass sie statistisch häufiger in dicht bevölkerten Gebieten leben als nicht-arme Menschen. Das Einkommen wirkt dabei indirekt auf die Chancen, ein gutes ÖPNV-Netz vorzufinden. Die Wirkrichtung ist invers: Je niedriger die mittlere Kaufkraft eines Gebiets ausfällt, desto besser ist das ÖPNV-Angebot.

Im Umland könnte sich dieser Befund anders darstellen. Der VBB und der HVV außerhalb der Metropolen sind – abseits einiger Mittel- und Unterzentren – durch vergleichsweise dünne Besiedelung gekennzeichnet, was den dargelegten Erklärungszusammenhang deutlich verändern könnte (siehe hierzu auch Abschnitt 3.1.1). Die Literatur nennt einen Wohnort auf dem Land in Kombination mit Einkommensarmut als wesentlichen Risikofaktor für die Vulnerabilität gegenüber Preissteigerungen im Verkehr (Stark et al. 2023). Des Weiteren wird angenommen, dass in ländlich geprägten Räumen der Einfluss der Bevölkerungsdichte auf das ÖPNV-Angebot geringer ist und dass die einkommensarme Bevölkerung in ländlichen Gebieten weniger konzentriert ist, also aufgrund mangelnder Kaufkraft stärker in dezentralen Lagen verteilt lebt. Somit lauten die für den Untersuchungsraum *rural* ausgearbeiteten Hypothesen R1 bis R5 folgendermaßen:

**Tabelle 5: Übersicht der Hypothesen R1 bis R5.**

	<b>Hypothese</b>	<b>Vergleich mit der o.g. urban-Hypothese</b>
	<p>R1 Eine niedrige Kaufkraft sagt ein <i>schlechtes</i> ÖPNV-Angebot voraus.<sup>26</sup></p>	gegenläufig
	<p>R2 Eine hohe Bevölkerungsdichte sagt eine <i>hohe</i> Kaufkraft voraus.</p>	gegenläufig
	<p>R3 Eine niedrige Kaufkraft sagt eine <i>niedrige</i> Tarif-Erreichbarkeit voraus.</p>	gegenläufig
	<p>R4 Eine hohe räumliche Zentralität sagt eine <i>hohe</i> Tarif-Erreichbarkeit voraus.</p>	gleich
	<p>R5 Eine hohe Pkw-Verfügbarkeit sagt eine <i>niedrige</i> Tarif-Erreichbarkeit voraus</p>	gleich

**Quelle:** Eigene Darstellung, analog zu U1 bis U5 im voranstehenden Abschnitt 2.1.1.

Die Vermutung hinter den Hypothesen R1 bis R3 ist also, dass der in der Stadt beobachtete Effekt (Bevölkerungsdichte ↔ geringe Kaufkraft ↔ gutes ÖPNV-Angebot) im ländlichen Raum gegenläufig wirkt.

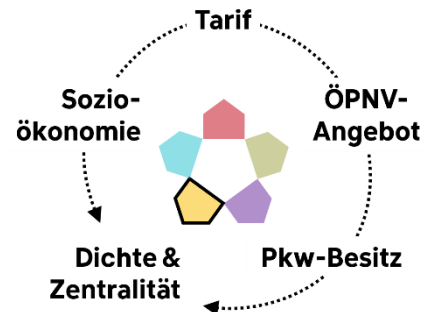
<sup>26</sup> Auch hier ist die Formulierung „X sagt Y voraus“ im Sinne der statistischen Methode zu verstehen; vgl. Fußnote 25 auf Seite 89.

### 2.2.3 Drei generelle Hypothesen für beide Gebietstypen

Drei weitere Arbeitshypothesen betreffen gleichermaßen die *urbanen* wie *ruralen* Gebiete:

Hypothese G1: Der Einbezug der Dichte in einem multivariaten Regressionsmodell erklärt die Zusammenhänge der Hypothesen U1-U5 und R1-R5.

Wie in den Abschnitten 2.1.6 bis 2.1.8 dargelegt, stehen die untersuchten Variablen in einem Wechselverhältnis mit der Bevölkerungsdichte. Die Dichte ist eine maßgebliche Eingangsgröße für die regionale Planung, wobei sie gleichermaßen das Ergebnis planerischer Intervention ist. Aufgrund der genannten empirischen Befunde lautet die Vermutung, dass die Dichte einen starken Einfluss auf die anderen Variablen ausübt, und dass der Einbezug in ein multivariates Modell eine große Erklärvarianz der Dichte ergibt.



**Abbildung 26: Wirkrichtung von Hypothese G1 (vgl. Abbildung 6, S. 40).**

Hypothese G1: Im multivariaten Regressionsmodell mit standardisierten Variablen sagt eine hohe Dichte eine hohe Tarif-Erreichbarkeit voraus. Der Beta-Schätzer der Dichte ist größer als die Parameter der anderen unabhängigen Variablen.

Hypothese G2: Je kleinräumiger die Untersuchungsebene gewählt wird, desto größer ist die Modellgüte des multivariaten Modells

Diese Hypothese geht von der Beobachtung aus, dass die Wahl der Untersuchungsebene das Ergebnis beeinflusst. Angenommen wird ein Skaleneffekt, der auf die Zusammenhänge einwirkt. Entsprechend der internationalen Fachliteratur (Abschnitt 3.1.2) ist davon auszugehen, dass die Modellgüte sich mit steigender Auflösung verbessert. Zur Definition der Untersuchungsebenen siehe ebenfalls Abschnitt 3.1.2.



**Abbildung 27: Wirkrichtung von Hypothese G2 (vgl. Abbildung 6, S. 40).**

Hypothese G2: Die Modellgüte Pseudo-R<sup>2</sup> des multivariaten Spatial Durbin Error Model (SDEM) ist entlang der räumlichen Hierarchie gestuft:

$$PSR^2_{\text{Gemeinde}} < PSR^2_{\text{Haltestelle}} < PSR^2_{\text{Raster}}$$

Hypothese G3: Je kleinräumiger die Untersuchungsebene gewählt wird, desto größer ist der Gini-Koeffizient

In der Literatur wird beschrieben, dass die gemessene Ungleichheit der verkehrlichen Erreichbarkeit von der räumlichen Ebene abhängt. Kleinräumigere Untersuchungen sind dabei sensitiver für Ungleichverteilung (Abschnitt 3.1.2).

Analog zu Hypothese G2 lässt sich daraus die Hypothese ableiten, dass sich die Sensitivität für Ungleichheit der Tarif-Erreichbarkeit mit der räumlichen Auflösung steig.



**Abbildung 28: Wirkrichtung von Hypothese G3 (vgl. Abbildung 6, S. 40).**

Hypothese G3: Der Gini-Koeffizient für die Tarif-Erreichbarkeit mit dem Budget von 2,30 EUR ist entlang der räumlichen Hierarchie gestuft:  
 $G_{\text{Gemeinde}} < G_{\text{Haltestelle}} < G_{\text{Raster}}$

### 3 Methodik

Nachdem Kapitel 2 den Forschungsstand gebündelt und die Arbeitshypothesen abgeleitet hat, geht dieses Kapitel auf die Methodik des Forschungsvorhabens ein. Zunächst werden dazu die Untersuchungsräume vorgestellt, die in *urban* und *rural* unterteilt werden. Anschließend wird die Erhebung der ÖPNV-bezogenen Daten beschrieben, die größtenteils auf öffentlichen Quellen basieren und durch einige proprietäre Datensätze eines Dienstleisters ergänzt werden. Schließlich werden die räumlich-statistischen Verfahren erklärt, mit denen die Daten ausgewertet werden und mithilfe eines Schaubilds wird die Verarbeitung im Zusammenspiel verschiedener Software-Umgebungen erläutert.

#### 3.1 Untersuchungsräume:

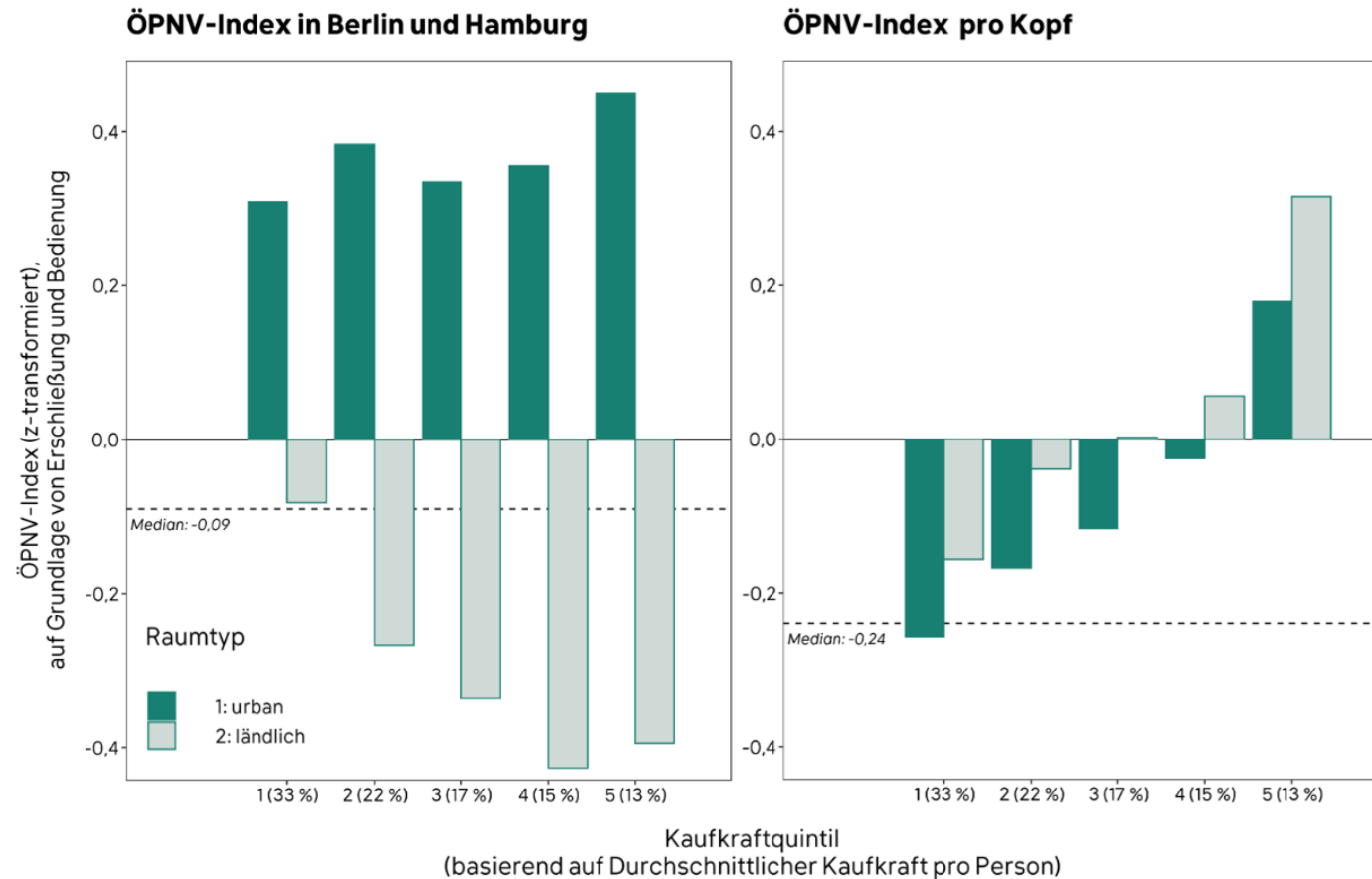
##### ***Urbane und rurale Gebiete im VBB und HVV***

Das Ziel des empirischen Teils ist es, räumlich-statistische Muster von ÖPNV-Erreichbarkeit und Einkommensarmut zu ergründen. Wie eine Untersuchung im Projekt *MobileInclusion* aufzeigte, gibt es in Berlin und Hamburg zunächst keinen augenfälligen Zusammenhang dieser Größen: Abbildung 29 (links) zeigt den standardisierten ÖPNV-Index pro Rasterzelle, der sich aus der Kombination von Bedienungshäufigkeit und Erschließung ergibt (zur Herleitung des Index siehe Abschnitt 3.2.1). Der ÖPNV-Index wird in Abhängigkeit von der Kaufkraft dargestellt, die in fünf Stufen klassiert ist. Auch dort, wo die Kaufkraft klein ist, gibt es in der Regel ein Angebot weit über dem Median, jedenfalls im *urbanen* Raum. Ein niedriges Angebotsniveau des ÖPNV ist also in den Metropolen nicht generell kennzeichnend für kaufkraftarme Gebiete.

Wie die Abbildung allerdings auf der linken Seite darstellt, variiert das Bild in Abhängigkeit vom Raumtypen. Während in *urbanen* Gebieten alle Kaufkraftklassen überdurchschnittlich bedient werden (dunkle Balken), zeigt sich im *ruralen* Raum ein Gefälle entlang der Kaufkraft: Je kaufkräftiger ein *rurales* Gebiet ist, desto geringer fällt das Angebotsniveau aus (helle Balken). Auch dieser Befund weist zunächst darauf hin, dass Personen mit niedriger Kaufkraft nicht strukturell durch den öffentlichen Nahverkehr unterversorgt sind. Er könnte vielmehr als Minderangebot in wohlhabenden und dünn besiedelten Gegenden interpretiert werden – wobei dieses Minderangebot durch die steigende Pkw-Verfügbarkeit kompensiert werden kann, die mit steigender Kaufkraft einhergeht (Abschnitt 1.1), womit das Defizit von vielen Betroffenen nicht unbedingt als solches wahrgenommen werden dürfte. Dieser Zusammenhang verändert sich allerdings deutlich, wenn die Bevölkerungsdichte in Betracht gezogen wird: Wird der ÖPNV-Index *pro Kopf* gemessen, steigt das Angebotsniveau mit der Kaufkraft an (Abbildung 29, rechts). Das vergleichsweise starke ÖPNV-Angebot in kaufkraftarmen Gebieten wird also durch die Bevölkerungsdichte überkompensiert, was für beide Raumtypen gilt.

Die Verteilungen in Berlin und Hamburg deuten somit auf einen Zusammenhang von Kaufkraft und ÖPNV-Angebotsniveau hin, der durch den Raumtypen geprägt ist. Daher liegt es nahe, auch die Untersuchung der umliegenden Verkehrsgebiete des HVV und des VBB nach dem Raumtyp zu differenzieren. Dies geschieht, indem die Verkehrsgebiete in die Untersuchungsräume *urban* und *rural* geteilt und separat betrachtet werden. Abbildung 30 stellt diese Räume gegenüber.

Abbildung 29: ÖPNV-Index in Berlin und Hamburg, nach Kaufkraft-Quintilen.



**Quelle:** Eigene Darstellung. Um die Städte vergleichen zu können, wurden die Verteilungen standardisiert, d.h. auf Mittelwert = 0 und Standardabweichung = 1 transformiert. Die Prozentwerte auf der x-Achse zeigen den Anteil der Bevölkerung im jeweiligen Quintil. n = 67 429 bewohnte Rasterzellen inklusive Ausreißer (hier: 100-m-Raster). Datenstand: 12/2018 (Kaufkraft, von infas360) bzw. Fahrplanperiode 2018/19 (ÖPNV-Index, Daten aus den Verkehrsmodellen von Peter 2021).

### 3.1.1 Definition: *Urbane und rurale Gebiete*

Als Untersuchungsraum *urban* werden die Verkehrsgebiete des VBB und des HVV definiert, die durch einen innerstädtischen oder randstädtischen Raumtyp gekennzeichnet sind. Hierbei handelt es sich um zwölf der 17 Raumtypen nach der *RegioStaR*-Typologie des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR).<sup>27</sup> Im HVV-Verkehrsgebiet sind 28 Prozent der bewohnten Rasterzellen als *urban* klassifiziert, die 51 Prozent der Bevölkerung beheimaten. Im VBB sind es 21 Prozent der Zellen bzw. 57 Prozent der Bevölkerung. Zum Vergleich: Deutschlandweit leben 52 Prozent der Bevölkerung in Gebieten, die als *urban* gemäß dieser Definition gelten (eigene Berechnung anhand der MiD 2017). Damit ist der HVV etwa im gleichen Maße urbanisiert wie die Bundesrepublik. Der VBB ist deutlich stärker urbanisiert im Sinne einer Konzentration der Bevölkerung auf *urbane* Gebiete.

Als Untersuchungsraum *rural* werden die Verkehrsgebiete des VBB und des HVV definiert, die einem der fünf verbleibenden *RegioStaR*-Typen entsprechen.<sup>28</sup> Im HVV-Verkehrsgebiet trifft das auf 72 Prozent der bewohnten Rasterzellen zu, im VBB-Verkehrsgebiet auf 79 Prozent.

Berlin und Hamburg werden durch *RegioStaR* nicht hinreichend erfasst, sondern sind komplett dem Typen 111 zugeordnet. Um die Heterogenität der Metropolen zu berücksichtigen, wird kleinräumig differenziert: Für Berlin wird eine Karte des Center Nahverkehr Berlin (CNB) genutzt, die den Stadtraum in *dicht* bzw. *nicht dicht* einteilt. Für Hamburg wird auf die Typologie von Matthes (2010) zurückgegriffen, wobei Veränderungen seit 2010 fortgeschrieben wurden (siehe Anhang A3). Abbildung 31 zeigt die Ergebnisse der Zuordnung.

Der Nutzen dieses Vorgehens wird am Beispiel der Vier- und Marschlande in Hamburg deutlich (Abbildung 31 oben rechts, die dünnen grauen Siedlungstreifen im Südosten): Politisch gehören sie der Metropole an und werden nach BBSR als *urban* eingeordnet. Tatsächlich handelt es sich allerdings sowohl in Bezug auf die Bevölkerungsdichte als auch auf die Landnutzung um ländliche Gebiete (Bezirksamt Bergedorf 2017). Auch mobilitätsbezogene Kennzahlen wie die hohe Pkw-Verfügbarkeit und -nutzung sowie die verkehrliche Lage ähneln eher dem ländlichen Raum als der Kernstadt (Matthes 2010, S. 102; infas et al. 2019d; Henninger et al. 2024).

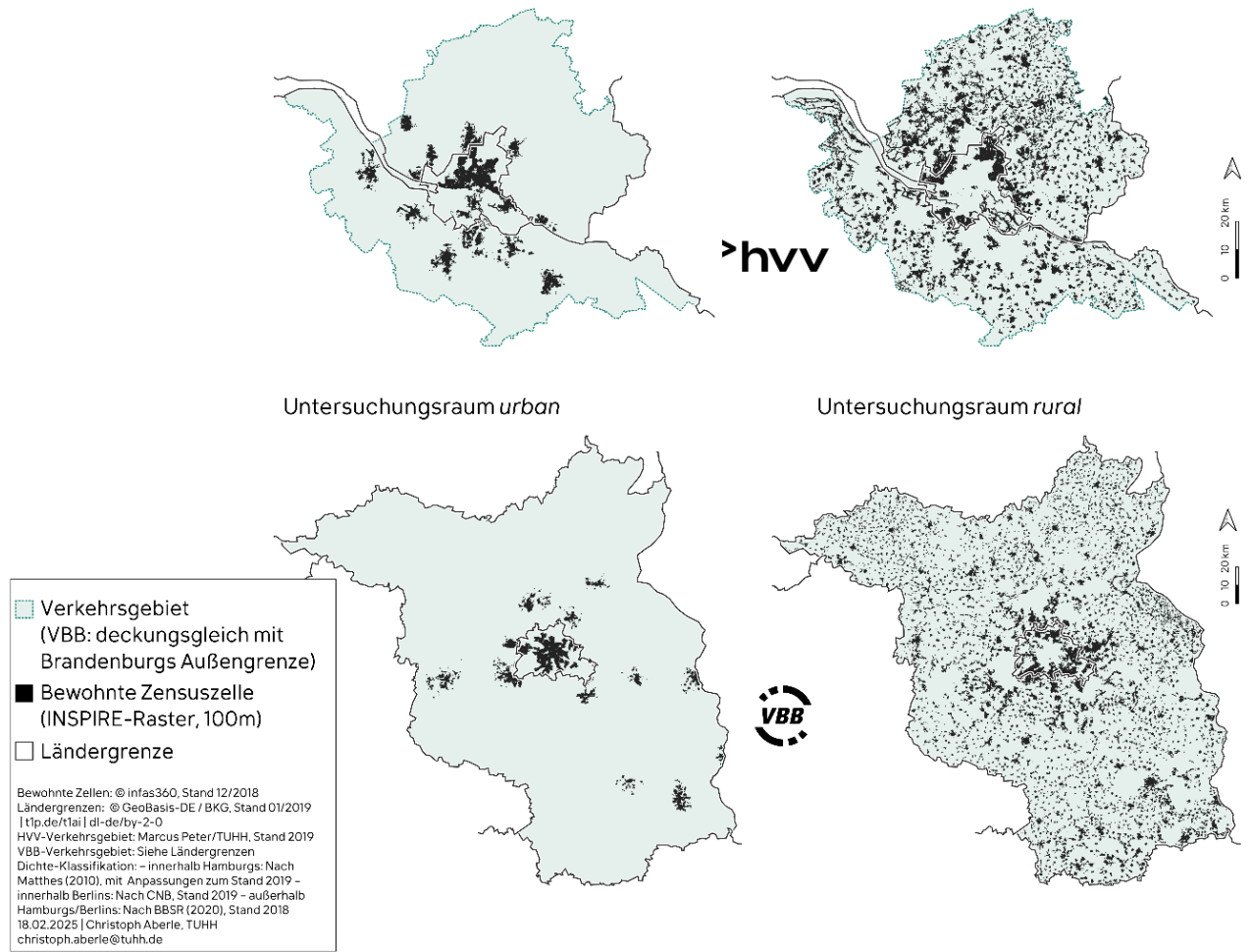
Komplementär dazu gibt es einige wenige Gebiete außerhalb städtischer Zentren, die dennoch als *urban* gelten, etwa Rottorf als Teil von Winsen (Luhe) in Niedersachsen oder Leipe bei Lübbenau in Brandenburg. Zugeordnet sind die Raumtypen 211 (*Mittelstadt in der Metropolen Stadtregion*) bzw. 213 (*Mittelstadt in der stadtreionsnahen ländlichen Region*). Zugunsten der Konsistenz mit den BBSR-Daten wurden sie übernommen und als *urban* klassifiziert.

---

<sup>27</sup> Als *urban* werden zwölf Raumtypen nach der BBSR-Raumtypologie *RegioStaR* 17 klassifiziert, die für die Mobilitäts- und Verkehrsforschung entwickelt wurde: 111, 112, 113, 121, 123, 124, 211, 213, 214, 221, 223, 224. Sie umfassen Raumtypen von *Metropole* bis *Städtischer Raum [peripher]* (BMVI 2020). Die räumliche Auflösung des BBSR-Datensatzes sind Gemeindegrenzen, wobei sie anhand des Amtlichen Gemeindegrenzen auf Zellen mit Kantenlänge von 100 m gemäß INSPIRE-Konvention disaggregiert wurden.

<sup>28</sup> Als *rural* werden fünf Raumtypen nach *RegioStaR* 17 klassifiziert: 114, 115, 125, 215, 225. Sie alle bezeichnen den *kleinstädtischen, dörflichen Raum* (BMVI 2020).

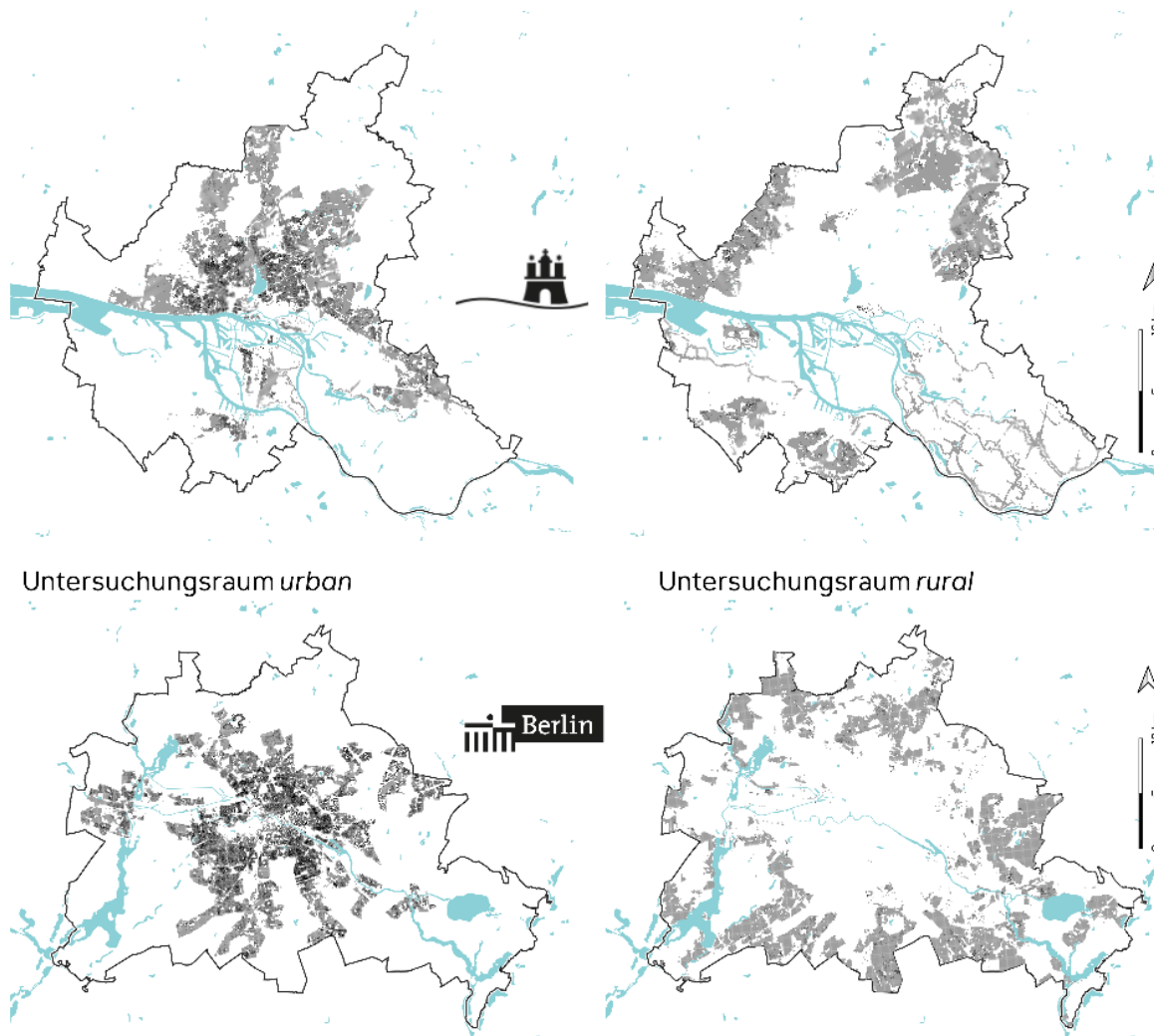
**Abbildung 30: Untersuchungsräume *urban* / *rural* im HVV und VBB.**



**Quelle:** Eigene Darstellung. Die Untersuchungsräume sind vor den Verkehrsgebieten in schwarz hervorgehoben. Die Einteilung in Hamburg erfolgte aufgrund einer Typologie von Matthes (2010), die für diese Arbeit auf den Stand 2019 fortgeschrieben wurde. Die Einteilung in Berlin erfolgte anhand einer Dichtekarte des CNB (Stand 2019). Außerhalb der beiden Städte folgt die Einteilung der RegioStaR-Raumtypologie nach BMVI 2020.

Es gibt Gebiete, die kartografisch keinem der beiden Untersuchungsräume zugeordnet sind. Dabei handelt es sich um Rasterzellen ohne Wohnbevölkerung. Für diese Zellen liegt ein Raumtyp vor, aber sie sind nicht Gegenstand der Untersuchung.

Abbildung 31: Untersuchungsräume *urban* / *rural* in Hamburg und Berlin.



**Quelle:** Eigene Darstellung,  
 Datengrundlage wie Abbildung 30.

### 3.1.2 Auswahl dreier Untersuchungsebenen im Lichte des *Modifiable Area Unit Problem*

Seit Langem ist es gesichertes Wissen, dass die Auswahl der räumlichen Untersuchungsebene einen maßgeblichen Einfluss auf das Ergebnis ausübt. Das Phänomen wurde bereits im Jahr 1931 für den Zusammenhang von jugendlichem Delinquenzverhalten mit der Durchschnittsmiete in Cleveland/USA beispielhaft beschrieben (Gehlke und Biehl 1934) und wird etwa seit den 1970er-Jahren als *Modifiable Area Unit Problem* bezeichnet (MAUP; Openshaw 1983). Zugrunde liegt ein so genannter Skaleneffekt bzw. Zoneneffekt, der von der Ebene der Untersuchung und vom Gebietszuschnitt abhängt: Eine sehr feine räumliche Aggregationsebene, beispielsweise Meldeadressen, bietet den Vorteil einer hohen Präzision, enthält aber nur geringe Fallzahlen je Untersuchungseinheit und birgt Unsicherheiten in Bezug auf die Aussagekraft einzelner Werte sowie auf den Datenschutz. Eine grobe Aggregation, etwa nach Stadtteil, ist oftmals einfacher umzusetzen, da großräumigere Daten besser verfügbar sind und weniger Rechenkapazität binden. Darüber hinaus treten einige Phänomene nur in großräumigeren Zusammenhängen zutage, beispielsweise der Einfluss von Sozialindikatoren im Landkreis auf die Prävalenz und den Verlauf von Krebserkrankungen (Klassen et al. 2004)<sup>29</sup> oder der Einfluss der Arbeitslosenquote in der Nachbarschaft auf die Häufigkeit von Gaumenspalten bei Neugeborenen (Root 2012).<sup>30</sup> Eine zu grobe Auflösung wiederum „verwischt aussagekräftige Variation“, die kleinräumig nachweisbar wäre (Nelson und Brewer 2015, S. 2; eigene Übersetzung). Je nach Auflösung kann ein statistisches Verfahren also unterschiedliche Ergebnisse generieren (ebd.). Openshaw (1996) weist auf falsche Erwartungen hin, die oftmals an die räumliche Auflösung geknüpft werden. Nachdrücklich warnt er davor, ausschließlich die höchste Auflösung zu verwenden, und bezeichnet es als „unredlich“, sich von maximal disaggregierten Daten eine Lösung für das MAUP zu versprechen (S. 7). Stattdessen rät er dazu, den Gebietszuschnitt selbst als Werkzeug zu nutzen, was sich als Plädoyer für vergleichende Analysen auf verschiedenen Ebenen interpretieren lässt (wörtlich empfiehlt er ein „zone design“; S. 8).

Auch in diversen verkehrsbezogenen Fallstudien wurde das MAUP nachgewiesen, etwa bei der Analyse von Pendeldistanzen (Horner und Murray 2002), von Schulwegverkehren (Mitra und Buliung 2012), von Unfalldaten (Xu et al. 2014) oder bei der Modellierung von Bikesharing-

---

<sup>29</sup> Klassen et al. untersuchen den Einfluss von Sozialindikatoren auf das Vorkommen und den Verlauf von Prostatakrebs-Erkrankungen in Maryland/USA. Die Auflösung der Daten ist gestuft in Landkreis (n = 24), Straßenblock (n = 3 317) und Patient (n = 19 223), Datenstand ist 1990 bzw. 1992-97. Die Forschenden beschreiben, dass manche statistischen Zusammenhänge nicht auf Ebene des Patienten erkennbar sind, etwa der signifikante Einfluss des örtlichen Sozialindex auf den Krebsverlauf.

<sup>30</sup> Root beschreibt den statistischen Einfluss sozioökonomischer Variablen auf die Häufigkeit von Gaumenspalten bei neugeborenen Kindern in North Carolina/USA. Die Autorin vergleicht ebenfalls drei Stufen der räumlichen Aggregation, nämlich die Nachbarschaft im 4-km-Radius (n = 7 663 für die Kontrollgruppe bzw. n = 319 und n = 206 für verschiedene Variationen der Gaumenspalte), die Zensuszelle (n nicht genannt) und den Straßenblock (n nicht genannt). Der Datenstand ist 1999-2004. Sie kommt zum Ergebnis, dass die Auswirkungen der Variablen in Abhängigkeit von der räumlichen Aggregationsstufe unterschiedlich stark geschätzt werden. Root plädiert deshalb dafür, „im Zweifel [...] mehrere geografische Auflösungen [zu betrachten], um Hypothesen über Kausalzusammenhänge [zu prüfen]“ (S. 993; eigene, sinngemäße Übersetzung).

Nachfrage (Biehl et al. 2018). Einige Forschende haben sich der Nische angenommen, das MAUP im Zusammenhang mit ÖPNV-Erreichbarkeit und Verteilungsgerechtigkeit zu untersuchen – beispielsweise Ruiz-Pérez und Seguí-Pons (2021) mit einer Fallstudie für die Stadt Palma auf den Balearischen Inseln/ES. Das Team untersucht die Wirkung der Bus-Takte auf die Verteilung der Erreichbarkeit in der Bevölkerung<sup>31</sup> und vergleicht systematisch die vier räumlichen Ebenen Quartier, Zensustrakt, Katasterblock und 400-m-Rasterzelle. In Bezug auf das MAUP kommen die Forschenden zu einem eindeutigen Schluss:

*Die Wahl der Untersuchungsebene wirkt sich maßgeblich auf das Ergebnis aus [...]. [...] Je kleiner die räumliche Einheit gewählt wird, desto genauer werden Ungleichheiten erkannt. Anders formuliert, werden womöglich viele Ungleichheiten übersehen, wenn die räumlichen Einheiten zu groß gewählt sind. [...] [Das MAUP] muss daher unbedingt bei der Planung des Busverkehrs berücksichtigt werden.*

*(Ruiz-Pérez und Seguí-Pons 2021, S. 15–18; eigene, sinngemäße Übersetzung)*

Darüber hinaus beschreiben Ruiz-Pérez und Seguí-Pons regelmäßig geschnittene Einheiten als geeigneter, um Muster der Erreichbarkeit zu erkennen. Folglich empfehlen sie kleine und gitterförmige Zellen, um räumliche Phänomene in Bezug auf die Verteilungsgerechtigkeit zu erfassen. Auch Neutens (2015) spricht sich, in Bezug auf Einrichtungen der Gesundheitsvorsorge, für kleinräumigere Indikatoren aus, um die Verteilung der Erreichbarkeit zu bewerten.

Javanmard et al. (2023), deren Fallstudie für Winnipeg/CAN bereits in Abschnitt 2.1.11 erwähnt ist, widmen sich ebenfalls dem MAUP. Neben dem Angebotsniveau für Minderheiten diskutieren sie das Phänomen ausführlich, indem sie drei Ebenen vergleichen: Linie, Quartier und Haltestelle. Auch sie arbeiten den Vorteil der kleinräumigen Betrachtung heraus. So werden ethnische Benachteiligungen nicht als solche sichtbar, wenn die Untersuchung linienbezogen stattfindet. Eine Untersuchung auf der feineren Quartiers- bzw. Haltestellenebene fördert dagegen eine signifikante Häufung von Verspätungen und Besetzmeldungen<sup>32</sup> in Quartieren bzw. Haltestellen zutage, die überdurchschnittlich stark von ethnischen Minderheiten frequentiert werden.

Pereira et al. (2019) betrachten das MAUP im Rahmen einer Fallstudie für Rio de Janeiro/BR, dessen ÖPNV-Infrastruktur für eine Fußball-Weltmeisterschaft und für Olympische Spiele ausgebaut wurde, wobei nach den Großereignissen deutliche Angebotskürzungen folgten, die den Ausbau überkompensierten. Neben ihrer Erkenntnis, dass die Kürzungen in besonderem Maße die Erreichbarkeit der einkommensarmen Bevölkerung beschnitten, kommen Pereira et al. zu einem ähnlichen Befund wie die bisher genannten Forschenden. Sie vergleichen drei Analysen in unterschiedlicher Auflösung (große, ungleich geformte Verkehrszellen / 2-km-Hexagone / 500-m-Hexagone) und erkennen einen deutlichen Einfluss des MAUP. Der positive Effekt des

---

<sup>31</sup> Im Sinne des im Abschnitt 2.1.11 beschriebenen FTA-Standards nutzen Ruiz-Pérez und Seguí-Pons ein zensusbasiertes Verfahren, wobei sie nicht das Einkommen berücksichtigen, sondern nur die Bevölkerungsverteilung betrachten.

<sup>32</sup> Besetzmeldung (englisch *pass-up*): Ein Linienbus im ÖPNV ist voll besetzt mit Fahrgästen, sodass der\*die Fahrer\*in an der Haltestelle nicht alle wartenden Fahrgäste zusteigen lässt und eine ortsbezogene Meldung an die Leitstelle absetzt (Javanmard et al. 2023; Hinkelmann 2020).

Einkommens auf die ÖPNV-Erreichbarkeit ist konstant (letztere gemessen anhand erreichbarer Arbeitsplätze und Schulen in 60 Minuten Reisezeit), doch die Stärke des Zusammenhangs und dessen Signifikanz unterliegen dem Einfluss der Untersuchungseinheit. Nachdrücklich weisen Pereira et al. daher auf die Notwendigkeit hin, die Auswahl der Untersuchungsebene durch eine Sensitivitätsanalyse zu validieren. Alternativ ließen sich räumlich-zeitliche Indikatoren einsetzen (s. nächste Seite) – die allerdings „datenhungrig sind und sich nicht einfach politisch vermitteln lassen“ (ebd., S. 759; eigene Übersetzung).

Auch die bereits genannte Studie von Ruiz-Pérez und Seguí-Pons (2021) untersucht den Einfluss des MAUP auf die Verteilungsgerechtigkeit. Im Mittelpunkt steht der Gini-Koeffizient. Dieser beschreibt im Allgemeinen, welcher Teil einer Grundgesamtheit welchen Anteil einer Ressource zur Verfügung hat. Der Koeffizient ist zwischen 0 und 1 definiert;  $G = 0$  beschreibt eine totale Gleichverteilung und  $G = 1$  beschreibt eine totale Ungleichverteilung. In Bezug auf Mobilitätschancen beschreibt die jüngere Forschungsliteratur Werte in der Größenordnung zwischen  $G = 0,3$  und  $G = 0,7$ .<sup>33</sup> Der Gini-Koeffizient ist angesehen, weil er nicht von der Einheit der betrachteten Ressource abhängt, darüber hinaus ist er in der Politik sehr etabliert und kann einfach kommuniziert werden (Boisjoly und El-Geneidy 2021). In diversen Studien der Mobilitätsforschung wird er verglichen, allerdings in der Regel nicht entlang räumlicher Ebenen, sondern in Bezug auf andere Attribute.<sup>33</sup>

Neben einem signifikanten Einfluss auf die modellierten ÖPNV-Angebotsverbesserungen schreiben Ruiz-Pérez und Seguí-Pons der Untersuchungsebene<sup>34</sup> einen Einfluss auf den Gini-Koeffizienten zu. Je kleinräumiger die Untersuchung vorgenommen wird, desto sensibler wird sie für Ungleichheit: „Diese Tatsache [...] legt den Planenden nahe, kleine geografische Einheiten zu verwenden, um die gerechte Verteilung [des Verkehrsangebots] präziser zu bewerten“ (S. 12; eigene Übersetzung). Auch Delbosc und Currie (2011, S. 1256) problematisieren den Störeinfluss großer Zensuszellen auf das Ergebnis.

Als Kompromiss zwischen Präzision und Handhabbarkeit spricht sich die Forschungsliteratur also für eine Untersuchung auf mehreren Ebenen aus, die durch eine Sensitivitätsanalyse flankiert ist. Die meisten Forschenden argumentieren für eine möglichst kleinräumige Untersuchung. Daher nutzt die vorgelegte Arbeit drei räumliche Auflösungen: die Haltestelle, die Gemeinde und die 500-m-Rasterzelle. Tabelle 6 zeigt die Hierarchie der räumlichen Gliederung in im VBB und HVV zum Stand Dezember 2018. Die fett markierten Zeilen zeigen die drei Untersuchungsebenen.

---

<sup>33</sup> Diverse Studien vergleichen die Gini-Verteilung verschiedener Verkehrsmittel, stellvertretend: Serebrisky et al. (2009) für vier Megacities im Globalen Süden, teilweise unter Bezugnahme auf die Daten von Bondorevsky (2007); Guzman et al. (2017) für die Region Bogotá/COL; Kaplan et al. (2014) für fünf Siedlungsachsen der Region Kopenhagen/DK; Sharma und Patil (2024) für die Region Mumbai/IND. Guzman und Oviedo (2018) vergleichen die Gini-Verteilung der ÖPNV-Erreichbarkeit mit verschiedenen Subventionen für drei Einkommensklassen, ebenfalls für Bogotá/COL. Ricciardi et al. (2015) vergleichen die Gini-Verteilung der Erreichbarkeit für drei sozioökonomische Gruppen in Perth/AUS und Delbosc und Currie (2011) unterscheiden die ÖPNV-Erreichbarkeit von Wohnstandorten vs. kombinierten Wohnstandorten und Arbeitsplätzen in Melbourne/AUS.

<sup>34</sup> Ruiz-Pérez und Seguí-Pons schreiben im Wortlaut von „zoning“. Damit meinen sie den Zuschnitt der räumlichen Analyseeinheiten im GIS – und nicht den Flächennutzungsplan, für den der englische Terminus eigentlich üblich ist.

Wie bereits erwähnt, wäre eine grundsätzliche Alternative im Umgang mit dem MAUP die Wahl räumlich-zeitlicher Indikatoren, die nicht für das Phänomen anfällig sind. In der Wissenschaft wurden vereinzelt solche Indikatoren erprobt, die das Zeitbudget mit der Erreichbarkeit termingebundener sowie zeitflexibler Aktivitätsziele kombinieren (engl. *space-time accessibility measures*; zeitflexible Ziele sind bspw. Tankstellen oder Videotheken, zu den Grundlagen siehe auch die zeitgeografischen Arbeiten von Hägerstrand 1970; 1989). Eine solche Analyse legen Kwan und Weber (2008) für die Metropolregion Portland/USA vor. Im Vergleich von zehn Untersuchungsebenen weisen sie nach, dass die verwendeten Indikatoren tatsächlich robust gegenüber dem MAUP sind. Allerdings benötigen sie Daten über Zeitbudgets und Wegeketten der betrachteten Personen(-gruppen), um Erreichbarkeiten in der Form von Möglichkeitsräumen zu ermitteln. Diese Informationen sind nicht unter vertretbarem Aufwand zu beschaffen und das Ergebnis ist wie bereits festgestellt nur schwer zu vermitteln (Pereira et al. 2019), weshalb die räumlich-zeitlichen Indikatoren keine Option darstellen. Die vorliegende Untersuchung baut stattdessen auf Kumulationsindikatoren (Abschnitt 2.1.2), die auf den genannten drei Ebenen analysiert werden. Ein Vergleich der aufgeklärten Varianz des räumlichen Modells SDEM dient dazu, die geeignete Untersuchungsebene zu identifizieren (Abschnitt 2.2.3, Hypothese G2).

Die beiden ÖPNV-bezogenen Variablen Tarif-Erreichbarkeit und Reisezeit lagen zunächst auf der Haltestellen-Ebene vor. Um auf die Raster-Ebene zu gelangen, wurden sie mit einer hierarchischen Nearest-Neighbour-Analyse auf das 100-m-Raster disaggregiert: In einem ersten Schritt wurde jeder Rasterzelle der Bestwert aller Haltestellen innerhalb des Luftlinienradius von 600 m (SPNV und U-Bahn) bzw. 400 m (Tram und Bus) zugeordnet. Für Wohnlagen außerhalb dieses Einzugsgebiets wurde der Bestwert innerhalb von 10 km Radius zugewiesen, um möglichst wenige Datenpunkte zu verlieren, da die räumliche Regression keine NULL-Werte irgendeiner Eingangsvariable zulässt. Dies betraf im VBB etwa sechs Prozent der Bevölkerung und im HVV etwa acht Prozent. Um beim Bestwert plausible Ergebnisse zu erhalten, wurde der Reisezeit außerdem eine angenommene Gehzeit aufgeschlagen, die eine Geschwindigkeit 70 m/min und einen Umwegfaktor von 1,2 zugrunde legt (vgl. VDV 2019).

Erst nach dieser Disaggregation stellte sich heraus, dass die Rechenkapazität des TUHH-Clusters für eine räumliche Regression im 100-m-Raster nicht ausreicht. Für die räumlichen Modelle müssten Nachbarschaftsmatrizen für mehr als 150 000 Rasterzellen kalkuliert werden, wofür nicht genug Arbeitsspeicher alloziert werden konnte. Auf Anraten des TUHH-Rechenzentrums wurde das Erreichbarkeitsmodell daher wieder räumlich aggregiert, was einer Verkleinerung des Datensatzes um etwa 70 Prozent gleichkommt. Die Daten wurden auf das INSPIRE-Raster mit 500 m Kantenlänge umgelegt, was in der Größenordnung des hamburgischen Standards für Haltestellen von 400 bzw. 600 m liegt (Abschnitt 3.3.2). Dabei wurde für die Hektarzellen jeweils der Median genutzt, der robust gegenüber Ausreißern ist (Fahrmeir et al. 2023, S. 55–57). Der Raumtyp als ordinal skalierte Variable wurde über den Modus aggregiert, also den Raumtypen, der innerhalb einer 500-m-Zelle am häufigsten anzutreffen war.

Um auf die Gemeinde-Ebene zu gelangen, wurden die Daten von der Haltestelle bzw. Rasterzelle aggregiert. Auch hier wurde der Median einer jeden Variable gewählt, um den Störeinfluss von Ausreißern einzugrenzen, der Raumtyp war flächendeckend im RegioStaR-Datensatz verfügbar. Für die Eingangsvariablen wurde schließlich jeweils ein räumliches Regressionsmodell in jeder Auflösung geschätzt (siehe Abschnitt 3.3) und mithilfe einer Sensitivitätsanalyse das geeignete Modell ermittelt (Abschnitt 3.3.7).

**Tabelle 6: Hierarchie der räumlichen Einheiten und Aggregation zwischen den Ebenen.**

	VBB	HVV	
	2	3	Bundesländer (HVV anteilig)
	5 x ABC <sup>35</sup>	ABCDE	Tarifringe
	18	8	Landkreise/ Kreisfreie Städte
	416 + 447	456 + 941	Umlandgemeinden Planungsräume (Berlin) Statistische Gebiete (Hamburg)
	<b>863</b>	<b>1 397</b>	<b>„Gemeinden“</b>
	1 225	175	Tarifwaben/Tarifzonen
	<b>13 269</b>	<b>8 321</b>	<b>Haltestellen</b>
	30 532	8 565	Quadratkilometer Verbundgebiet
	123 596	35 193	Rasterzellen 500 m
	<b>27 344</b>	<b>14 586</b>	<b>Rasterzellen 500 m, bewohnt</b>
	3 056 132	852 247	Rasterzellen 100 m
	187 848	111 406	Rasterzellen 100 m, bewohnt
	6 106 188	3 489 574	Einwohner*innen

ÖPNV-Daten  
auf Hst-Ebene

① Disaggregation  
(Nächste Hst in  
400/600 m)

← ③  
Aggregation  
(Median)

← ②  
Aggregation  
(Median)

**Quelle:** Eigene Darstellung. Hervorgehoben sind die drei Untersuchungsebenen, die in dieser Arbeit betrachtet werden. Angegeben sind die Brutto-Stichproben. Zeitbezug Dezember 2018 bzw. Fahrplanperiode 2018/19.

① Disaggregation auf die 100-m-Ebene nach dem Nearest-Neighbour-Verfahren für Tarif-Erreichbarkeit und ÖPNV-Index (Abschnitt 3.2.1). ②, ③ Aggregation nach dem Median (3.1.2, dieser Abschnitt oben).

<sup>35</sup> Im VBB gibt es fünf Städte, die jeweils in die Tarifringe ABC gegliedert sind: Berlin, Potsdam, Brandenburg (Havel), Cottbus, Frankfurt (Oder). Siehe Abbildung 13 auf Seite 59.

## 3.2 Datenerhebung: Variablen

Im Folgenden werden die neun Indikatoren beschrieben, die als Eingangsvariablen für die Regressionsrechnungen dienten. Eine Sonderstellung nimmt die Tarif-Erreichbarkeit ein, die eigens entwickelt wurde und in Abschnitt 3.2.3 ausführlich hergeleitet wird. Die Verarbeitung erfolgte im Wesentlichen per PostgreSQL-Datenbank mit PostGIS-Plugin, siehe Abschnitt 3.4.

Die meisten Variablen sind im ergänzenden Datensatz für alle drei Untersuchungsebenen frei verfügbar,<sup>36</sup> lediglich urheberrechtlich geschützte Daten können nicht zur Verfügung gestellt werden. Dies betrifft Daten zur Kaufkraft, zur Bevölkerungsdichte, zur Pkw-Verfügbarkeit sowie zur Wohnfläche.

### 3.2.1 ÖPNV-Index aus Bedienung und Erschließung

Um das Angebotsniveau in der Fläche zu operationalisieren, wurden zunächst zwei Kennzahlen aus den Netzmodellen abgeleitet: die Abfahrtenbedienung je Haltestelle und der erschlossene Anteil je 100-m-Rasterzelle. In der Kombination bilden sie den ÖPNV-Index für den potenziellen Nutzen, den der ÖPNV der Bevölkerung bietet. Dazu wurden die logarithmierten Abfahrten in der Umgebung mit dem Flächenanteil jeder Hektarzelle multipliziert, der sich im Einzugsgebiet der Haltestellen befindet (Abbildung 32). Der Flächenanteil dient als Proxy für die erschlossene Bevölkerung, wobei eine räumliche Gleichverteilung in der Hektarzelle angenommen wird.

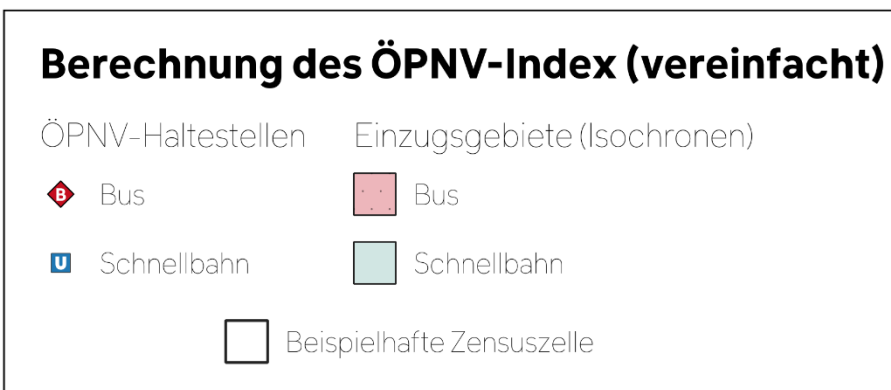
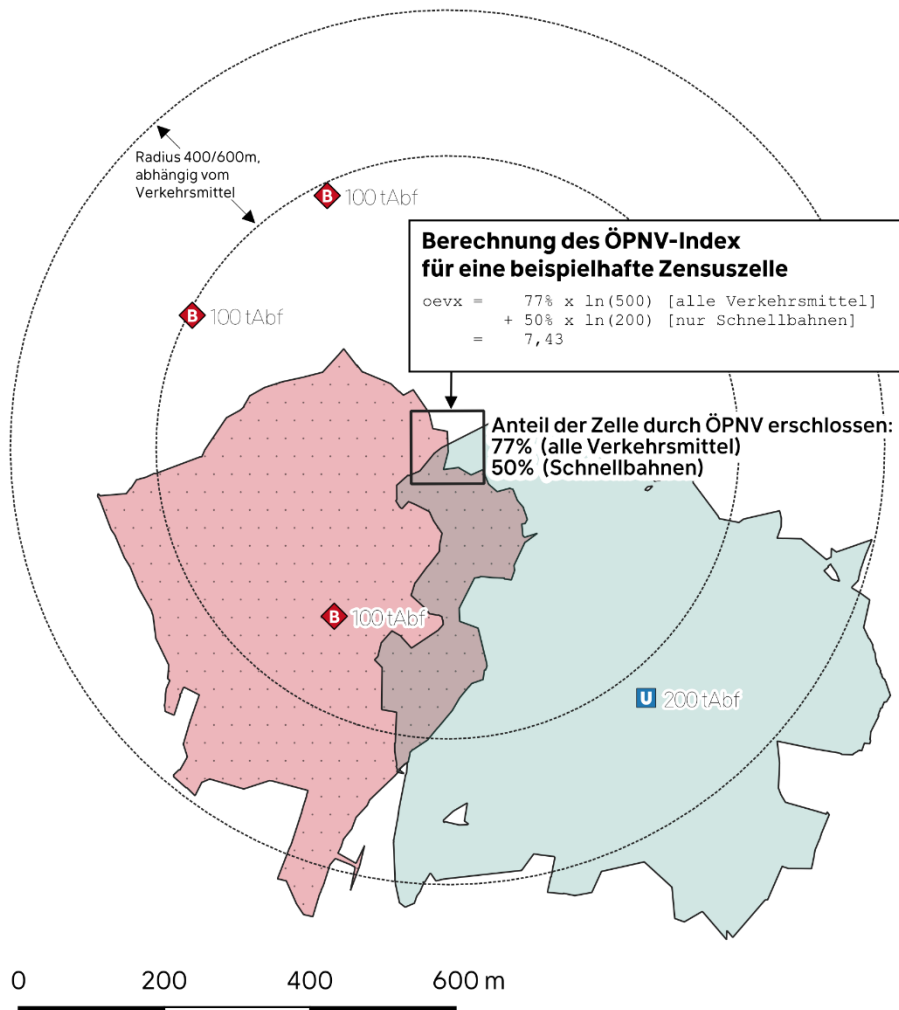
Als Einzugsradius für die Abfahrten wurden 400 m für Bus, Tram und Fähre bzw. 600 m für U-Bahn und SPNV zugrunde gelegt, entsprechend dem Standard in Hamburg (jeweils Luftlinie; Abschnitt 3.3.2). Die Berechnung des ÖPNV-Index folgte dem Vorgehen von Delbosc und Currie (2011), sodass Schienenverkehrs-Abfahrten doppelt in den Index eingehen, siehe Herleitung bei Aberle et al. (2022a). Angepasst wurde das Verfahren um den Logarithmus für die Abfahrten, der die Auswirkung von Ausreißer-Haltestellen mit enorm dichter Bedienung abmilderte.<sup>37</sup> Darüber hinaus dürfte auch bei den Abfahrten der abnehmende Grenznutzen gelten, dem sich der Logarithmus annähert. Er wirkt hier also analog zur Anpassung der Zielverfügbarkeit in der Berechnung der Tarif-Erreichbarkeit, vgl. hierzu Abschnitt 3.2.3.3. Der ÖPNV-Index ist in den Datensätzen mit der Kennung *ptx* versehen. Zudem gibt die Spalte *ptx\_cap* den ÖPNV-Index geteilt durch die Bevölkerungszahl an.

---

<sup>36</sup> DOI: [10.15480/882.13163](https://doi.org/10.15480/882.13163)

<sup>37</sup> Im Einzelnen erfolgte diese Transformation lediglich für Haltestellen mit mindestens einer täglichen Abfahrt. Der Logarithmus ist aus der e-Funktion abgeleitet, daher gilt:  $\ln(0) = -\infty$ .

Abbildung 32: Vereinfachte Berechnung des ÖPNV-Index.



24.01.2026 | Christoph Aberle | TUHH | christophaberle@tuhh.de

**Quelle:** Eigene Darstellung, für eine fiktive Hektarzelle. Siehe auch Herleitung bei Aberle et al. (2022a).

**Tabelle 7: Vereinfachte Herleitung des ÖPNV-Index in Ergänzung zu Abbildung 32.**

Aspekt des ÖPNV-Angebots	Indikator
Bedienung	Logarithmierte Abfahrten im Umkreis, nach Verkehrsmittel
*	
Erschließung	Flächenanteil einer Zelle, der im Einzugsgebiet mindestens einer Haltestelle liegt, nach Verkehrsmittel
=	
ÖPNV-Index	Kombination aus Bedienung und Erschließung

**Quelle:** Eigene Darstellung.

### 3.2.2 ÖPNV-Reisezeit zum nächsten Ziel

Die Reisezeit-Daten basieren auf der Masterarbeit von Bremer (2021), der die ÖPNV-Reisezeit zum nächsten Ziel für den VBB und HVV erhob. Grundlage war eine automatisierte mehrwöchige Abfrage der Fahrplanauskünfte für das nächste und das übernächste Aktivitätsziel innerhalb jeder Kategorie. Abgefragt wurde jeweils die Reisezeit ab der Haltestelle inklusive Abgangszeit zum Ziel und einer angenommenen Startwartezeit von 5 Minuten an der ersten Haltestelle (vgl. hierzu Peter 2021, S. 152–154). Diese Zeit wurde über alle Zielkategorien hinweg mit derselben Gewichtung zu einem Index aggregiert wie die Tarif-Erreichbarkeit (Abschnitt 3.2.3.4) und liegt in Minuten vor. Für die Umrechnung auf Raster-Ebene wurde jeder Rasterzelle der Bestwert der umliegenden Haltestellen zugewiesen und zusätzlich die Zugangszeit addiert, die anhand der Luftliniendistanz und einer Gehgeschwindigkeit von 70 m/min mit Umwegfaktor 1,2 abgeschätzt wurde (vgl. VDV 2019, S. 16).

Da die Tarif-Erreichbarkeit und die Reisezeit mutmaßlich sehr ähnlich sind (beide basieren auf demselben ÖPNV-Netz), wurde auf Multikollinearität geprüft, also auf die lineare Abhängigkeit der Variablen. Wie die Prüfung per Korrelogramm ergibt, korrelieren die beiden mit etwa  $r = -0,3$  (VBB; Abbildung 50) und  $r = -0,6$  (HVV; Abbildung 42). Diese Koeffizienten liegen weit unter dem Referenzwert von  $|r| = 0,95$  für Multikollinearität, den Fahrmeir et al. (2007, S. 171) anführen. Somit ist die Korrelation unauffällig und die Variablen können für multivariate Regressionsanalysen verwendet werden. Das negative Vorzeichen der Korrelation zeigt an, dass eine kurze Reisezeit mit einer hohen Anzahl tariflich erreichbarer Ziele assoziiert ist.

Die Reisezeit dient der Untersuchung als ergänzende Variable, um die klassische Messgröße der ÖPNV-Erreichbarkeit zu berücksichtigen, auf die sich die meiste Fachliteratur bezieht (Abschnitte 2.1.1 bis 2.1.3). Es handelt sich um einen typischen Reiseaufwandsindikator (Abschnitt 2.1.2); zur methodischen Diskussion dieser Entscheidung siehe Abschnitt 5.2.2. Er ist in den Datensätzen als *time* geführt.

### 3.2.3 Tarif-Erreichbarkeit

Für diese Arbeit wurde mit der Tarif-Erreichbarkeit eigens ein Indikator entwickelt, der den Nutzen des ÖPNV-Tarifs abbildet. Im Mittelpunkt steht das Budget für eine Einzelfahrt.

#### 3.2.3.1 Definition des Tarif-Budgets

Als leistbar für Einkommensarme gilt eine Einzelfahrt, die maximal 2,30 EUR kostet. Die Annahme für das Budget orientiert sich somit am günstigsten HVV-Fahrschein im Regeltarif (Nahbereich bzw. 1 Zone; Tabelle 8). Der „Hartz IV“-Regelbedarf sah zum Erhebungszeitpunkt 40,01 EUR für Verkehr vor (Abschnitt 1.1.5), sodass im Regelbedarf monatlich bis zu acht Hin- und Rückfahrten realisiert werden konnten.<sup>38</sup>

Im HVV und insbesondere im VBB gibt es eine Vielzahl an Tarifprodukten, die sich preislich in dieser Größenordnung bewegen. Betrachtet werden in dieser Arbeit ausschließlich Bartarife, also Fahrkarten, die vor jedem Fahrtantritt zu lösen sind und bis zu einen Tag lang gelten. Abo-Tarife, (9-Uhr-)Tageskarten, Ergänzungstarife, 1.-Klasse-Zuschläge, Mitnahmeregeln und dergleichen finden keine Beachtung. BahnCards und vergleichbare Vergünstigungen werden ebenfalls nicht beachtet. Der Spezialfall des fahrscheinfreien ÖPNV in der brandenburgischen Stadt Templin wird nicht berücksichtigt, da die dortige Flatrate einer anderen Logik folgt.<sup>39</sup> Ausgeschlossen werden auch Preisvorteile durch Familien-, Länder-, Veranstaltungstickets und Ähnliches.

Angenommen wird allerdings ein gut informierter Fahrgast, der Grundsicherung nach SGBII bezieht und somit in einigen Gebieten günstiger fährt (etwa mit 50 Prozent Ermäßigung auf den Bartarif in den Landkreisen Dahme-Spreewald und Teltow-Fläming im VBB). Auch Sondertarife, die es auf einigen Relationen gibt sowie Haustarife der Verkehrsunternehmen finden Beachtung, sofern sie im Budget von 2,30 EUR liegen. Tabelle 30 im Anhang A5 listet alle VBB-Tarife auf.

Auf dieser Grundlage wurde für jede Haltestelle bestimmt, welche potenziellen Ziel-Haltestellen tarifäquivalent sind, d.h., mit dem gegebenen Budget erreicht werden können. Aufbauend darauf wurde mittels GIS-basierter Einzugsgebiete der potenziell erschlossene Raum berechnet und fußläufige Zielgelegenheiten aufsummiert (vgl. hierzu Abschnitt 3.3.2). Der Umgang mit den netzfeinen Einzugsgebieten ähnelt dem Vorgehen von Karner (2018, S. 26).

---

<sup>38</sup> Möglich war es natürlich auch, die Fahrten in sechs 9-Uhr-Tageskarten á 6,50 EUR zu bündeln und deutlich mehr Fahrten zu realisieren, dies lässt sich aber im beschriebenen Indikator nicht abbilden. Siehe methodische Diskussion dazu in Abschnitt 5.2.4.

<sup>39</sup> Der Busverkehr auf Templiner Stadtgebiet ist seit 1997 fahrscheinfrei. In Reaktion auf die enorme Steigerung der Fahrgastzahlen wird seit 2003 ein Kurbeitrag erhoben, der zurzeit für Einheimische 44 EUR jährlich beträgt und die unbegrenzte Nutzung des ÖPNV erlaubt (Stadt Templin 2019; Stadt Templin 2022). Auch das bundesweit gültige Deutschlandticket für derzeit 63 EUR/Monat wird vom regionalen Verkehrsunternehmen angeboten (Uckermärkische Verkehrsgesellschaft 2023).

**Tabelle 8: Ausgewählte Einzelfahrausweise in der Fahrplanperiode 2018/19.**

Preis (EUR)	Tarifstufe	Räumliche Gültigkeit
<b>&gt;hvv</b>		
1,70	Kurzstrecke	Fahrt bis zur 1. Zahlgrenze oder Fahrt im Bereich Innenstadt (nur innerhalb Hamburg AB)
1,70	StadtKarte	Fahrt zu ausgewählten Haltestellen im Stadtgebiet (nur in einigen Umlandgemeinden/Gemeindeverbänden)
2,30	Nahbereich	Fahrt bis zur 2. Zahlgrenze (nur innerhalb Hamburg AB und zwischen B und C bzw. D)
2,30	1 Zone	Fahrt bis zur 1. Zahlgrenze (nur in den Ringen CDE)
3,30	Hamburg AB	Fahrt im Tarifbereich Hamburg AB
<b>VBB</b>		
0,50-1,80	diverse	zahlreiche lokale Kurzstrecken und Sozialtickets, siehe Tabelle 30 im Anhang A5
1,30	Stadtlinienverkehr Typ I	Fahrt innerorts
1,50	Kurzstrecke Potsdam	4 Stationen Bus oder Tram (Umstieg innerhalb eines Liniennetzes erlaubt)
1,70	Kreisfreie Stadt AB/BC	Fahrt im Tarifbereich AB oder BC in Brandenburg an der Havel, Cottbus oder Frankfurt (Oder)
1,70	Kurzstrecke Berlin	3 Stationen U-Bahn/S-Bahn (Umstieg erlaubt) bzw. 6 Stationen Tram/Bus
2,20	3 Waben	Bis zu 3 Waben in den Landkreisen
2,80	Berlin AB	Fahrt im Tarifbereich Berlin AB

**Quelle:** HVV 2019a; VBB 2018. Die Karten hierzu finden sich in Abbildung 13 sowie Abbildung 60 (Anhang A4)..

### 3.2.3.2 Generalisierte Formel

Die Tarif-Erreichbarkeit kumuliert die räumliche Lagegunst in zwei verschachtelten Schleifen. Die erste Schleife identifiziert Ziel-Haltestellen, die ein Fahrgast innerhalb des Geldbudgets anfahren darf. Die verschachtelte Schleife aggregiert anschließend alle Ziele, die im Zeitbudget von den Ziel-Haltestellen aus fußläufig erreichbar sind. Ziele, die von mehreren Haltestellen aus fußläufig erreichbar sind, werden jeweils nur einmal gezählt.

#### Formel 1: Generalisierte Formel der Tarif-Erreichbarkeit.

$$T_i(\text{Geldbudget}, \text{Zeitbudget}) = \ln\left(\sum_j f(\text{Tarif}_{i,j}, \text{Geldbudget}) \sum_k g(\text{Abgangszeit}_{j,k}, \text{Zeitbudget})\right)$$

$$\text{mit } f(\text{Tarif}_{i,j}, \text{Geldbudget}) \begin{cases} 1 \text{ falls } \text{Tarif}_{i,j} \leq \text{Geldbudget} \\ 0 \text{ sonst} \end{cases}$$

$$\text{und } g(\text{Abgangszeit}_{j,k}, \text{Zeitbudget}) \begin{cases} 1 \text{ falls } \text{Abgangszeit}_{j,k} \leq \text{Zeitbudget} \\ 0 \text{ sonst} \end{cases}$$

mit  $T_i$  als Anzahl von der Haltestelle  $i$  erreichbarer Ziele,

$f(\text{Tarif}_{i,j}, \text{Geldbudget})$  als Funktion des monetären Widerstands zwischen der Start-Haltestelle  $i$  und Ziel-Haltestelle  $j$ , der mit dem *Geldbudget* abgeglichen wird,

$g(\text{Abgangszeit}_{j,k}, \text{Zeitbudget})$  als Funktion des temporalen Widerstands zwischen der Ziel-Haltestelle  $j$  und dem Ziel  $k$ , der mit dem *Zeitbudget* abgeglichen wird,

$\text{Tarif}_{i,j}$  als günstigster Tarif auf der Relation von  $i$  nach  $j$  in EUR,

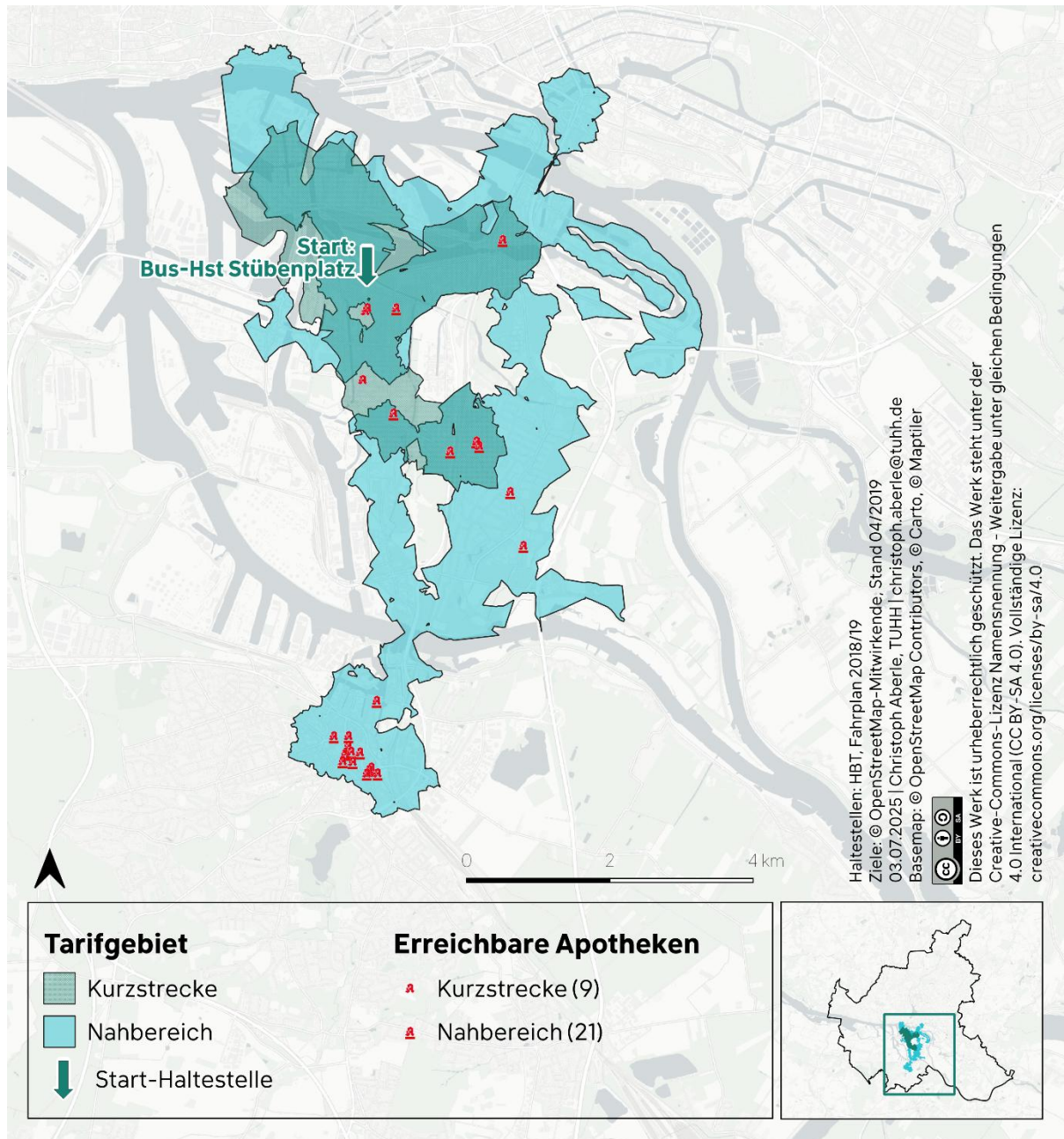
*Geldbudget* als verfügbarer Betrag in EUR,

$\text{Abgangszeit}_{j,k}$  als Dauer der kürzesten fußläufigen Verbindung zwischen  $j$  und  $k$  auf dem Wegenetz in Minuten und

*Zeitbudget* als verfügbare Zeit in Minuten.

$T_i$  repräsentiert somit die Anzahl an Zielgelegenheiten, die innerhalb eines Geldbudgets zuzüglich Abgangszeit erreichbar sind. Die Formel basiert auf dem Kumulationsindikator von Schwarze (2015, S. 56), der um eine Funktion für den Tarif ergänzt wurde. Die Abgangszeit orientiert sich dabei am Branchenstandard des VDV (Tabelle 10 auf S. 124); Abbildung 33 auf der Folgeseite verdeutlicht die Erhebungsmethode, zum Logarithmus siehe folgenden Abschnitt. Die Tarif-Erreichbarkeit schafft somit ein quantitatives Maß für die Lagegunst der Haltestellen bzw. der Wohnlagen im Umfeld. Sie baut auf dem ÖPNV-Tarif auf und knüpft damit direkt an die finanzielle Erschwinglichkeit des öffentlichen Nahverkehrs an, die von Betroffenen und von der Fachliteratur als maßgeblicher Faktor der Exklusion benannt wird (Abschnitt 2.1.9). Daher erscheint die Tarif-Erreichbarkeit geeignet, um die finanzielle Komponente der Ausgrenzung zu objektivieren und als Eingangsgröße für die statistische Untersuchung zu dienen.

**Abbildung 33: Tarif-Erreichbarkeit für die Bushaltestelle Hamburg-Stübenplatz.**



**Quelle:** Eigene Darstellung. In grün/gepunktet ist der Stadtraum dargestellt, der mit dem Kurzstrecken-Tarif und Fußweg erschlossen werden kann. In blau ist die Erreichbarkeit mit dem Nahbereich-Tarif dargestellt. Angenommene Fußwegzeiten von 5 bis 17 Minuten ab der Ziel-Haltestelle, in Abhängigkeit von der Nutzungsdichte im Haltestellenumfeld und vom Verkehrsmittel gemäß VDV-Standards (siehe Abschnitt 3.3.2). Bereits publiziert von Aberle und Gertz (2025). Eine klickbare Karte zur Tarif-Erreichbarkeit ist im Forschungsblog des Projekts *MobileInclusion* verfügbar: [www.mobileinclusion.de/hvv-tarif-kurzstrecke](http://www.mobileinclusion.de/hvv-tarif-kurzstrecke), dauerhaft archiviert unter [DOI 10.15480/882.4307](https://doi.org/10.15480/882.4307).

### 3.2.3.3 Logarithmus und abnehmender Grenznutzen

Die Anzahl der erreichbaren Ziele jeder Kategorie wurde mithilfe des natürlichen Logarithmus transformiert. Dahinter steckt die wirtschaftswissenschaftliche Annahme eines abnehmenden Grenznutzens, die vielfach untersucht wurde (Schumann 1992; D'Ambrosio et al. 2020): Während das erste verfügbare Ziel einen sehr großen Nutzen schafft, nimmt der Zusatznutzen jedes weiteren Ziels ab. Die Tarif-Erreichbarkeit bildet dieses Phänomen durch die Sättigungsfunktion des Logarithmus nach. Abbildung 34 zeigt das Funktionsergebnis beispielhaft für Apotheken im VBB. Ein vergleichbares Vorgehen findet sich in verschiedener Ausprägung in der Literatur;<sup>40</sup> zur Diskussion der zugrunde liegenden Annahme siehe Abschnitt 5.2.2.

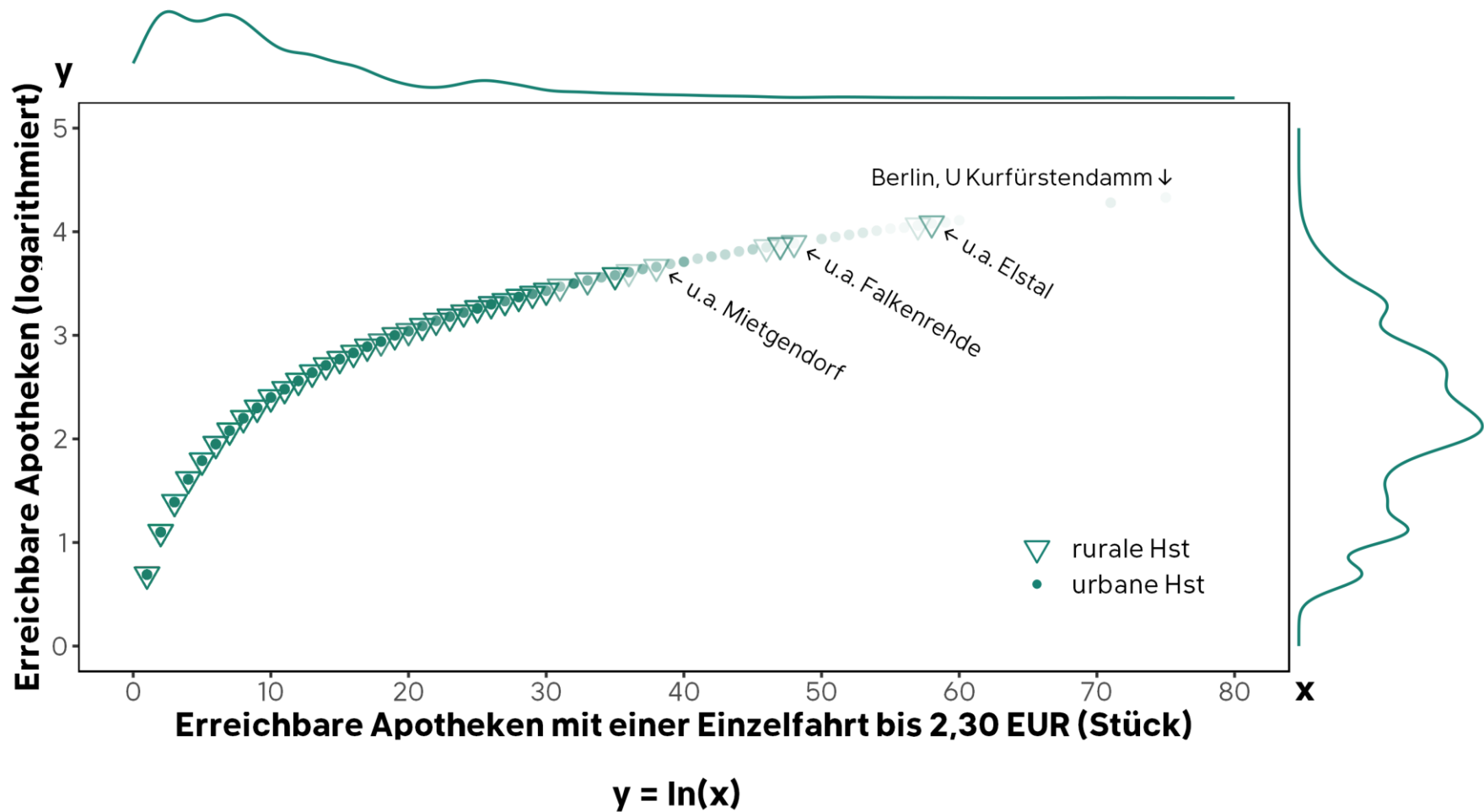
In der wissenschaftlichen Anwendung nehmen Erreichbarkeitsanalysen zusätzlich oftmals eine Gewichtung vor, um die Lage und Attraktivität der einzelnen Zielgelegenheit zu berücksichtigen. Die Gewichtung folgt meist der Reisezeit, etwa bei Cervero et al. 2002 für die Erreichbarkeit von Arbeitsplätzen für Sozialhilfe-Empfangende in der Region Los Angeles/USA. Auch Henkel und Sommer (2024) gewichten für ihre Fallstudie in Ronnenberg/Region Hannover die Erreichbarkeit für 36 Zielkategorien über 15 Personengruppen hinweg (darunter u.a. *zurzeit arbeitslos*), sodass sich insgesamt 540 Faktoren ergeben, die anhand der MiD 2017 kalibriert sind. Henkel und Sommer bedienen sich ebenfalls einer Sättigungsfunktion für den abnehmenden Grenznutzen, wobei sie diesen zwischen der akzeptablen Anzahl und der optimalen Anzahl an erreichbaren Zielen quadratisch interpolieren (S. 162-168). Zudem gewichten Henkel und Sommer die Erreichbarkeit nach dem Bedarfstyp (alltäglich / gehoben / höher; ebd., S. 159).

Für die Tarif-Erreichbarkeit wird keine solche Gewichtung vorgenommen, da sie anhand von Befragungsdaten für Einkommensarme kalibriert werden müsste. Die MiD 2017 reicht dafür nicht aus: die Mindestfallzahl von 210 Wegen, die für eine statistisch haltbare Aussage notwendig wäre (BMDV 2022, S. 7), wird nur für fünf von zehn Wegezwecken erreicht, wie eine eigene Auswertung der Wege von Haushalten im ökonomischen Status „sehr niedrig“ ergibt. Mangels Gewichtungsparemtern und mangels der Ressourcen, solche Parameter selbst zu erheben, erfolgt daher keine reisezeitbezogene Gewichtung. Die qualitativen Befragungsergebnisse von *MobileInclusion* legen ohnehin nahe, dass die Reisezeit für Einkommensarme ohnehin nur eine untergeordnete Rolle spielt (unveröffentlichtes Material von Stephan Daubitz). Allerdings wurde die Relevanz nicht systematisch abgefragt und basiert lediglich auf einer Stichprobe von n = 40 Personen im hochverdichteten Raum (Daubitz et al. 2023).

---

<sup>40</sup> bspw. bei Ewing et al. 2003, S. 177 für erreichbare Arbeitsplätze und Bevölkerung je Verkehrszelle; Hensher und Chen 2010, Tabelle 8 unter anderem für Pkw-Besitz, Haushaltseinkommen, Anteil der ÖPNV-Ausgaben am Haushaltseinkommen und Distanz zum nächsten Zentrum; Pereira et al. 2019, Formel 2 für erreichbare Arbeitsplätze, Einkommen und Elevation.

Abbildung 34: Anwendung des Logarithmus für die Tarif-Erreichbarkeit im VBB.



**Quelle für Abbildung 34 auf der Vorseite:** Eigene Darstellung. Auf der x-Achse sind die absolut erreichbaren Apotheken abgetragen. Die y-Achse zeigt den logarithmierten Wert, der den abnehmenden Grenznutzen modelliert. Die Punkte stehen für *urbane* Haltestellen, die Dreiecke für *rurale* Haltestellen. Je dunkler ein Marker ist, desto mehr Haltestellen bieten genau diese Anzahl. Ab 36 Apotheken gibt es kaum noch *rurale* Haltestellen mit höherer Erreichbarkeit, d.h. es sind fast nur noch Punkte abgetragen. An den drei mit Pfeil markierten *ruralen* Haltestellen überlagern sich bis zu vier VBB-Tarife (Potsdam Kurzstrecke sowie BC, Havelbus 3-km-Kurzstrecke, regulärer Wabentarif), vgl. Tariffkarte in Abbildung 13 auf Seite 61. Die größte Erreichbarkeit bietet der U-Bahnhof Kurfürstendamm in Berlin mit 75 Apotheken. Die Graphen außerhalb des Kastens skizzieren per Kerndichteschätzung die Verteilung ohne/mit Logarithmus, über beide Raumtypen hinweg.  $n = 4\,092$  *urbane* Haltestellen und  $7\,675$  *rurale* Haltestellen im VBB mit mindestens einer erreichbaren Apotheke, inklusive Ausreißer. Die Apotheken dienen hier als Beispiel zur Anschauung; der Logarithmus wurde auf alle Kategorien angewendet. Analog zum ÖPNV-Index wurden nur Werte von mindestens eins verarbeitet, denn der natürliche Logarithmus von null ist minus unendlich (vgl. Abschnitt 3.2.1).

### 3.2.3.4 Indexbildung über 15 Kategorien

Die Tarif-Erreichbarkeit wurde zunächst für 42 Zielkategorien erhoben. Als Grundlage dienten Aktivitätsziele, die bei OpenStreetMap als Punkte hinterlegt sind (bspw. *Lebensmittel*, *Jobcenter*, *Krankenhaus*). Da es sich als wenig praktikabel erwies, für jede Haltestelle 42 Einzelwerte zu vergleichen, die aufgrund der Anzahl und räumlichen Verteilung der Ziele stark variieren, wurde durch das Projektteam von *MobileInclusion* ein gewichteter Index gebildet. Dessen Gewichtung basiert auf den Erzählungen in den qualitativen Interviews, wobei die Methodik an die Arbeit von Ahlmeyer und Wittowsky (2018) angelehnt ist. Der Index besteht aus 15 Kategorien, die von Personen in „Hartz IV“-Bezug als relevant benannt wurden; siehe Anhang A2. Die wichtigsten Zielkategorien sind *Lebensmittel* (19 Prozent Gewicht), *Hausärztliche Versorgung* (15 Prozent) und *Kindertagesstätten* (13 Prozent). Die restlichen 27 Kategorien wurden mangels Relevanz verworfen (bspw. *Kirche*, *Moschee*, *Blumengeschäft*). Alle genutzten Gewichtungsfaktoren sind in Tabelle 27 im Anhang A2 dokumentiert.

Im Ergebnis steht ein Einzelwert für jede Haltestelle, der die aggregierte Erreichbarkeit über 15 Kategorien hinweg repräsentiert. Er ist auf den Mittelwert 0 standardisiert und rangiert in den Verbänden zwischen -2 und 2 (vgl. Tabelle 11 bzw. Tabelle 16). Der Wert beschreibt also die finanzielle Lagegunst der Haltestelle bzw. ihres Umfeldes in Bezug auf relevante Bedürfnisse einkommensarmer Menschen mit einem Budget von 2,30 EUR je Einzelfahrt, und das in Relation zum Mittelwert im jeweiligen Verbund. In den Datensätzen ist die Tarif-Erreichbarkeit an der Kennung  $t2$  erkennbar ( $t1$  beschreibt die Kurzstrecke, wo vorhanden).

### 3.2.4 Kaufkraft

Im Kern befasst sich diese Forschungsarbeit mit dem Zusammenhang von finanzieller Armut und Mobilitätschancen. Diese stehen in einem Zusammenhang, der u.a. in den Abschnitten 1.1, 2.1.7 und 2.1.9 ausführlich hergeleitet wird. Als Proxy für die Armut dient die Einkommensverteilung in den Verkehrsgebieten der beiden Verbände, die durch die mittlere Kaufkraft je Hektarzelle ausgedrückt wird. Diese wurde vom Dienstleister infas360 beschafft und beschreibt den Durchschnittsbetrag in EUR, den eine Person jährlich für Konsumausgaben zur Verfügung hatte.

Da es sich um Eigentum von infas360 handelt, ist die Kaufkraft leider nicht im ergänzenden Datensatz verfügbar.

### **3.2.5 Bevölkerungsdichte**

Die Bevölkerungsdichte wird in der Literatur als maßgebliche Eingangsgröße für die ÖPNV-Planung beschrieben (Abschnitt 2.1.6). Hierzu dient als Variable die Anzahl gemeldeter Personen je Hektarzelle. Diese basiert auf der Fortschreibung der Zensuserhebung von 2011, wurde vom Datendienstleister infas360 beschafft und bezieht sich auf den 31.12.2018. Für die Aggregation auf die Untersuchungsebenen wurde die Dichte gemittelt und auf 100 Personen je Hektar umgerechnet. Auch die Dichte ist leider nicht im öffentlichen Datensatz verfügbar.

### **3.2.6 Pkw-Verfügbarkeit**

Zahlreiche Studien der Erreichbarkeitsforschung beziehen die Pkw-Verfügbarkeit ein, um Mobilitätsarmut zu beschreiben.<sup>41</sup> Von infas360 wurde ein Datensatz mit Bezugsdatum 31.12.2018 beschafft, der die Meldezahlen privater Pkw je Straßenabschnitt nach Kraftfahrt-Bundesamt beschreibt. Mithilfe etwa 2,8 Millionen kodierter Hausnummern konnten diese auf die Hektar-Ebene re-aggregiert werden. Nach rechnerischer Plausibilisierung wurden dadurch weit über 99 Prozent der gemeldeten Pkw zugeordnet. Im Zuge einer weiteren Plausibilisierung der Hektarzellen mit extrem hohen Pkw-Bestand wurde anschließend ein kleiner Anteil als Ausreißer ausgeschlossen (VBB: 0,37 Prozent, HVV: 0,44 Prozent der Zellen). Im Ergebnis stehen Meldedaten für etwa 2,4 Millionen Pkw im VBB und 1,5 Millionen Fahrzeuge im HVV. Geteilt durch die Personenzahl je Hektarzelle (Abschnitt 3.2.5) ergibt sich die eine Proxy-Variable für die pro Kopf verfügbaren privaten Fahrzeuge. Da sie aus proprietären Daten abgeleitet wurde, ist die Pkw-Quote leider ebenfalls nicht im öffentlichen Datensatz verfügbar.

### **3.2.7 Durchschnittsmiete**

Die Durchschnittsmiete dient als Proxy-Variable für die ortsabhängigen Lebenshaltungskosten. In vielen Untersuchungen wird hierzu der Bodenrichtwert herangezogen, der üblicherweise der Wertermittlung von Grundstücken dient (Davy 2018). Da 93 Prozent der Einkommensarmen in deutschen Großstädten zur Miete leben und nicht im Wohneigentum (Lebuhn et al. 2017, S. 59, mit Datenstand 2014), erscheint die Kaltmiete für diesen Anwendungsfall allerdings geeigneter. Die Miete wurde bei infas360 beschafft und wird in EUR pro Quadratmeter ausgewiesen, der Datenstand ist ebenfalls der 31.12.2018. Auch die Miete ist leider nicht im öffentlichen Datensatz verfügbar.

### **3.2.8 Wohnfläche**

Der durchschnittliche Wohnflächenverbrauch in Quadratmetern je Person dient als ergänzende sozialräumliche Variable zur Kaufkraft (Abschnitt 3.2.4) und zur Kaltmiete (Abschnitt 3.2.7). Die Wohnfläche steigt mit der finanziellen Ausstattung, was Lebuhn et al. (2017, S. 43–44) auf Grundlage einer Untersuchung in 77 deutschen Städten auf das steigende Haushaltseinkommen

---

<sup>41</sup> stellvertretend: Pucher und Renne 2003; Blumenberg und Pierce 2017; Guzman et al. 2017; Stark et al. 2023; zur Debatte um die Eignung des Indikators auch Foth et al. 2013, S. 3

zurückführen. Die Wohnfläche als Variable schärft die Aussagekraft der Kaltmiete um den Aspekt der dichten Belegung von Wohnraum in armen Milieus und dient somit als weiterer Indikator für die sozioökonomischen Verhältnisse. Auch die Wohnfläche ist leider nicht im öffentlichen Datensatz verfügbar.

### **3.2.9 Zentralität**

Wie die Ergebnisse des Projekts *MobileInclusion* nahelegen, unterscheidet sich das ÖPNV-Angebot strukturell nach dem Raumtyp. Auch die Literatur legt einen Zusammenhang nahe (Kutter 2019; Bae und Mayeres 2005; siehe auch Abschnitte 2.1.6 bis 2.1.8 dieser Arbeit).

Der Raumtyp, der für jede Haltestelle und Rasterzelle hinterlegt ist, eignet sich nur bedingt für eine statistische Auswertung. In der Unterscheidung *urban / rural* ist er lediglich nominal verteilt und der Raumtyp nach RegioStaR ist bloß ordinal skaliert (Typen 111 bis 225, siehe Fußnoten in Abschnitt 3.1.1), erlaubt also nicht die gleichen Operationen wie die anderen Eingangsvariablen, die mindestens intervall-skaliert sind. Daher wurde mit der metrischen Variable *km\_centre* ein Proxy erhoben, der die Luftlinie zum nächsten Zentrum bzw. zum nächsten Stadtteilzentrum abbildet. Dieses Vorgehen findet sich beispielsweise bereits bei Hensher und Chen 2010 für eine Fallstudie in Sydney/AUS. Auf Raster- und Gemeindeebene bezieht sich die Distanz auf den Mittelpunkt der Geometrie. Die Zentren entstammen den regionalen räumlichen Leitbildern (Gemeinsame Landesplanungsabteilung Berlin-Brandenburg 2022; MRH et al. 2023, S. 48–49) bzw. der Städte Berlin und Hamburg (SenStadtWohn 2019; BSW 2019, S. 3).

## 3.3 Datenauswertung: Räumliche Regression

### 3.3.1 Definition räumlicher Nachbarschaft

Die räumliche Methodik, derer sich diese Arbeit bedient, beruft sich im Kern auf das *erste Gesetz der Geografie* von Waldo Tobler: „Everything is related to everything else, but near things are more related than distant things“ (Tobler 1970, S. 236).

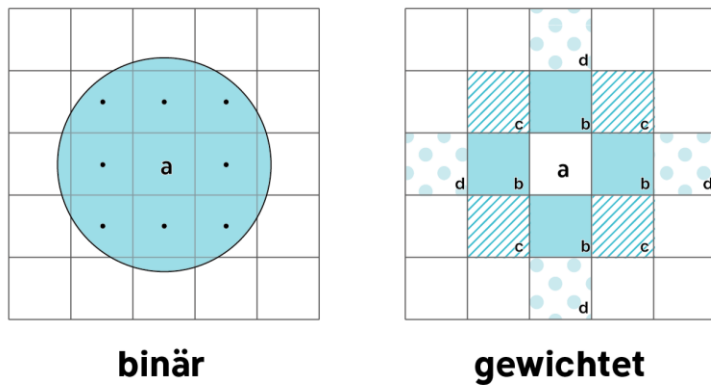
In diesem Zusammenhang ist der Begriff der Nachbarschaft (engl. *contiguity*) zentral. Diese kann zunächst ohne räumlichen Bezug ausgedrückt werden. Eine Nachbarschaft im statistischen Sinn lässt sich darüber definieren, dass die Ausprägung einer Variable an einem Datenpunkt mit der Ausprägung der Variablen an anderen Punkten einhergeht, die somit als ihre Nachbar-Punkte definiert werden (Anselin 1988, S. 16–17). Ein praxisnahes Beispiel ist die gehäufte Anzahl von morgendlichen Bus-Abfahrten in der Verkehrszelle einer Mittelstadt, die zeitlich mit der Abfahrtszahl in anderen Zellen korrespondiert. Hierbei handelt es sich um einen statistischen Zusammenhang, der sich beispielsweise über den gleichzeitigen Unterrichtsbeginn im örtlichen Schulzentrum erklären lässt.

Werden die Merkmale um die euklidische Distanz zwischen den räumlichen Einheiten ergänzt, so lässt sich aus dieser Entfernung ein weiteres Merkmal der Nachbarschaft herstellen, wie Abbildung 35 (links) darstellt. Die Nachbarschaft definiert sich über einen kreisförmigen Puffer um das Zentroid der Ausgangszelle A, wobei alle Zellen als Nachbarn angesehen werden, deren Zentroid im Puffer liegt. Da ein Zentroid per geometrischer Definition nur innerhalb oder außerhalb des Puffers liegen kann, handelt es sich um eine *binäre Definition*. Diese Form der Nachbarschaft kam beispielsweise für die „Risiko-Karte“ im Projekt *MobileInclusion* zum Tragen (Aberle 2020b): Um das Risiko für mobilitätsbezogene soziale Exklusion im Umfeld einer Zelle zu bewerten, wurden die Risikowerte aller Zellen aufsummiert, deren Zentroid im Radius von 145 Metern liegt (entsprechend dem diagonalen Abstand zwischen zwei 100-m-Zentroiden, nach dem Satz des Pythagoras 141 Meter). Dieses Vorgehen weist eine große Nähe zum Konzept des Kumulationsindikators auf (Abschnitt 2.1.2).

Über die binäre Definition hinaus lassen sich Nachbarschaftsbeziehungen durch den räumlichen Bezug *gewichten* (ebd.), wie Abbildung 35 (rechts) zeigt: Die Zellen b sind Nachbarn erster Ordnung der Ausgangszelle a, da sie eine Kante mit a teilen. Die Zellen c sind Nachbarn erster Ordnung für die Zellen b und somit Nachbarn zweiter Ordnung der Ausgangszelle a. Ausgedrückt wird ihre Nachbarschaft über Gewichte (engl. *spatial weights*), die jedem Zellenpaar in einer eigenen Matrix zugeordnet werden.

In der Anwendung werden weiter entfernte Nachbarschaftsbeziehungen beispielsweise über die invertierte Distanz oder über einen negativen Exponenten gewichtet (Anselin 1988; Bivand et al. 2008), sodass das Ausmaß der Nachbarschaft zwischen zwei Zellen mit steigender Distanz sinkt. Auch eine Gewichtung über Interaktionsmaße zwischen den Zellen ist möglich, indem etwa Pendlerverflechtungen, Warenströme oder Migrationsbewegungen miteinander verrechnet werden. Allerdings weisen Bivand et al. (2008, S. 254) darauf hin, dass diese Maße mit Bedacht auszuwählen sind. Anders als die euklidische Distanz können solche Interaktionen nämlich selten als symmetrisch betrachtet werden, weshalb Bivand et al. im Zweifel den Einsatz der binären Nachbarschaftsdefinition empfehlen.

**Abbildung 35: Definition der Nachbarschaft, binär und gewichtet.**



**Quelle:** Eigene Darstellung nach Anselin (1988, S. 18). Links: Binäre Definition der Nachbarschaft basierend auf einem Puffer, rechts: Gewichtete Definition mit erster und zweiter Ordnung.

Dieser Empfehlung von Bivand et al. folgend, wurden für diese Arbeit verschiedene binäre Distanzen zugrunde gelegt, um die Nachbarschaftsmatrizen zu generieren; die Schwellen werden in Tabelle 9 erläutert. Insbesondere die Haltestellen-Schwelle von 800 m stellt einen Kompromiss dar. Im *urbanen* Untersuchungsraum übererfasst sie die räumliche Nachbarschaft von Haltestellen, die möglicherweise von Fahrgästen nicht als benachbart wahrgenommen werden (bspw. Jungfernstieg und Rödingsmarkt in Hamburg). Im Schnitt hat eine Haltestelle im *urbanen* Bereich des HVV 9,3 benachbarte Haltestellen.

In *ruralen* Gebieten hingegen ignoriert sie die Nachbarschaft einiger aufeinander folgender Linienhaltestellen (bspw. Eichholz, Birnenallee und Eichholz, Gewerbepark in Marschacht). Insbesondere im VBB wirkt sich dies aus: 19,4 Prozent der Haltestellen haben dort keine benachbarte Haltestelle innerhalb von 800 m. Allerdings leben im Einzugsgebiet dieser Haltestellen nur 4,3 Prozent der Bevölkerung (Einzugsgebiet nach VDV-Standard; Tabelle 10). Der 800-m-Schwellenwert kann also als plausibel angenommen werden, da er mehr als 95 Prozent der Bevölkerung erfasst.

**Tabelle 9: Schwellenwerte für die Nachbarschaft, nach Untersuchungsebene.**

<b>Ebene</b>	<b>Schwellenwert (m)</b>	<b>Bezug</b>	<b>Begründung</b>
Gemeinde	30	Außenkante des Polygons, <i>Queen Contiguity</i> <sup>42</sup>	Toleranzwert, um Geometrien aus unterschiedlichen Quellen zusammenzuführen (jeweils Metropole/Umland, vgl. Abbildung 30). Barrieren durch lange Wasserstraßen wurden bereinigt, sodass nur Nachbarschaft angenommen wird, wo eine Brücke die Gemeinden verbindet. <sup>43</sup>
Haltestelle	800	Haltestellenmast	Mittelwert aus den Einzugsradien für geringe Nutzungsdichte in allen räumlichen Lagen (VDV 2019, S. 15).
Raster (500 m)	1 500	Zentroid	Diagonale Nachbarzelle zweiter Ordnung liegt in 1 414 m Distanz nach Satz des Pythagoras, zzgl. Toleranz (vgl. Abbildung 35).

**Quelle:** Eigene Darstellung.

<sup>42</sup> Die *Queen Contiguity* berücksichtigt Nachbarschaftsbeziehungen in alle Richtungen. Der Begriff ist eine Analogie zum Schachspiel, in der sich die Dame („Queen“) in alle Richtungen bewegen darf. Andere Formen sind die *Rook Contiguity* („Turm“, nur senkrechte und waagerechte Nachbarschaften) sowie die *Bishop Contiguity* („Läufer“, nur diagonal). Zur Herleitung siehe Anselin (1988, S. 17–24).

<sup>43</sup> Bereinigt wurden im *Großraum Hamburg*: Elbe, Alsterlauf sowie im *Großraum Berlin*: Spree, Müggelspree, Havel, Dahme, Berlin-Spandauer Schiffahrtskanal, Britzer Verbindungskanal, Charlottenburger Verbindungskanal, Griebnitzkanal, Landwehrkanal, Neuköllner Schiffahrtskanal, Teltowkanal, Teltower Stichkanal, Westhafenkanal, Krossinsee, Seddinsee, Tegeler See, Zeuthener See. Fußgänger-, Straßen- und Eisenbahnbrücken wurden als Verbindungen berücksichtigt.

### 3.3.2 Nachbarschaft in der Datenerhebung: Einzugsgebiete

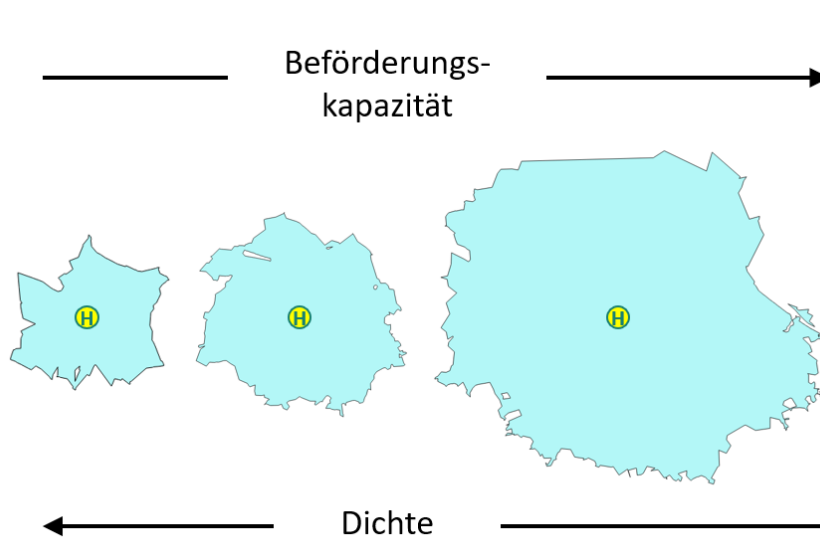
Auch die in dieser Arbeit genutzten Erschließungs-Isochronen bedienen sich der Nachbarschaft: Ausgehend von jedem Haltestellenmast (Punkt) entfaltet sich ein Einzugsgebiet (Polygon), das über die Gehminuten definiert wird und nach Gebietstyp und Verkehrsmittel variiert. Die Gehminuten wurden unter Einbezug der Elevation auf einem OpenStreetMap-Netz berechnet, schematisch ist dies in Abbildung 36 dargestellt. Damit folgt die Methodik dem Konsens in der Literatur, dass die netzfeine Berechnung der luftlinienbasierten Erhebung analytisch überlegen ist, da letztere die Einzugsgebiete strukturell überschätzt (El-Geneidy et al. 2014, S. 196).

Grundsätzlich gilt in der Planungspraxis: Je dichter ein Gebiet genutzt wird, desto kleiner wird der Einzugsradius der Haltestelle definiert, um die stärkere Nachfrage zu befriedigen. Für den SPNV werden in der Praxis größere Luftlinienradien zugrunde gelegt als für den Bus, da der Schienenverkehr hierarchisch übergeordnet ist und Schienenkorridore i.d.R. mit größeren Haltestellenabständen geplant werden, um die Reisegeschwindigkeit zu erhöhen (Kerrigan und Bull 1992; VDV 2019; Schnieder 2015). Die hamburgische Verkehrsbehörde nutzt 400 m für den Bus und 600 m für die Schnellbahnen und SPNV (BWVI 2018), wobei historisch auch andere Radien Anwendung fanden.<sup>44</sup> Für das Vereinigte Königreich wurde eine Gehzeit von 10 bzw. 15 Minuten definiert, womit sich bei einer Gehgeschwindigkeit von 80 m/min ein Einzugsradius von 800 m für den Bus und 1 200 m für Schnellbahn und SPNV entfaltet (Kerrigan und Bull 1992, S. 247–249). In den USA gilt der Standard der Federal Transit Administration von 402 bzw. 805 m (1/4 bzw. 1/2 mile nach FTA 2012, Abschnitt 4.a.(4.); zur empirischen Herleitung siehe Holtzclaw 1994, S. 15–16; für eine umfassende Literaturschau für Nordamerika siehe El-Geneidy et al. 2014, S. 195–196). Zwei kanadische Fallstudien deuten darauf hin, dass dieses Vorgehen nach „Daumenregel“ die wahre Bereitschaft der Fahrgäste unterschätzt, längere Wege in Kauf zu nehmen (El-Geneidy et al. 2014, S. 208; eigene Übersetzung; Alshalalfah und Shalaby 2007), siehe hierzu auch die Diskussion in Abschnitt 5.2.2. Für Deutschland nimmt der zuständige VDV-Arbeitskreis eine Gehgeschwindigkeit von 70 m/min an. Darüber hinaus differenziert er das Einzugsgebiet nach Gebietstyp und Verkehrsmittel, sodass die angenommene Gehzeit zwischen 5 und 17 Minuten variiert, was einer Netzdistanz von 350 bis 1 190 m entspricht (Tabelle 10).

---

<sup>44</sup> Auf städtischen Achsen: Schnellbahn 600 m, Bus 300 m. Auf Regionalachsen: Schnellbahn 1 050 m, Bus 350 m (Baubehörde der FHH et al. 1976, S. 57).

**Abbildung 36: Gehzeit-Isochronen einer fiktiven Haltestelle.**



**Quelle:** Eigene Darstellung nach VDV 2019, S. 15–16. Beispielhafte Isochronen von 5, 7 und 17 Minuten (blaue Polygone) und Einflüsse auf die planerische Zuweisung der Entfernung (schwarze Pfeile). Je größer die Beförderungskapazität eines Verkehrsmittels ist, desto größer wird in der Praxis der Radius gewählt. Umgekehrt schrumpft der Radius mit steigender Bevölkerungs- bzw. Nutzungsdichte.

**Tabelle 10: VDV-Empfehlung für die Einzugsbereiche von Haltestellen.**

Gebietstyp	Einzugsbereich (Minuten Gehzeit) nach Verkehrsmittel	
	SPNV/ U-Bahn	Straßenbahn/ Bus
Kernbereich	7	5
Hohe Nutzungsdichte	10	7
Geringe Nutzungsdichte	17	10

**Quelle:** VDV 2019, S. 15–16. Die Empfehlung variiert in Abhängigkeit vom Gebietstyp und Verkehrsmittel.

### 3.3.3 Nachbarschaft in der räumlichen Analyse: Autokorrelation als Störgröße

Neben der Relevanz in der Datenerhebung fällt den Nachbarschaftsbeziehungen eine zentrale Rolle in der statistischen Auswertung zu. So sind räumlich geballt auftretende Phänomene zunächst eine statistische Störgröße, da sie die Prämisse der Unabhängigkeit der Residuen verletzen. Beispielsweise gilt das für willkürlich gezogene Nachbarschaftslinien, die sich an politischen Grenzverläufen finden (Anselin 1988). In besonderem Maße beeinträchtigen sie Längsschnitt-Untersuchungen, wenn sie in Folge einer Gebietsreform neu gezogen werden (Bivand et al. 2008). Im Extremfall fallen die Grenzen dem sogenannten „Gerrymandering“ anheim, also dem Neuzuschnitt der Wahlbezirke durch die jeweilige Regierung. Diese politische Manipulation ist in den USA verbreitet (Vickrey 1961; Openshaw und Rao 1995). Das Ergebnis sind Zusammenhänge zwischen benachbarten Einheiten, die das Messergebnis (Wahlergebnis) bzw. das statistische Modell beeinflussen.

Eine seit dem 19. Jahrhundert beforschte Auswirkung der Nachbarschaft ist die Autokorrelation (engl. *Autocorrelation*). Diese resultiert unter anderem aus einer „Ansteckung“ bestimmter Phänomene über benachbarte Untersuchungseinheiten hinweg (engl. *Contagion*, auch *Spillover*). Eine solche „Ansteckung“ liegt beispielsweise vor, wenn die Regierungen benachbarter Staaten ähnliche Ehegesetze verabschieden (Bivand et al. 2008, S. 238) oder – etwas anwendungsnäher – wenn die Taktverdichtung einer Buslinie dazu führt, dass auch Fahrgäste aus benachbarten Landkreisen häufiger den Bus nutzen.

Die räumliche Autokorrelation wirkt sich auch auf das *Modifiable Area Unit Problem* aus, das in Abschnitt 3.1.2 ausführlich erörtert wird (Nelson und Brewer 2015, unter Bezugnahme auf eine Untersuchung englischer Zensusdaten durch Flowerdew 2011). Sie verzerrt nicht nur den Blick auf räumliche Zusammenhänge, sondern reduziert generell den Informationsgehalt einer Verteilung, da Werte einer Untersuchungseinheit die Werte benachbarter Einheiten vorhersagen (Bivand et al. 2008, S. 238). In der politischen Beratung beispielsweise zur Armutsbekämpfung können Studien, die räumliche Störeffekte ignorieren, „verzerrte Ergebnisse produzieren und zu unwirksamen – potenziell sogar kontraproduktiven – Empfehlungen verleiten“ (Rupasingha und Goetz 2007, S. 653; eigene, sinngemäße Übersetzung).

### 3.3.4 Umgang mit autokorrelierten Daten

Die angewandte Geostatistik hat verschiedene Tests hervorgebracht, um den Einfluss von Nachbarschaftsbeziehungen zu messen. Etabliert ist der Moran's *I*-Test, der die globale Autokorrelation innerhalb eines Datensatzes misst. Dazu kalkuliert er zunächst die Differenz des modellierten Wertes zum beobachteten Wert einer Variable. Diese Differenz geteilt durch die quadrierte Varianz der *spatial weights* (s.o.) kann als Standardabweichung ausgedrückt werden, die mit einer Normalverteilung abgeglichen wird. Unter der Alternativhypothese, dass es eine räumliche Abhängigkeit gibt, wird ein Signifikanztest durchgeführt. Ist die Signifikanz gegeben, also der beobachtete Wert signifikant abweichend vom erwarteten Wert, dann deutet Moran's *I* auf eine globale Autokorrelation hin (Bivand et al. 2008, S. 261).

Lokale Tests für Autokorrelation (Local Indicators of Spatial Association, *LISA*) verfolgen denselben Ansatz, wobei sie sich nicht auf den gesamten Datensatz beziehen, sondern auf die unmittelbaren Nachbarzellen (siehe Abschnitt 3.3.1). Ihr Ziel ist es, Häufungen an Zellen mit

ähnlichen Nachbarn zu finden („Cluster“; Bivand et al. 2008, S. 268) oder Zellen mit sehr unähnlichen Nachbarn zu identifizieren („Hotspots“; ebd.). Die durch diese Tests nachgewiesene identifizierte Autokorrelation lässt darauf schließen, dass eine lokale Größe, beispielsweise im Sinne einer „Ansteckung“ (s.o.), die Datenlage in den benachbarten Zellen beeinflusst. Um ungleich verteilte Cluster der Autokorrelation innerhalb einer Stichprobe zu beschreiben, sind lokale Indikatoren besser geeignet (Rupasingha und Goetz 2007, 659–660). Sie weisen auf lokale Auffälligkeiten innerhalb der Cluster bzw. Hotspots hin. Anselin (2007) betont in einer Vorlesung nachdrücklich die explorative Natur: „[Der LISA-Test] deutet nur auf [potenzielle Kovarianz in] interessanten Gebieten hin [...] er beweist für sich genommen gar nichts!“ (Anselin 2007, etwa Minute 21:45; eigene, sinngemäße Übersetzung).

### 3.3.5 Bereinigung um Ausreißer

Gängige Praxis ist es, für die Inferenzstatistik diejenigen Datensätze auszuschließen, die mehr als 1,5 Interquartils-Abstände außerhalb der Ober- bzw. Untergrenze des Interquartile Range (IQR) liegen, die auch als Zaungrenzen bezeichnet werden (Fahrmeir et al. 2023, S. 66). Dieses Kriterium trifft über die Verbünde hinweg auf etwa 20 Prozent der Haltestellen zu, in deren Einzugsgebiet 41 Prozent (HVV) bzw. 59 Prozent (VBB) der Bevölkerung leben. In den beiden Metropolen wird dies besonders deutlich, da sich in den Siedlungszentren auch die Linien und Abfahrten ballen, was sich selbst im logarithmierten ÖPNV-Index niederschlägt: In Hamburg leben 64 und in Berlin 60 Prozent der Bevölkerung an einer Haltestelle, deren ÖPNV-Index größer als +1,5 IQR ist (vgl. auch Abbildung 41 auf S. 136).

Es leben also mehr als die Hälfte der Bevölkerung in den Metropolen im Einzugsgebiet von Ausreißer-Haltestellen. Daher wurden die fünf bivariaten Hypothesen jeweils separat anhand von Teilstichproben für *urbane* bzw. *rurale* Gebiete geprüft, womit die Ausreißer nicht so stark ins Gewicht fallen. Die Definition der Ausreißer erfolgte in diesem Fall getrennt nach Raumtypen. Diese Trennung der Stichproben trägt dem unterschiedlichen Niveau Rechnung, auf dem sich das Angebot in der Stadt bzw. im ländlichen Raum abspielt (vgl. Kutter 2019, S. 48).

Mit den fünf Einzelhypothesen U1-U5 bzw. R1-R5 für bivariate Modelle werden also die Unterschiede in Raumstruktur und Verkehrsangebot berücksichtigt. Mit den beiden generellen Hypothesen G1 und G2 für multivariate Modelle werden dagegen statistische Zusammenhänge anhand der gesamten Verkehrsgebiete geprüft. Auch hier werden die Ausreißer jenseits der Zaungrenzen verworfen, obgleich sie einen großen Anteil der Bevölkerung repräsentieren. Einzig für die Generalhypothese G3 werden alle Ausreißer beibehalten, da es sich mit dem Gini-Koeffizienten um eine deskriptive Methode für die univariate Exploration von Verteilungsdaten handelt (Fahrmeir et al. 2023, S. 102).

### 3.3.6 Vier statistische Modelle im Vergleich

Im Rahmen dieser Arbeit werden Regressionsmodelle der Spatial Econometrics angewendet (vgl. Abschnitt 2.1.12). Um die Variation der Tarif-Erreichbarkeit in Abhängigkeit von den acht unabhängigen Variablen zu schätzen, werden vier Modelle aufgebaut und das Modell mit der besten Passung ausgewählt. Dieses vergleichende Vorgehen folgt einer etablierten Hierarchie (Burkey 2018c; Golgher und Voss 2016); die Modelle werden im Folgenden in aufsteigender Komplexität dargestellt. Der Begriff „Gebiet“ bezeichnet hier jeweils die räumliche Einheit, für die Daten vorliegen (siehe Tabelle 6 auf S. 107). Für die bivariaten und die multivariaten Modelle wurden die gleichen, hier genannten Formeln angewendet. Die Abgrenzung bivariat/multivariat folgte den Hypothesen; vgl. hierzu Abschnitt 2.2.

#### 3.3.6.1 OLS: Einfache lineare Regression

Das einfache lineare Regressionsmodell (*Ordinary Least Squares*, OLS) erklärt die Varianz einer abhängigen Variablen anhand der Varianz einer oder mehrerer unabhängiger Variablen innerhalb eines Gebiets.

##### Formel 2: Generalisierte Formel des OLS.

$$y = X\beta + \varepsilon$$

mit  $y$  als abhängige Variable im betrachteten Gebiet,

$X$  als unabhängige Variable im betrachteten Gebiet,

$\beta$  als Regressionskoeffizient zu  $X$  und

$\varepsilon$  als Fehlerterm.

#### 3.3.6.2 SLX: Regression mit räumlich versetztem $X$

Das SLX-Modell (*Spatially-Lagged X*) beruht auf der Annahme der Autokorrelation, dass die Residuen des OLS nicht unabhängig sind und somit die Gültigkeitsbedingungen des OLS verletzt werden (Abschnitt 3.3.3). Das SLX nimmt an, dass die unabhängige Variable auf benachbarte Gebiete ausstrahlt (*Spillover*, ebd.).

##### Formel 3: Generalisierte Formel des SLX. Fettgesetzt: Zusatz zu Formel 2.

$$y = X\beta + \mathbf{WX}\theta + \varepsilon$$

mit den gleichen Parametern wie Formel 2, ergänzt um

$W$  als Gewichtungsmatrix der unabhängigen Variable  $X$  und

$\theta$  als räumlich versetzte Auswirkung von  $X$  in benachbarten Gebieten.

### 3.3.6.3 SEM: Regression mit räumlich versetztem Fehlerterm

Das SEM (*Spatial Error Model*) geht ebenso von einer Autokorrelation aus und nimmt einen Spillover-Effekt des Fehlerterms an, d.h., dass der nicht durch die Varianz von  $X$  aufgeklärte Teil der Regression auf Nachbargebiete ausstrahlt bzw. mit der abhängigen Variable  $y$  korreliert. Dies betrifft nicht die Regressionskoeffizienten (also  $\beta$  für die unabhängigen Variablen), verzerrt aber die Standardfehler. Um diesen Effekt zu bereinigen, wurde das SEM entwickelt.

**Formel 4: Generalisierte Formel des SEM. Fettgesetzt: Zusatz zu Formel 2.**

$$y = X\beta + u$$
$$\text{mit } u = \lambda Wu + \varepsilon$$

mit den gleichen Parametern wie Formel 2, ergänzt um

$u$  als Fehlerterm des betrachteten Gebiets,

$\lambda$  als räumlich versetzte Auswirkung der Fehlerterme benachbarter Gebiete und

$W$  als Gewichtungsmatrix der Fehlerterme.

### 3.3.6.4 SDEM: Regression mit räumlich versetztem $X$ sowie Fehlerterm

Das SDEM (*Spatial Durbin Error Model*) kombiniert das SLX und das SEM. Es nimmt einen Spillover-Effekt der Unabhängigen Variable sowie des Fehlerterms an.

**Formel 5: Generalisierte Formel des SDEM. Fettgesetzt: Zusatz zu Formel 2.**

$$y = X\beta + WX\theta + u$$
$$\text{mit } u = \lambda Wu + \varepsilon$$

Das SDEM entspricht somit einer Kombination der Parameter in Formel 3 und Formel 4. Insgesamt ist das SDEM eine Generalisierung der voranstehenden Modelle, sodass sich durch Nullsetzung des ergänzten Parameters das jeweils einfachere Modell erreichen lässt. Die Modelle eignen sich für die Beschreibung lokaler Zusammenhänge, d.h. Spillover-Effekte auf die direkten Nachbargebiete. In einer Online-Lehrveranstaltung beschreibt Burkey diese Modellfamilie und grenzt sie gegenüber Modellen für globale Zusammenhänge ab (Burkey 2018d, ab Minute 4:20; vgl. auch LeSage und Pace 2021, S. 2203). Theoretisch existiert mit dem Manski-Modell auch ein Werkzeug, um gleichzeitig lokale und globale Effekte zu messen und darüber hinaus die räumlich versetzte Wirkung der Abhängigen Variablen in Betracht zu ziehen (*lagged y*). Das Manski-Modell spielt in der Praxis allerdings keine Rolle, da die Aussagekraft der Schätzer im Manski-Modell stark durch Multikollinearität eingeschränkt wird, also durch die wechselseitige Abhängigkeit der Variablen (Burkey 2018a, ab Minute 13; Fahrmeir et al. 2007, S. 170–172).

### **3.3.7 Tests zur Sensitivität und Modelleignung**

Um die Sensitivität und Eignung der Modelle zu prüfen, werden drei Tests eingesetzt:

#### **3.3.7.1 Heteroskedastizität: Breusch-Pagan-Test**

Der Breusch-Pagan-Test misst die Heteroskedastizität (HSK), die auch als Varianzhomogenität bezeichnet wird. Der Test zeigt an, ob die Residuen der Teststatistik ihrerseits von den unabhängigen Variablen abhängen. Er testet gegen die Nullhypothese, dass keine HSK vorliegt. Wenn der Wahrscheinlichkeitswert  $p \leq 0,05$  ausfällt, darf diese Nullhypothese verworfen werden und es ist HSK anzunehmen. Die HSK wirkt sich geringfügig auf die Standardfehler und p-Werte der Regression aus, nicht aber auf die Koeffizienten. Die Auswirkung auf die p-Werte könnte allerdings die Interpretation der Hypothesentests in den räumlichen Modellen beeinträchtigen (Burkey 2018b).

#### **3.3.7.2 Eignung des Spatial Error Model: Spatial-Hausman-Test**

Der Spatial-Hausman-Test vergleicht die Parameter des SEM mit denen der einfachen linearen Regression (OLS). Er prüft die Nullhypothese, dass sich die Parameter nicht unterscheiden (sondern die lediglich die Standardfehler; Burkey 2025). Wenn  $p \leq 0,05$  ausfällt, darf diese verworfen werden und es muss angenommen werden, dass keines der Modelle geeignet ist und/oder dass das gewählte Modell nicht optimal ist, um die räumliche Autokorrelation zu erfassen (Burkey 2018d, Minute 33-40; Kelley Pace und LeSage 2008 auf Grundlage des Verfahrens für Längsschnitt-Paneldaten von Hausman 1978). Ein Äquivalent für das SDEM existiert nicht und der Test erlaubt auch keine Aussage für dieses Modell; Burkey (2025) empfiehlt daher, die Teststatistik auf das SDEM zu erweitern und anschließend mithilfe der Likelihood-Ratio-Tests zu prüfen, ob ein simpleres Modell geeigneter wäre. Dieser Empfehlung folgt die Arbeit.

#### **3.3.7.3 Modellkomplexität: Likelihood-Ratio-Tests**

Wie in Abschnitt 3.3.6 dargestellt, bauen die vier genutzten Modelle aufeinander auf. Ein Modell lässt sich also in ein anderes überführen, indem ein Term weggelassen wird. Dies ermöglicht es, per Likelihood-Ratio-Test zu prüfen, welches Modell die Daten besser abbildet und ob somit das weniger komplexe Modell dafür ausreicht. Verglichen werden jeweils zwei Modelle anhand ihrer Log Likelihood Ratio-Statistik, einem Maß für die Modellpassung (siehe hierzu auch Fahrmeir et al. 2007, S. 266–267). Geprüft wird gegen die Nullhypothese, dass ein Modell restringiert werden, d.h., auf das nächstkleinere Modell vereinfacht werden soll. Wenn  $p \leq 0,05$  ausfällt, darf diese Nullhypothese verworfen werden, sodass das komplexere Modell als geeigneter gilt, um die Datenlage zu beschreiben (Burkey 2018b, Minute 21 bis 26).

## **3.4 Verwendete Software**

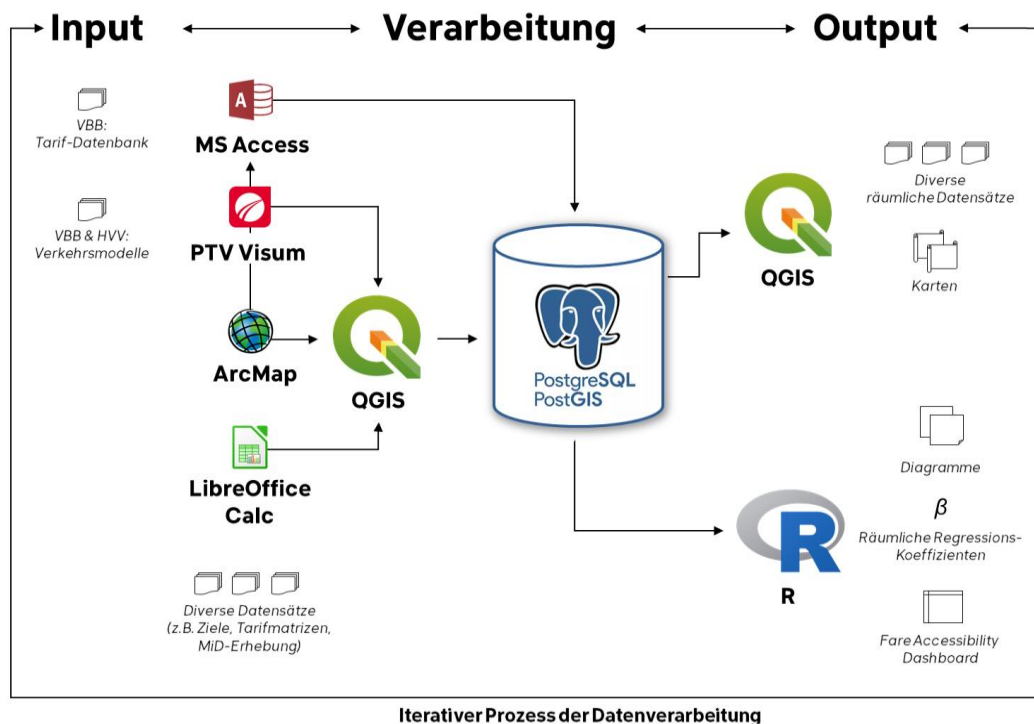
Die wesentliche Herausforderung war die verbundweite Erhebung der Tarif-Erreichbarkeit und deren räumliche Verarbeitung im Zusammenhang mit anderen Variablen. Die Berechnungen dazu wurden in einer eigenen PostgreSQL-Datenbank mit PostGIS-Erweiterung umgesetzt, wie Abbildung 37 schematisch darstellt (PostgreSQL 13.20 mit PostGIS 3.5.2). Zu den wichtigsten Eingangsdaten gehörten Netzmodelle des VBB und des HVV, die aus dem Promotionsvorhaben

von Marcus Peter (2021) hervorgegangen waren und als umgelegte VISUM-Verkehrsmodelle vorlagen (PTV VISUM 18). Darüber hinaus stellten die Verbünde bzw. ihre Dienstleister relevante Eingangsdaten bereit, etwa die VBB-Tarifdatenbank (als relationale Access-Datenbank), die HVV-Tarifmatrix für Kurzstrecke und Nahbereich (als JSON) oder die Regeln der HVV-StadtKarte (als Excel-Tabelle). Ergänzt wurden die Daten durch diverse Geometrien aus öffentlichen Repositorien, etwa Verwaltungsgrenzen aus dem Geoportal Brandenburg (als WFS-Dienst).

Die Ziele für die Erreichbarkeitsanalyse wurden in QGIS aufbereitet (2.18 und 3.22). Die Einzugsgebiete basieren auf einem Wegenetz aus der OpenStreetMap und wurden in ArcMap generiert (10.8.1). Das hierfür verwendete Import-Skript ging aus einer früheren Arbeit von Max Bohnet am Institut für Verkehrsplanung und Logistik hervor und wurde durch Thomas Weiner angepasst, um die Kanten für die Einzugsgebiete vorzubereiten.

Die statistische Untersuchung der Tarif-Erreichbarkeit erfolgte mit der freien Statistiksoftware R und diversen Erweiterungen (R 4.3.1). Auch die Modellberichte sowie die meisten Diagramme, dynamischen Karten und das *Fare Accessibility Dashboard* wurden in R programmiert. Statische Karten wurden i.d.R. in QGIS erstellt. Dieser Software fallen also mehrere Rollen zu: Erstens diente QGIS als Schnittstelle, um Datensätze in die Datenbank zu laden. Zweitens diente es der Darstellung ausgewählter Forschungsergebnisse in Karten (etwa Abbildung 13, Abbildung 30, Abbildung 31). Drittens wurde die Software in zahlreichen Schleifen genutzt, um Ergebnisse zu plausibilisieren und die analytische Ausrichtung der Arbeit zu schärfen. Dieser iterative Prozess wird in Abbildung 37 durch die äußeren Pfeile repräsentiert und war prägend für die Bearbeitung des Dissertationsvorhabens.

**Abbildung 37: Schematische Darstellung des Datenflusses, stark vereinfacht.**



Quelle: Eigene Darstellung.

## 4 Ergebnisse

Dieses Kapitel widmet sich einer ausführlichen Ergebnisdarstellung. Zunächst wird jeder der zwei untersuchten Verkehrsverbände explorativ in Bezug auf die Tarif-Erreichbarkeit beschrieben und werden Auffälligkeiten erklärt (Abschnitte 4.1 und 4.2). Es folgt jeweils eine Zusammenfassung der inferenziellen statistischen Analyse, die nach den drei räumlichen Ebenen Haltestelle, Gemeinde und Rasterzelle gegliedert ist. Es werden jeweils Eckwerte zur Stichprobe genannt und die relevanten statistischen Schätzer und Güteparameter erläutert. Darüber hinaus werden für jeden Verbund die 13 Hypothesen geprüft, die aus dem Abschnitt 2.2 hervorgehen.

Im Anschluss an die Ergebnisdarstellung erfolgt in Abschnitt 4.3 ein direkter Vergleich relevanter Kennwerte zwischen dem HVV und dem VBB.

Die Kernergebnisse sind als klickbare Karten im *Fare Accessibility Dashboard* aufbereitet: [fluegelrad.shinyapps.io/kurzstrecke](https://fluegelrad.shinyapps.io/kurzstrecke).<sup>45</sup> Darüber hinaus existiert ein ausführlicher Modellbericht im HTML-Format für jede der sechs Untersuchungen (2 Verbände x 3 räumliche Ebenen), der separat zur Verfügung gestellt wird.<sup>46</sup>

### 4.1 Ergebnisse für den HVV

#### 4.1.1 Explorative Statistik

##### 4.1.1.1 Kartografische Erkundung des Verbundgebiets

Die Datenlage im HVV zeichnet sich durch einen Gradienten von dezentral nach zentral aus, was sowohl die Tarif-Erreichbarkeit als auch andere relevante Kennzahlen wie den ÖPNV-Index, die Durchschnittsmiete oder die Kaufkraft betrifft. Bei der Kaufkraft hebt sich der Verlauf des Gradienten dadurch von den anderen Variablen ab, dass randständige Gebiete tendenziell eine höhere Kaufkraft aufweisen. Abbildung 38 stellt als Flächen die genannten Variablen auf der Gemeinde-Ebene dar. Darüber sind als Punkte die Haltestellen kartiert, die in ihrer Schattierung von Grau nach Schwarz die Tarif-Erreichbarkeit repräsentieren. Hier wird der Gradient deutlich, der von der erreichbarkeits-schwachen Peripherie in Richtung der Siedlungskerne verläuft. Dies gilt sowohl für die Mittel- und Oberzentren des HVV (links) als auch innerhalb Hamburgs (rechts).

**Quelle zu Abbildung 38 auf der Folgeseite:** Eigene Darstellung. Tarif-Erreichbarkeit der Haltestellen (Punkte) und Sozialindikatoren der Gemeinden (Flächen), jeweils für das HVV-Verkehrsgebiet (links) und für Hamburg (rechts). Die erkennbaren Gradienten spiegeln die \*\*\*-signifikanten Korrelationen der Tarif-Erreichbarkeit mit dem ÖPNV-Index (+), der Kaufkraft (-) und der Miete (+) wider, siehe Abbildung 42. Die Farben entsprechen den Violin Plots in Abbildung 41.

---

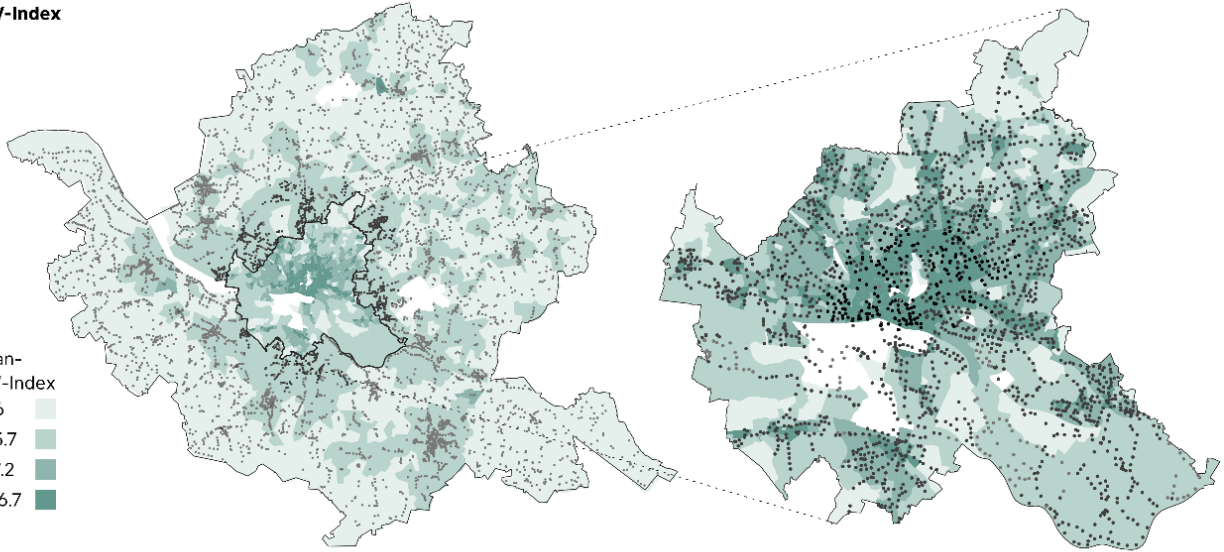
<sup>45</sup> Dauerhaft archiviert unter [DOI: 10.15480/882.13164](https://doi.org/10.15480/882.13164)

<sup>46</sup> [DOI: 10.15480/882.13162](https://doi.org/10.15480/882.13162)

**Abbildung 38: Tarif-Erreichbarkeit und Sozialindikatoren im HVV.**

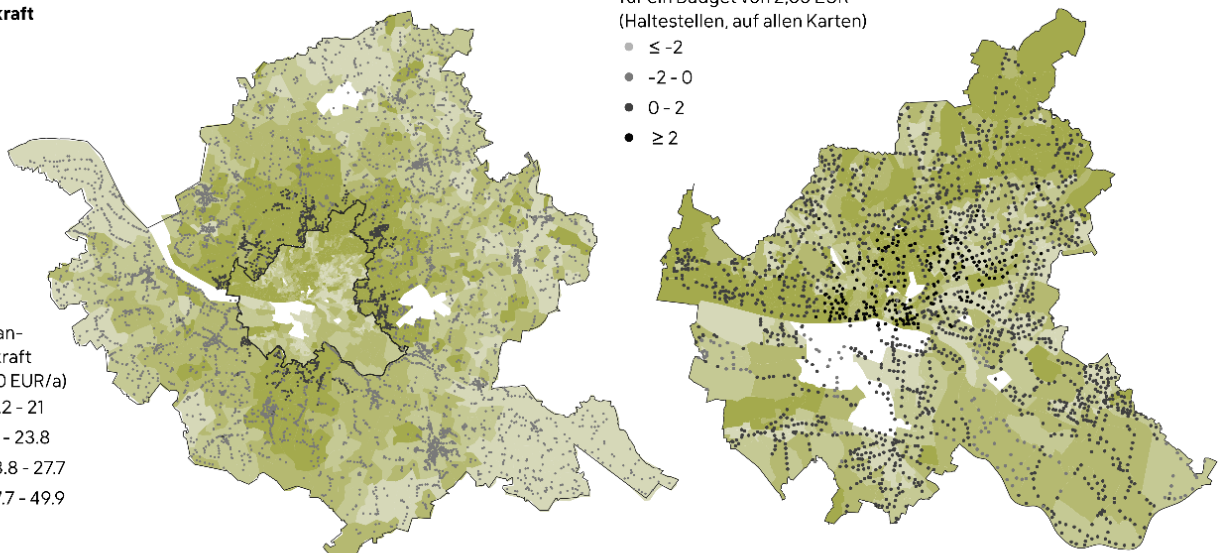
**ÖPNV-Index**

- Median-  
ÖPNV-Index
- 0 - 3.6
  - 3.6 - 5.7
  - 5.7 - 7.2
  - 7.2 - 16.7



**Kaufkraft**

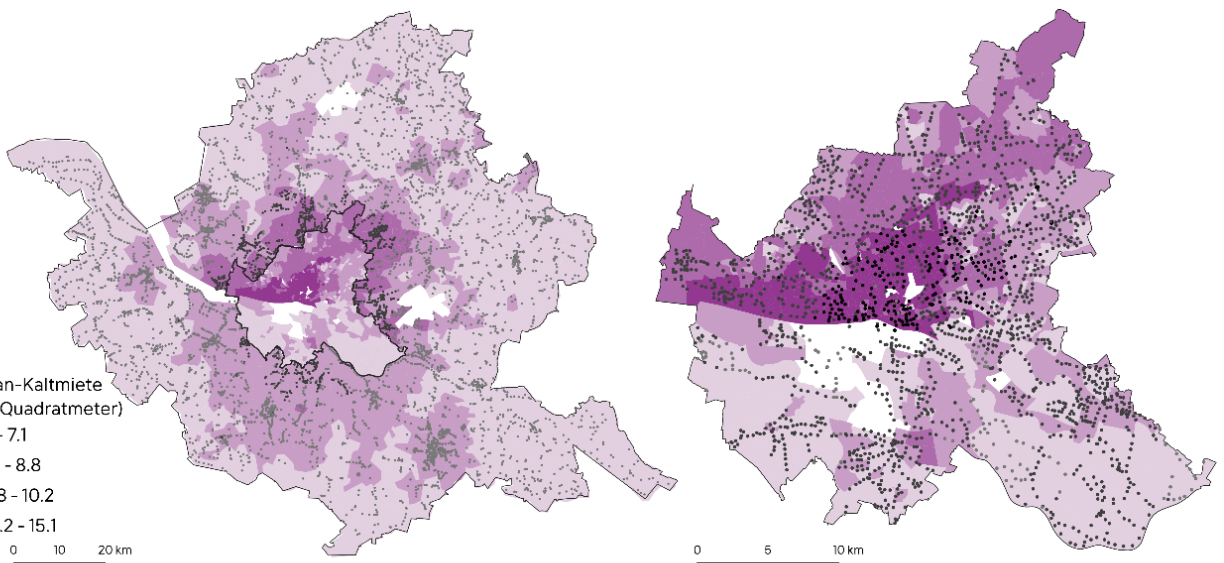
- Median-  
Kaufkraft  
(1 000 EUR/a)
- 17.2 - 21
  - 21 - 23.8
  - 23.8 - 27.7
  - 27.7 - 49.9



- Standardabweichung der Tarif-Erreichbarkeit  
für ein Budget von 2,30 EUR  
(Haltestellen, auf allen Karten)
- ≤ -2
  - -2 - 0
  - 0 - 2
  - ≥ 2

**Miete**

- Median-Kaltmiete  
(EUR/Quadratmeter)
- 0 - 7.1
  - 7.1 - 8.8
  - 8.8 - 10.2
  - 10.2 - 15.1



0 10 20 km

0 5 10 km

Die Farbskalen zeigen Quartile, Zeitbezug: 12/2018 bzw. HVV-Fahrplan 2018/19. © 2019. Dieses Werk ist unter Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International (zuletzt 22.01.2025) | Christoph Aberle, TUHH | christoph.aberle@tuhh.de

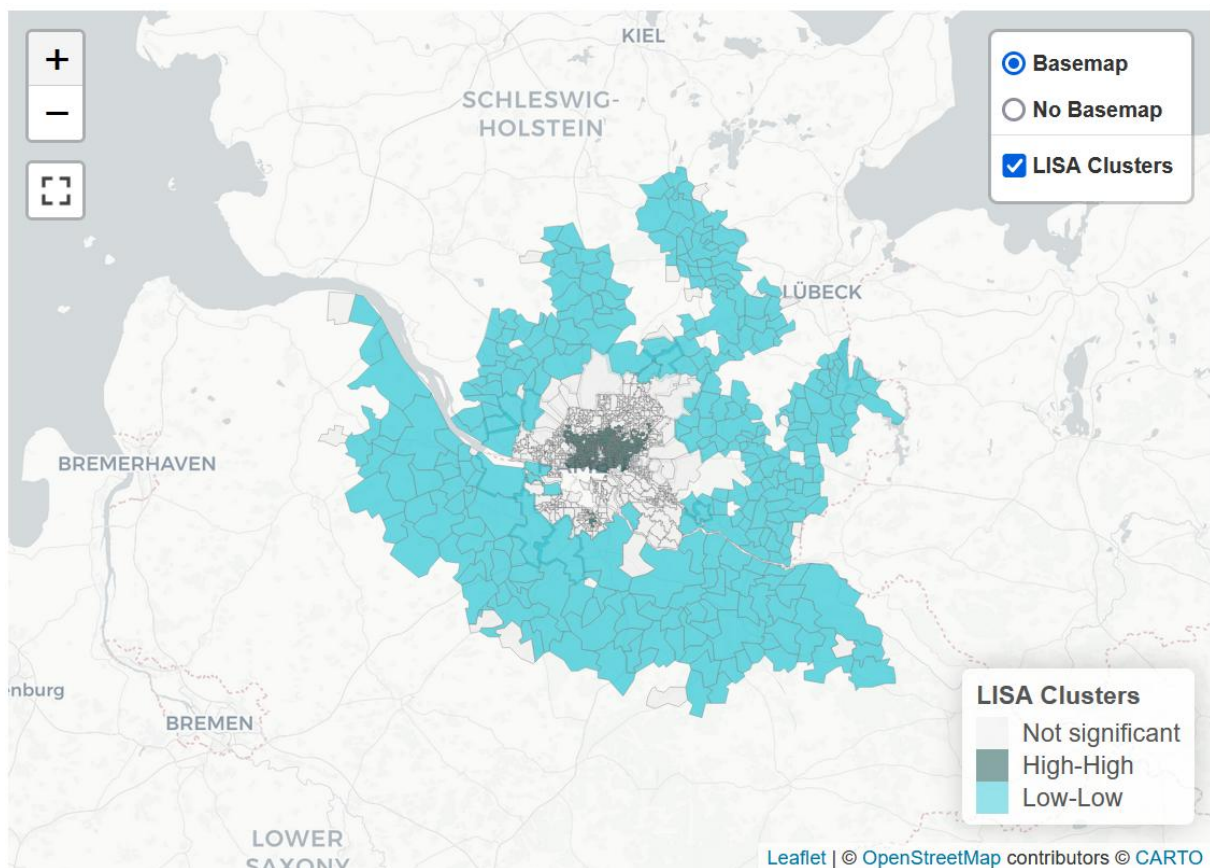
#### 4.1.1.2 Lokale Autokorrelation der Tarif-Erreichbarkeit

Auch an der Autokorrelation sind Hamburgs dichte Siedlungsgebiete erkennbar, die HVV-weit mit Abstand die höchste Tarif-Erreichbarkeit aufweisen. Wie die LISA-Untersuchung deutlich aufzeigt, bilden sie zwei Cluster im Stadtzentrum und in Harburg (Abbildung 39, dunkelgrün).

Die Cluster sind durch einen breiten Ring aus hellgrau eingefärbten Gemeinden umgeben. Dieser entspricht etwa dem Tarifgebiet AB ohne die Siedlungskerne, wobei er im Süderelberaum deutlich kleiner ist. In diesem Ring herrscht keine signifikante Autokorrelation, die Ausprägung benachbarter Gebiete fällt also nicht auffällig stark in die ein oder andere Richtung aus.

Umgeben ist der Übergangsring durch einen weiteren breiten Ring aus negativ geclusterten Gemeinden, die also eine räumliche Ballung niedriger Tarif-Erreichbarkeit aufweisen (hellblau). Dies gilt auch für die regionalen Zentren Lüneburg, Elmshorn und Bad Oldesloe (hier nicht gesondert gekennzeichnet, in Abbildung 19 markiert).

**Abbildung 39: LISA-Plot auf Gemeinde-Ebene im HVV.**



**Quelle:** Screenshot aus dem Modellbericht, n = 1 256 Gemeinden. Die grüne Markierung im Zentrum zeigt eine lokale Autokorrelation der Tarif-Erreichbarkeit (High-High = Hohe Tarif-Erreichbarkeit in einem Gebiet und in benachbarten Gebieten), die blaue Markierung im Umland zeigt eine Autokorrelation niedriger Tarif-Erreichbarkeit. Hellgrau markierte Gebiete weisen keine signifikante Autokorrelation auf, nicht kartierte Gemeinden wurden als Ausreißer ausgeschlossen. Der separate Modellbericht enthält die Karte als klickbare Webmap (DOI: [10.15480/882.13162](https://doi.org/10.15480/882.13162)).

### 4.1.1.3 Tarif-Erreichbarkeit und Kaufkraft

Die Chloroplethenkarten auf der Folgeseite setzen die Kaufkraft und die Tarif-Erreichbarkeit bivariat in Beziehung. In der Gesamtbetrachtung ist zunächst augenfällig, dass auch hier ein Gradient vom Rand des HVV-Gebiets stadteinwärts bis ins hamburgische Zentrum verläuft (Abbildung 40, oben). Zentrale Gebiete verfügen nahezu ausnahmslos über eine hohe Tarif-Erreichbarkeit, während diese nach außen hin abnimmt.

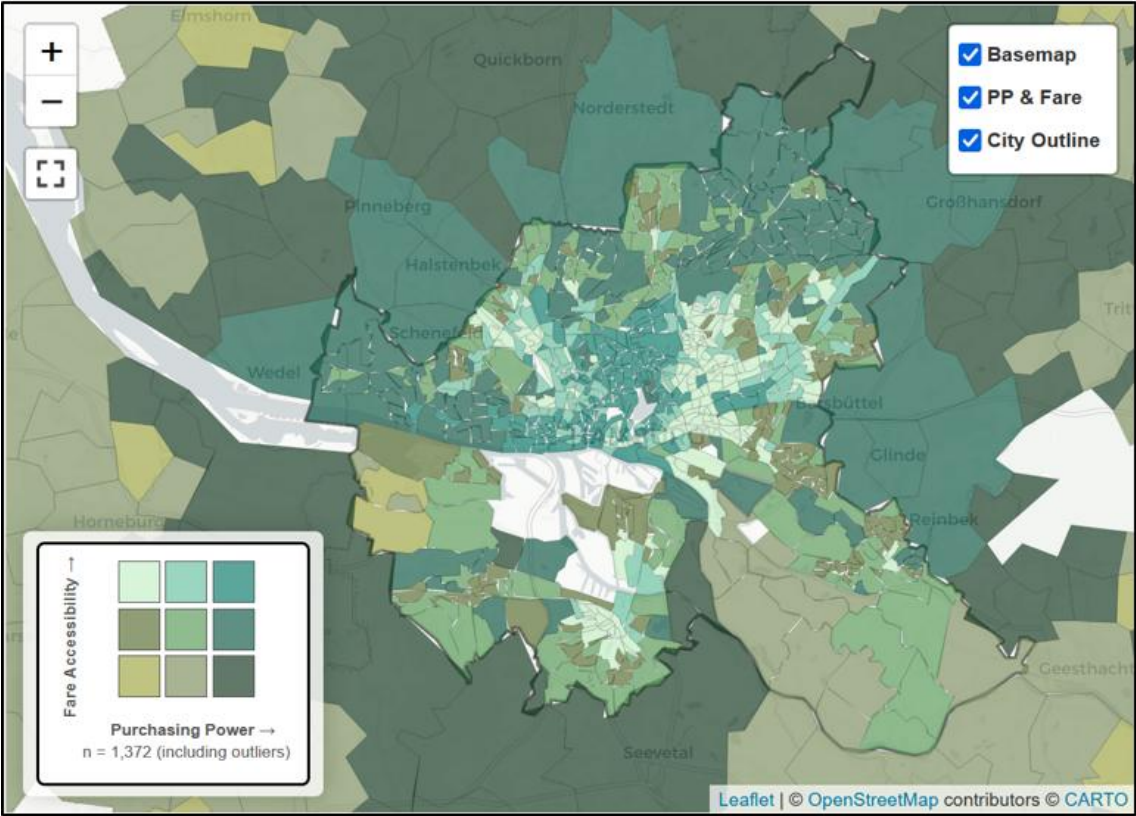
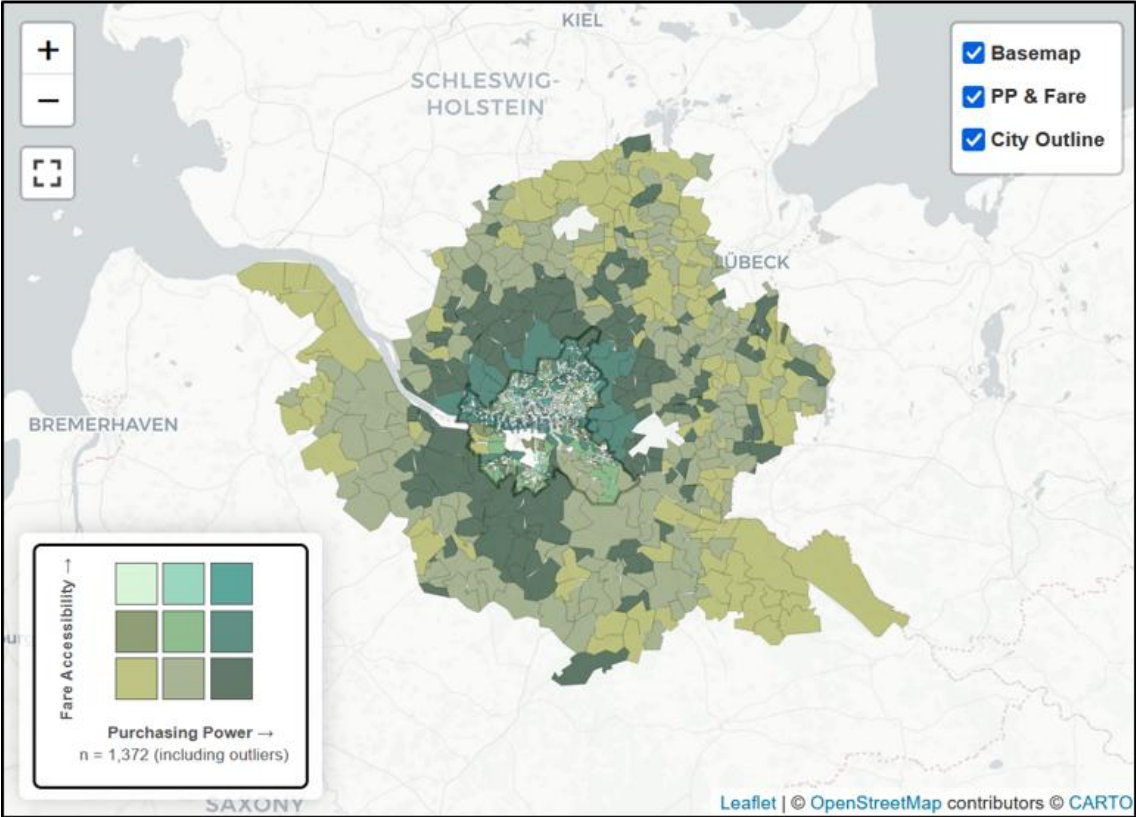
Von besonderem Interesse in Bezug auf die Zielgruppe einkommensarmer Menschen sind diejenigen Gebiete, in denen sowohl die Kaufkraft als auch die Tarif-Erreichbarkeit niedrig ausfallen. In Abbildung 40 sind diese in ocker eingefärbt. Beide Variablen liegen dort jeweils im unteren Drittel der Verteilung, auf hamburgischem Stadtgebiet weist die Karte lediglich zwei solcher Gebiete in Neuenfelde aus (ocker eingefärbt, im Südwesten). Weitere benachbarte Gebiete mit niedriger Tarif-Erreichbarkeit liegen in den Vier- und Marschlanden. Allerdings liegt die mittlere Kaufkraft dort, wie auch in den restlichen Gebieten dieser Art, mindestens im mittleren Terzil (olivgrün eingefärbt). Darüber hinaus gibt es eine große Anzahl dicht besiedelter Gebiete im östlichen Stadtgebiet mit geringer Kaufkraft, allerdings durchweg mit einer Tarif-Erreichbarkeit im oberen Drittel der Verteilung (hellgrün).

Dunkelgrün hervorgehoben sind Gebiete mit niedriger Tarif-Erreichbarkeit und hoher Kaufkraft. Diese ballen sich südlich der hamburgischen Stadtgrenze (Teile der Landkreise Harburg/Stade) sowie im Nordwesten und Osten des HVV (Teile der Kreise Pinneberg/Segeberg/Stormarn). Angesichts der Kaufkraft im oberen Terzil ist davon auszugehen, dass die meisten privaten Haushalte die höheren Kosten für ÖPNV-Fahrkarten bewältigen können (wenn sie nicht ohnehin den Pkw bevorzugen; vgl. Abschnitt 1.1.4). Bemerkenswerterweise geht die hohe Kaufkraft des nördlichen Vorortgürtels tendenziell mit hoher Erreichbarkeit einher (türkis eingefärbt), während die Umlandgemeinden im Süderelberaum ausnahmslos von einer geringen Tarif-Erreichbarkeit gekennzeichnet sind (ocker bzw. dunkelgrün).

Insgesamt deutet also auch die bivariate Karte auf eine Bedeutung der Zentralität hin. Niedrige Tarif-Erreichbarkeit ist nahezu ausschließlich in den dünn besiedelten hamburgischen Gebieten in den Bezirken Harburg und Bergedorf zu finden, während der Duvenstedter Brook am nördlichen Stadtrand das einzige nordelbische Gebiet darstellt. Gemeinsam ist den meisten betreffenden Gebieten, dass die Kaufkraft im oberen oder mittleren Terzil liegt, also eine geringe Tarif-Erreichbarkeit in der Regel durch das Einkommen bewältigt werden kann. Die einzige Ausnahme bilden die beiden bereits erwähnten Gebiete in Hamburg-Neuenfelde. Sie weisen vergleichsweise geringe Tarif-Erreichbarkeit und Kaufkraft auf.

Im Sinne von zielgerichteten Maßnahmen zur Sicherung von Mobilitätschancen wären also diese beiden statistischen Gebiete auszuwählen sowie die 129 Gemeinden außerhalb Hamburgs, die in der Karte dunkelgrün markiert sind; siehe hierzu auch die Diskussion in Abschnitt 5.1.2.1. Verbundweit leben etwa zehn Prozent der Bevölkerung in einer Gemeinde/einem statistischen Gebiet, die in denen sowohl das Durchschnittseinkommen als auch die Tarif-Erreichbarkeit im unteren Terzil liegen. Beide Variablen liegen jeweils im unteren Drittel der Verteilung, bezogen auf alle Gemeinden im gesamten Verbundgebiet.

Abbildung 40: Bivariate Chloroplethenkarten für den HVV (oben) und Hamburg (unten).

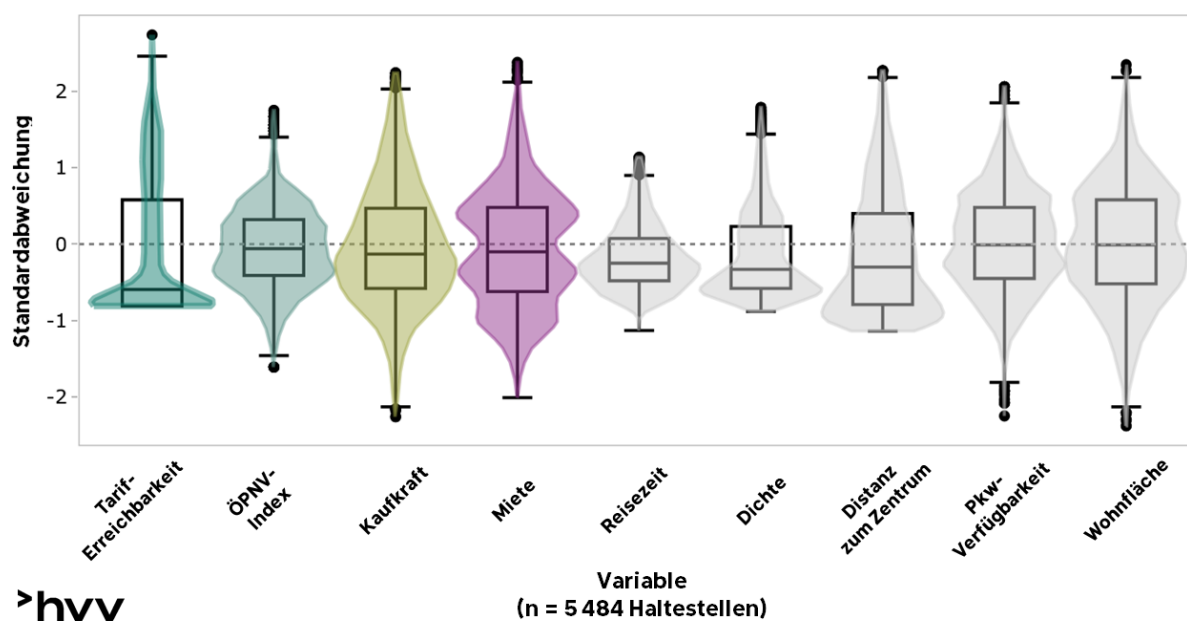


**Quelle zu Abbildung 40 auf der Vorseite:** Screenshots aus dem Fare Accessibility Dashboard. Eine interaktive Version ist im Dashboard verfügbar ([fluegelrad.shinyapps.io/kurzstrecke](http://fluegelrad.shinyapps.io/kurzstrecke) / archiviert DOI:10.15480/882.13164), dort sind auch weitere Informationen zur jeweiligen Gemeinde bzw. zum Statistischen Gebiet hinterlegt.

#### 4.1.1.4 Verteilung der Eingangsvariablen

In Vorbereitung der Regressionsrechnungen wurden alle Datensätze um Ausreißer bereinigt (Abschnitt 3.3.5). Abbildung 41 zeigt alle neun Eingangsvariablen auf Haltestellen-Ebene in bereinigter Form als Box Plots bzw. Violin Plots. Die Tarif-Erreichbarkeit ist deutlich rechtsschief verteilt (dunkelgrün). Selbst nach Bereinigung der Ausreißer gibt es also einige zentrale Haltestellen, die eine Abweichung von  $> \pm 1,5$  des Interquartilsabstands (IQR) aufweisen. Auch bei anderen Eingangsvariablen ist dies der Fall, wobei sich die meisten übrigen Variablen nach der Bereinigung einer symmetrischen Verteilung annähern. Nach der Bereinigung auftretende Ausreißer wurden beibehalten; siehe hierzu auch die methodische Diskussion in Abschnitt 5.2.2.

**Abbildung 41: Box Plots und Violin Plots für die neun Eingangsvariablen im HVV.**



**Quelle:** Eigene Darstellung. Die Farben der ersten vier Plots entsprechen den Chloroplethenkarten in Abbildung 38. Interpoliert per Kerndichteschätzung (KDE). Die Tarif-Erreichbarkeit zeigt eine ausgeprägte rechtsschiefe Verteilung, d. h. der Modus liegt unter dem Median und einige zentrale Haltestellen weisen hohe Werte von  $> +2SD$  auf. Diese Verteilung ist bereits um Ausreißer bereinigt ( $\pm 1,5$  IQR). Um möglichst viele Datensätze zu erhalten, wurden die meisten Arbeitshypothesen in *urban/rural* aufgeteilt, siehe auch Diskussion in Abschnitt 5.2.2. Klickbare Plots dieser Art finden sich für alle Untersuchungsebenen in den Modellberichten unter DOI: [10.15480/882.13162](https://doi.org/10.15480/882.13162).

#### 4.1.1.5 Korrelation der Eingangsvariablen

Die kompakte grafische Darstellung der Eingangsvariablen bietet die Chance, wechselseitige Beziehungen noch vor der inferenziellen Statistik zu erkennen. Abbildung 42 präsentiert ein Korrelogramm für neun Variablen. Jede Ellipse repräsentiert die Korrelation zwischen der Zeile und in der Spalte. Je schmaler eine Ellipse ist, desto stärker ist der Zusammenhang, der für den Bereich -1 bis 1 definiert ist (einfache bivariate Korrelation nach Spearman).

Deutlich wird für den HVV, dass die Tarif-Erreichbarkeit der beiden untersuchten Preisstufen *TE 1,70* (Kurzstrecke/StadtKarte zu 1,70 EUR) und *TE 2,30* (Nahbereich/1 Zone zu 2,30 EUR) mit  $\rho > 0,9$  korrelieren (schmale Ellipse links oben). Der Zusammenhang ist \*\*\*-signifikant. Dieser Umstand erlaubt es, eine der beiden Stufen für die Regression auszuwählen, da sie die zweite durch ihre starke Korrelation vorhersagt. Um konsistent zur Datenlage im VBB zu sein, zieht die statistische Analyse die Stufe *TE 2,30* als Variable heran. Es wird also für beide Verkehrsverbünde die Preisschwelle von 2,30 EUR angenommen.

#### 4.1.2 Inferenzstatistik auf Haltestellen-Ebene

Nach der explorativen Zusammenfassung werden in diesem Abschnitt die Ergebnisse der Regressionsrechnungen erläutert. Dies erfolgt in drei Abschnitten, die sich nach den drei Untersuchungsebenen gliedern. Eine Übersicht der relevanten Regressionskoeffizienten wird in Tabelle 12 auf Seite 143 präsentiert; die dahinterstehenden ausführlichen Modellberichte mit allen Parametern stehen separat zur Verfügung.<sup>47</sup>

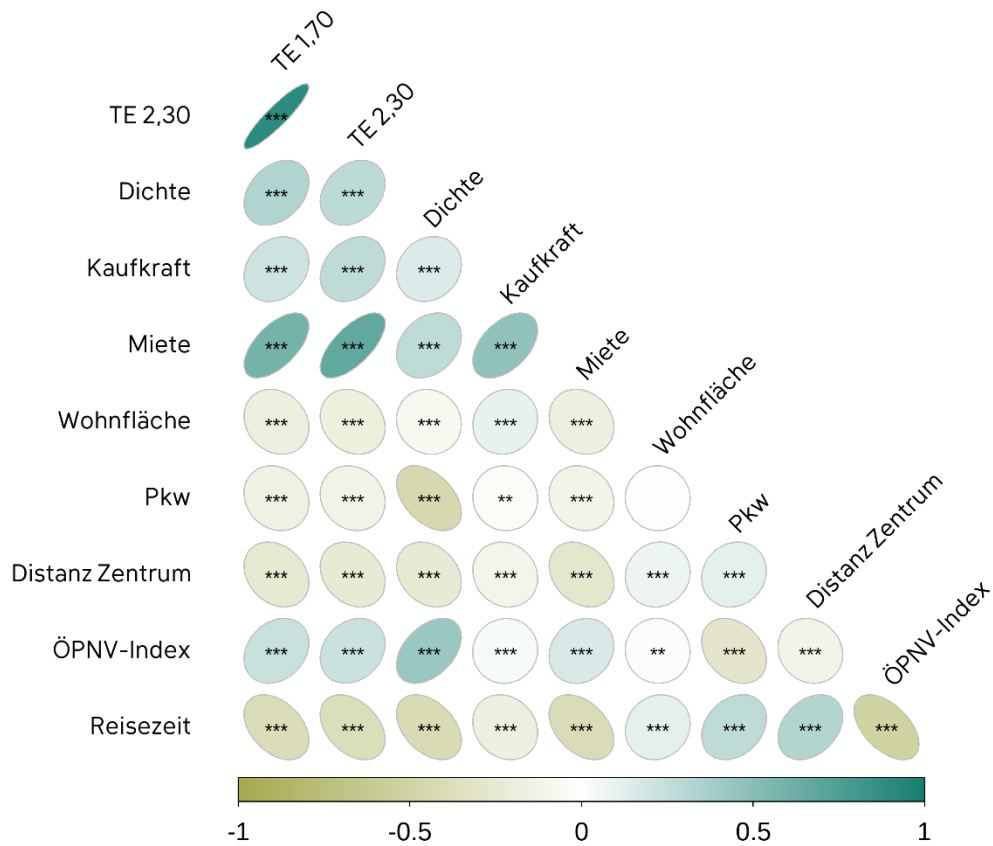
##### 4.1.2.1 Stichprobenumfang

Im HVV lag eine Brutto-Stichprobe von 8 321 Haltestellen vor, von denen 2 657 auf hamburgischem Stadtgebiet liegen. Dieser Umfang ergibt sich aus dem Verkehrsmodell von Peter (2021), das um Geometrien aus einem Datensatz des Dienstleisters HBT ergänzt wurde. Bereinigt wurden Duplikate, an denen nur Fernverkehr hält (etwa Hauptbahnhof, Bf Harburg). Darüber hinaus wurden Haltestellenbereiche zusammengefasst, die tariflich gleichgestellt sind (etwa Landungsbrücken Brücke 1/2/3). Auch wurden Haltestellen ohne Nachbar in 800 m Radius entfernt, um die Nachbar-Gewichtung für die räumlichen Regressionsmodelle zu ermöglichen (Abschnitt 3.3.1, Diskussion dazu in Abschnitt 5.2.2). Entfernt wurden Ausreißer jenseits  $\pm 1,5$  IQR (Abschnitt 3.3.5). Die Netto-Stichprobe umfasste somit 5 484 Haltestellen. Tabelle 11 fasst die deskriptiven Kennwerte der Eingangsvariablen zusammen.

---

<sup>47</sup> DOI: [10.15480/882.13162](https://doi.org/10.15480/882.13162)

**Abbildung 42: Korrelogramm potenzieller Eingangsvariablen im HVV.**



**Quelle:** Eigene Darstellung. n = 9 043 bewohnte Rasterzellen 500 m, ohne Ausreißer.

Jede Ellipse zeigt die Korrelation zwischen der Zeile und der Spalte (Spearman, bivariat). Je dunkler eine Ellipse ist, desto stärker ist der Zusammenhang. Gelb&linksgeneigt zeigt negative Zusammenhänge, grün&rechtsgeneigt zeigt positive Zusammenhänge. Die Sterne zeigen das Signifikanzniveau: \*\*\* p < 0,001 / \*\* p < 0,01 / \* p < 0,05. Die Ellipse ohne Stern zeigt einen nicht-signifikanten Zusammenhang. In Bezug auf die Tarif-Erreichbarkeit Nahbereich (TE 2,30) stechen folgende Befunde ins Auge: Sehr starke positive Korrelation mit Tarif-Erreichbarkeit Kurzstrecke (TE 1,70; siehe Abschnitt 4.1.1.5); Starke positive Korrelation mit Miete; Mittlere positive Korrelation mit Dichte, Kaufkraft sowie ÖPNV-Index; Mittlere negative Korrelation mit der Wohnfläche, Pkw-Verfügbarkeit, Distanz zum nächsten Zentrum und Reisezeit.

**Tabelle 11: Eingangsvariablen im HVV auf Haltestellen-Ebene.**

Variable	Einheit	Mittelwert	Median	SD	Min	Max	Quelle/Bezug	Zeitbezug
Tarif-Erreichbarkeit mit Budget 2,30 EUR	Standardabweichungen	-0,1	-0,7	0,9	-0,9	2,9	Eigene Berechnung (Abschnitt 3.2.3)	12/2018
Kaufkraft	10 000 EUR/a/Person	2,47	2,42	0,42	1,3	3,66	infas360	12/2018
Mietpreis	EUR/qm/Monat, kalt	7,81	7,74	1,29	4,47	11,97	infas360	12/2018
Pkw-Verfügbarkeit	Fahrzeuge/Person, approximiert vom Straßenblock	0,56	0,55	0,12	0,14	0,93	infas360	2018/19
Distanz zum Zentrum	km, Luftlinie	3,37	2,84	2,36	0,33	10,45	Zentrenkonzept der Metropolregion	12/2018
ÖPNV-Index	[ohne Einheit]	4,71	4,7	1,36	0,7	9,4	Eigene Berechnung (Abschnitt 3.2.1)	2018/19
Reisezeit zum nächsten Ziel	10 Minuten, gewichtet über 15 Kategorien vgl. Tarif-Erreichbarkeit (Abschnitt 3.2.3.4)	1,71	1,58	0,7	0,14	3,84	HVV-API („GEOFOX“)	12/2018
Bevölkerungsdichte	100 Personen/ha	0,29	0,22	0,2	0,02	1	infas360	12/2018
Wohnfläche	10 qm	5,71	5,7	0,91	2,9	8,5	infas360	12/2018

**Quelle:** Eigene Darstellung. n = 5 484 Haltestellen, ohne Ausreißer. Im Anhang steht ergänzend die Tabelle 31 mit standardisierten Werten.

Nicht für alle Eingangsvariablen lag ein Wert auf Haltestellen-Ebene vor. Für diese wurde jeweils der Median aller bewohnten 100-m-Rasterzellen im Umkreis von 800 m Luftlinie aggregiert (vgl. Tabelle 9 auf S. 122).

#### 4.1.2.2 Schätzparameter der Regression

Die mittlere Spalte von Tabelle 12 fasst die Schätzparameter auf Haltestellen-Ebene für die vier Modelle zusammen. Farblich hervorgehoben sind auffällige standardisierte Beta-Koeffizienten ( $|\beta| > 0,3$ ; angelehnt an die etablierten Schwellen von Cohen 1992; siehe auch Field et al. 2012, S. 57–58). Betroffen sind nur zwei Schätzer betreffend den Mietpreis. Der Rest der statistischen Schätzung ist zwar zum großen Teil signifikant, aber im Umfang nicht besonders stark.

Generell ist an den Werten der Spalte OLS erkennbar, dass das lineare Modell für mehrere Variablen höhere Schätzwerte gegenüber den drei räumlichen Modellen ausweist. Dies betrifft etwa die Medianmiete (Beta ist anderthalb Mal bis doppelt so groß wie die Betas der räumlichen Modelle), die Wohnfläche (bis zu Faktor 3,5) oder Bevölkerungsdichte (Faktor 2-12). Darüber hinaus fällt auf, dass das OLS in zwei Fällen eine gegenläufige Richtung schätzt. Für die Distanz zum nächsten Zentrum ermittelt es einen positiven Zusammenhang, während die drei räumlichen Modelle die Tarif-Erreichbarkeit mit einem negativen Koeffizienten vorhersagen. Diese Abweichungen bei der Beta-Stärke sowie beim Vorzeichen des Schätzers deuten auf eine räumliche Verzerrung hin, die das OLS nicht erfassen kann und die durch die gewichteten Modelle teilweise ausgeglichen werden kann. Der Unterschied schlägt sich auch deutlich im (Pseudo-)R<sup>2</sup> nieder. Die Modellgüte für das OLS und das SLX beträgt jeweils 0,67, während SEM und SDEM mit der Nachbarschaftsbeziehung im Fehlerterm ein PSR<sup>2</sup> von 0,94 aufweisen.

Es folgt eine Beschreibung der Schätzparameter für die acht unabhängigen Variablen:

Die **Kaufkraft** wirkt sich in allen vier Modellen negativ auf die Tarif-Erreichbarkeit aus; dieser Zusammenhang fällt allerdings nur im OLS signifikant aus (\*\*\*). Es schätzt bei einer Steigerung der Kaufkraft um 1 000 EUR Umfeld der Haltestellen eine Senkung der Tarif-Erreichbarkeit um 0,11 Standardabweichungen.<sup>48</sup> Da sich das OLS angesichts der Autokorrelation als unzureichend erweist (Abschnitt 4.1.2.3), fällt der Kaufkraft auf Haltestellen-Ebene also keine nennenswerte Bedeutung zu, um die Varianz der Tarif-Erreichbarkeit zu erklären.

Der **Mietpreis** wirkt sich in allen vier Modellen \*\*\*-signifikant positiv auf die Tarif-Erreichbarkeit aus und wirkt stärker als auf den anderen räumlichen Ebenen. Wie die farbliche Hervorhebung in der Tabelle zeigt, sind die standardisierten Beta-Schätzer im SEM und im OLS auffällig. Ein Zuwachs der Median-Kaltmiete von einem Euro im Haltestellenumfeld lässt also eine Steigerung der Tarif-Erreichbarkeit von 0,2 bis 0,43 Standardabweichungen erwarten (wobei die 0,43 SD im ungewichteten OLS den größten Wert darstellen). Auch der Effekt auf benachbarte Gemeinden ist \*\*\*-signifikant (in Tabelle 12 als lag.Miete ausgewiesen), allerdings mit 1,23 (SDEM) bzw. 1,68 (SEM) deutlich schwächer als der direkte Effekt. Insgesamt aber deuten die Beta-Schätzer in der Regressionstabelle auf einen starken Einfluss des Mietpreises auf die Tarif-Erreichbarkeit hin. Der plausible Erklärungszusammenhang ist, dass ein hoher Mietzins dort aufgerufen werden kann, wo der ÖPNV preiswert in dem Sinne ist, dass er dem Fahrgast viele Ziele erschließt.

---

<sup>48</sup> Zwecks Lesbarkeit kleiner Werte wurden die Koeffizienten vor der Regression mit dem Faktor 10 multipliziert. In der Regressionstabelle steht ein Koeffizient von -1,07\*\*\* für das OLS, der also als 0,11 zu interpretieren ist. Dies gilt für alle Betas in diesem Abschnitt.

Die **Pkw-Verfügbarkeit** wirkt sich allein in zwei räumlichen Modellen signifikant auf die Tarif-Erreichbarkeit aus. Je mehr Pkw pro Kopf im Umfeld der Haltestelle angemeldet sind, desto kleinere Tarif-Erreichbarkeit ist zu erwarten. Der indirekte Effekt auf benachbarte Haltestellen ist im SDEM ebenfalls signifikant und fällt in seiner Ausprägung sogar deutlich stärker aus (lag.Pkw-Verfügbarkeit = -0,43). Insgesamt allerdings ist die Pkw-Verfügbarkeit auf Haltestellen-Ebene vernachlässigbar, wie die Parameter der mittleren Spalte von Tabelle 37 zeigen, wo sie als standardisiert abgetragen sind, also auf Mittelwert 0 und Standardabweichung 1 normiert.

Die **Distanz zum Zentrum** wird in drei Modellen als mindestens \*\*-signifikanter Einflussfaktor geschätzt. Das Beta liegt bei -0,02 bei den räumlichen SDEM und SEM. Hervorzuheben ist, dass das OLS im Gegensatz dazu einen positiven Einfluss von +0,03 schätzt, das heißt mit einem Kilometer zusätzlicher Distanz zum Zentrum steigt die Tarif-Erreichbarkeit um 0,03 Einheiten. Anzunehmen ist, dass es sich dabei um ein Artefakt der Autokorrelation handelt, das sich aus dem originär räumlichen Charakter der Distanz zum nächsten Mittel- oder Oberzentrum ergibt, der durch ein lineares Modell nicht hinreichend eingefangen werden kann.

Signifikant positiv und sehr stark fällt allerdings auch der indirekte Effekt aus: Je größer der Abstand zum nächsten Zentrum, desto größer wird die Tarif-Erreichbarkeit benachbarter Haltestellen geschätzt. Dieser ist im Umfang sogar deutlich größer als der direkte Effekt (bspw. lag.Distanz zum Zentrum im SDEM mit +0,04\*\* gegenüber Distanz zum Zentrum -0,02\*\*). Ein Erkläransatz dafür ist, dass die Nachbarschaftsbeziehungen innerhalb des Radius von 800 m zur Peripherie hin abnehmen. Der Einfluss von Haltestellen mit geringer Tarif-Erreichbarkeit nimmt also ab, sodass der Effekt zentraler(er) Haltestellen auf ihre Nachbar-Haltestellen überwiegt; vgl. hierzu auch die methodische Diskussion in Abschnitt 5.2.2.

Der **ÖPNV-Index** ist in allen Modellen ein signifikanter Prädiktor für die Tarif-Erreichbarkeit. Je häufiger eine Haltestelle bedient wird und je stärker sie die Umgebung erschließt, desto höher wird die Tarif-Erreichbarkeit geschätzt. Dieser Zusammenhang ist in den drei räumlichen Modellen deutlich stärker geschätzt als im linearen OLS, allerdings fällt das standardisierte Beta in keinem Modell auffällig groß aus. Es ist somit davon auszugehen, dass es einen positiven Zusammenhang zwischen ÖPNV-Angebotsniveau und Tarif-Erreichbarkeit gibt. Dieser findet sich auch auf den anderen Untersuchungsebenen und ist plausibel, denn Tarif-Erreichbarkeit kann es per Definition nur dort geben, wo eine ÖPNV-Dienstleistung angeboten wird.

Die **Reisezeit zum nächsten Ziel** übt in allen Modellen einen starken negativen Effekt aus: Eine Steigerung der Reisezeit um 10 Minuten führt zu einer geschätzten Verschlechterung von etwa 0,1 Einheiten der Tarif-Erreichbarkeit. Im SDEM wirkt der Zusammenhang in der gleichen Größenordnung auf die benachbarten Haltestellen, d.h. die Reisezeit schätzt auch die Tarif-Erreichbarkeit der benachbarten Haltestellen auf signifikante Weise. Auch diese Schätzer sind plausibel angesichts des in Abschnitt 4.1.1.1 identifizierten Gradienten von zentral nach dezentral, der sowohl die Reisezeit als auch die Tarif-Erreichbarkeit betrifft.

Für die **Bevölkerungsdichte** schätzen drei von vier Modelle einen mindestens \*\*-signifikanten Zusammenhang. Eine Steigerung der Dichte von 100 Personen je Hektarzelle führt im Modell zu einer Steigerung der Tarif-Erreichbarkeit von 2,9 bis 8,7 Standardabweichungen (SEM bzw. OLS). Damit hat die Dichte in den absoluten Einheiten den größten Einfluss, der sich aber in den standardisierten Schätztabelle nicht bestätigt (vgl. auch Abschnitt 4.1.5.2 zu Hypothese G2, die diesen Zusammenhang prüft). Hinsichtlich der Spillover-Effekte schätzen SDEM und SLX

ebenfalls einen positiven Einfluss auf benachbarte Haltestellen; beide fallen mindestens \*\*-signifikant und größer aus als der direkte Effekt (lag.Bevölkerungsdichte). Insgesamt lässt sich also konstatieren, dass Dichte und Tarif-Erreichbarkeit Hand in Hand gehen, was sich mit dem Zusammenhang im Korrelogramm deckt (Abbildung 42).

Die **Wohnfläche** übt in allen Modellen einen signifikanten Einfluss auf die Tarif-Erreichbarkeit aus. Einzig im SLX fällt er positiv aus (+0,07), während die anderen den Einfluss negativ quantifizieren: Je größer die Wohnfläche pro Person ausfällt, desto niedriger ist die finanzielle Erreichbarkeit des ÖPNV. Der indirekte Effekt auf benachbarte Haltestellen (lag.Wohnfläche) fällt sowohl im SDEM als auch im SLX \*\*\*-signifikant negativ aus, was zu dreien der vier direkten Effekte passt. Je mehr Wohnfläche pro Person zur Verfügung steht, desto geringere Tarif-Erreichbarkeit ist zu erwarten.

**Tabelle 12: Regressionskoeffizienten und Modellparameter im HVV, in drei räumlichen Ebenen, für je vier Modelle.**

Die farbige Hervorhebung markiert die Stärke des Zusammenhangs (Legende oben rechts). Eine ergänzende Aufstellung für standardisierte Variablen befindet sich im Anhang (Tabelle 37).

	Gemeinde n = 1256				Haltestelle n = 5484				Raster 500m n = 9073				
	SDEM	SEM	SLX	OLS	SDEM	SEM	SLX	OLS	SDEM	SEM	SLX	OLS	Beta, standardisiert
(Intercept)	5.25	12.58***	17.41***	10.66***	-13.83***	-19.87***	-27.52***	-29.64***	-4.94***	-4.77***	-20.24***	-23.29***	
<b>Kaufkraft</b>	-0.68* (0.29)	-0.40 (0.27)	-0.89* (0.41)	-1.34*** (0.39)	-0.28 (0.23)	-0.45 (0.23)	-0.46 (0.57)	-1.07*** (0.24)	-0.11** (0.04)	-0.05 (0.03)	-0.14 (0.08)	-0.28*** (0.08)	-0.5 stark negativ
<b>Miete</b>	0.64*** (0.11)	0.22* (0.11)	0.48** (0.17)	2.64*** (0.12)	2.03*** (0.15)	2.91*** (0.13)	2.66*** (0.30)	4.31*** (0.10)	0.39*** (0.04)	0.38*** (0.04)	0.84*** (0.10)	3.01*** (0.05)	-0.3 negativ
<b>Pkw-Verfügbarkeit</b>	-6.02*** (1.04)	-4.06*** (0.87)	-5.65*** (1.38)	-14.36*** (1.53)	-1.75* (0.74)	-1.42* (0.67)	1.32 (1.55)	-1.23 (1.01)	-0.47*** (0.09)	-0.27*** (0.08)	-0.92*** (0.21)	-1.34*** (0.22)	0.3 positiv
<b>Distanz zum Zentrum</b>	-0.10 (0.07)	-0.13 (0.07)	0.01 (0.11)	-0.55*** (0.10)	-0.24** (0.09)	-0.24*** (0.07)	-0.21 (0.22)	0.25** (0.04)	-0.30*** (0.05)	-0.37*** (0.04)	0.32** (0.11)	-0.05* (0.02)	0.5 stark positiv
<b>ÖPNV-Index</b>	0.28*** (0.04)	0.26*** (0.03)	0.24*** (0.05)	0.34*** (0.05)	0.41*** (0.06)	0.45*** (0.06)	0.61*** (0.14)	0.22* (0.09)	0.10*** (0.01)	0.10*** (0.01)	0.17*** (0.03)	0.16*** (0.03)	
<b>Reisezeit</b>	-1.44*** (0.24)	-1.03*** (0.22)	-1.54*** (0.34)	-3.78*** (0.32)	-1.33*** (0.11)	-1.15*** (0.10)	-1.00*** (0.24)	-0.85*** (0.15)	-0.25*** (0.03)	-0.27*** (0.03)	-0.00 (0.08)	-0.37*** (0.05)	
<b>Bevölkerungsdichte</b>	-1.15 (1.84)	1.77 (1.68)	-3.59 (2.62)	0.28 (2.56)	7.27 (6.04)	28.59*** (5.91)	37.57** (14.47)	86.83*** (6.90)	2.87*** (0.40)	1.85*** (0.35)	3.34*** (0.93)	5.50*** (0.93)	
<b>Wohnfläche</b>	-0.19 (0.12)	0.02 (0.11)	-0.16 (0.17)	-1.36*** (0.17)	-0.24* (0.10)	-0.36*** (0.10)	0.68** (0.23)	-0.84*** (0.11)	-0.09*** (0.02)	-0.05*** (0.01)	-0.06 (0.04)	-0.23*** (0.04)	
<b>lag.Kaufkraft</b>	-0.65 (0.74)		-1.70** (0.63)		-0.70 (0.36)		-0.71 (0.63)		-0.46** (0.14)		-0.88*** (0.16)		
<b>lag.Miete</b>	2.09*** (0.25)		2.22*** (0.22)		1.23*** (0.16)		1.68*** (0.31)		0.56*** (0.09)		2.45*** (0.11)		
<b>lag.Pkw-Verfügbarkeit</b>	-10.21*** (2.86)		-9.51*** (2.51)		-4.26*** (1.16)		-2.34 (1.82)		-1.36*** (0.37)		-5.64*** (0.54)		
<b>lag.Distanz zum Zentrum</b>	-0.18 (0.17)		-1.08*** (0.18)		0.37** (0.12)		0.49* (0.22)		0.06 (0.08)		-0.30* (0.12)		
<b>lag.ÖPNV-Index</b>	0.26** (0.10)		0.02 (0.09)		-0.03 (0.12)		-0.60*** (0.17)		-0.04 (0.05)		0.12* (0.06)		
<b>lag.Reisezeit</b>	-1.48** (0.55)		-3.21*** (0.52)		-0.95*** (0.19)		0.21 (0.28)		-0.31** (0.10)		-0.23* (0.11)		
<b>lag.Bevölkerungsdichte</b>	-6.97 (5.03)		-3.66 (4.30)		34.16** (10.54)		60.24*** (16.64)		10.60*** (1.71)		11.18*** (2.12)		
<b>lag.Wohnfläche</b>	-0.75* (0.32)		-1.14*** (0.28)		-0.90*** (0.15)		-1.82*** (0.26)		-0.26*** (0.06)		-0.45*** (0.07)		
lambda	0.84*** (0.02)	0.97*** (0.01)			0.83*** (0.00)	0.84*** (0.00)			0.94*** (0.00)	0.95*** (0.00)			
Parameters	19	11	17	9	19	11	17	9	19	11	17	9	
Global Moran's I				0.417***				0.844***				0.792***	
Log Likelihood	-2913.64	-2964.90	-3306.79		-13123.63	-13240.71	-16892.40		-17373.43	-17447.90	-25238.13		
AIC (Linear model)	6649.58	7147.92	6649.58		33820.79	33913.82	33820.79		50512.25	51286.20	50512.25		
AIC (Spatial model)	5865.28	5951.80	6742.02		26285.27	26503.42	33939.76		34784.86	34917.80	50640.29		
LR test: statistic	786.30	1198.12	1035.09		7537.52	7412.40	705.64		15729.40	16370.40	635.69		
LR test: p-value	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		
R2			0.93	0.90			0.67	0.67			0.53	0.49	
Pseudo-R2	0.97	0.97			0.94	0.94			0.93	0.93			

**Beta, standardisiert**

- 0.5 stark negativ
- 0.3 negativ
- 0.3 positiv
- 0.5 stark positiv

**Signifikanzniveau**

p

- 1 ≥ 0.05 (nicht signifikant)
- 1\* < 0.05
- 1\*\* < 0.01
- 1\*\*\* < 0.001



Version: ausw3  
20.03.2025

### 4.1.2.3 Sensitivität und Modellgüte

Auf Haltestellen-Ebene indiziert der Moran's *I*-Test eine \*\*\*-signifikante globale Autokorrelation in den Residuen der OLS und zeigt somit an, dass räumliche Modelle genutzt werden sollten ( $I = 0,84$ ). Der LISA-Test weist darüber hinaus eine lokale Autokorrelation aus, die sich in den Ballungszentren deutlich niederschlägt (Abbildung 43).

**Abbildung 43: LISA-Plot auf Haltestellen-Ebene im HVV.**



**Quelle:** Screenshot aus dem Modellbericht, mit Kartenmarker für die Denickestraße in Hamburg-Harburg. Dunkelgrüne Haltestellen weisen eine lokale Autokorrelation hoher Tarif-Erreichbarkeit auf (High-High = Hohe Tarif-Erreichbarkeit an der jeweiligen sowie an benachbarten Haltestellen), blaue Punkte zeigen eine Autokorrelation niedriger Tarif-Erreichbarkeit (Low-Low). Hellgraue Haltestellen zeigen keine signifikante Autokorrelation. Im separaten Modellbericht dieser Arbeit ist dieser Plot in klickbarer Form enthalten ([DOI: 10.15480/882.13162](https://doi.org/10.15480/882.13162)). Für einen Überblick über das ganze HVV-Gebiet siehe Abbildung 39 auf Seite 133.

Der Breusch-Pagan-Test indiziert \*\*\*-signifikante Heteroskedastizität im SDEM. Diese kann die p-Werte in geringem Ausmaß beeinflussen, wirkt sich aber nicht auf den Umfang der Beta-Schätzparameter aus. Alle Likelihood-Ratio-Tests für das SDEM fallen \*\*\*-signifikant aus, sodass dieses räumliche Modell als geeignet erscheint. Allerdings zeigt auch der Spatial-Hausman-Test ein signifikantes Ergebnis und stellt somit die Eignung des SEM infrage, was interessanterweise in einer Regressionsrechnung ohne Ausreißer-Bereinigung nicht der Fall war, siehe hierzu auch die Diskussion in Abschnitt 5.2.2.

Die allgemeine Modellgüte  $R^2$  liegt bei 0,67 (OLS und SLX). Das Pseudo- $R^2$  des um den räumlichen Fehlerterm erweiterten SEM bzw. SDEM liegt bei jeweils 0,94.  $R^2$  und Pseudo- $R^2$  unterscheiden sich in den Einzelheiten der Herleitung (Burkey 2018c), die aufgeklärte Varianz von 67 bzw. 94 Prozent weist aber darauf hin, dass die Modelle geeignet sind, um die Vorhersage der Tarif-Erreichbarkeit statistisch zu beschreiben. Für das SEM und das SDEM entfallen 6 Prozent auf die nicht erklärte Fehlervarianz, was eine hohe Modellgüte ausdrückt.

### **4.1.3 Inferenzstatistik auf Raster-Ebene**

#### **4.1.3.1 Stichprobenumfang**

Im HVV lag eine Brutto-Stichprobe von 14 586 Rasterzellen vor, von denen 2 147 auf Hamburgs Stadtgebiet liegen. Der Umfang ergibt sich aus den Rasterzellen mit 500 m Kantenlänge, in denen laut der Zensusfortschreibung durch infas360 mindestens eine Person gemeldet ist.

Die Tarif-Erreichbarkeit wurde zunächst in einer Auflösung von 100 m ermittelt. Dazu wurde jeder Rasterzelle der Bestwert aller Haltestellen zugewiesen, die im Radius 400 m (Bus) bzw. 600 m (U-Bahn und S-PNV) liegen, ausgehend vom Mittelpunkt der Rasterzelle. Wie bereits in Abschnitt 3.2.3.1 erläutert, wurde somit ein informierter Fahrgast angenommen, der seine Zugangshaltestelle so wählt, dass er den Bartarif maximal ausnutzen kann. Allen Rasterzellen, die weiter als dieser Radius entfernt liegen, wurde der Wert der jeweils nach Luftlinie nächstgelegenen Haltestelle zugewiesen.

Um die rechenintensiven räumlichen Regressionsmodelle auf dem TUHH-Cluster abwickeln zu können, musste die Auflösung nachträglich auf 500 m Kantenlänge aggregiert werden, was einer Verkleinerung der Stichprobe um etwa 87 Prozent entspricht. Diese Brutto-Stichprobe wurde wiederum um Rasterzellen ohne Nachbar innerhalb 1 500 m bereinigt, um die Gewichtung zu ermöglichen (Abschnitt 3.3.1). Darüber hinaus wurden Ausreißer in allen Variablen bereinigt, sodass die Netto-Stichprobe 9 073 Geometrien umfasst. Tabelle 13 fasst die Kennwerte der Eingangsvariablen zusammen.

Im Vorfeld der Bereinigung trat ein kleiner Datenfehler für 69 Rasterzellen auf, von denen die meisten genau zwischen Hamburg und Niedersachsen/Schleswig-Holstein liegen. Im Ergebnis stimmt die raumtyp-abhängige Zuordnung zu den Ausreißern dort nicht. Somit wurden diese Zellen ohne Ausreißerprüfung in die Regression einbezogen. Nach Abzug der Zellen ohne Nachbarn weicht die Stichprobengröße im Raster-Datensatz um 26 Zellen ab (Tabelle 12 rechte Spalte gegenüber der Aggregatstabelle im Modellbericht). Betroffen sind konservativ geschätzt 0,5 Prozent der Rasterzellen mit einem Anteil von höchstens 0,15 Prozent der HVV-Bevölkerung. Aufgrund dieses Umfangs wurde keine nachträgliche Korrektur vorgenommen, die den TUHH-Rechencluster über mehrere Tage gebunden hätte. Stattdessen wurde die minimale Abweichung im Datensatz dokumentiert.

**Tabelle 13: Eingangsvariablen im HVV auf Raster-Ebene.**

Variable	Einheit	Mittelwert	Median	SD	Min	Max	Quelle/Bezug	Zeitbezug
Tarif-Erreichbarkeit mit Budget 2,30 EUR	Standardabweichungen	-0,6	-0,9	0,6	-0,9	1,4	Eigene Berechnung (Abschnitt 3.2.3)	12/2018
Kaufkraft	10 000 EUR/a/Person	2,45	2,4	0,63	0,8	4,2	infas360	12/2018
Mietpreis	EUR/qm/Monat, kalt	7,16	7,03	1,18	4,2	11,52	infas360	12/2018
Pkw-Verfügbarkeit	Fahrzeuge/Person, approximiert vom Straßenblock	0,59	0,58	0,21	0,03	1,16	infas360	2018/19
Distanz zum Zentrum	km, Luftlinie	4,76	4,45	2,62	0,13	12,62	Zentrenkonzept der Metropolregion	12/2018
ÖPNV-Index	[ohne Einheit]	2,44	2,83	2,03	0	10,91	Eigene Berechnung (Abschnitt 3.2.1)	2018/19
Reisezeit zum nächsten Ziel	10 Minuten, gewichtet über 15 Kategorien vgl. Tarif-Erreichbarkeit (Abschnitt 3.2.3.4)	3,37	3,2	1,06	0,9	6,6	HVV-API („GEOFOX“)	12/2018
Bevölkerungsdichte	100 Personen/ha	0,04	0,02	0,05	0	0,24	infas360	12/2018
Wohnfläche	10 qm	6,04	6,1	1,23	2,2	9,7	infas360	12/2018

**Quelle:** Eigene Darstellung. n = 9 073 bewohnte Rasterzellen, ohne Ausreißer. Im Anhang steht ergänzend die Tabelle 32 mit standardisierten Werten.

Nicht für alle Eingangsvariablen lag ein Wert auf Raster-Ebene vor. Für diese wurde jeweils der Bestwert der Haltestellen im Umkreis aggregiert (vgl. Abschnitt 3.1.2).

### 4.1.3.2 Schätzparameter der Regression

Die rechte Spalte von Tabelle 12 fasst die Schätzparameter auf 500-m-Rasterebene für die vier Modelle zusammen. Farblich hervorgehoben sind Koeffizienten mit einem auffälligen standardisierten Schätzer von  $|\beta| > 0,3$ . Auch hier betrifft dies nur den Mietpreis. Der Rest der Schätzung ist mit einzelnen Ausnahmen signifikant, aber im Umfang nicht besonders stark.

Wie bereits auf Haltestellen-Ebene ist augenfällig, dass das OLS die Betas tendenziell überschätzt. Anschaulich wird dies beim Mietpreis, der bis zu Faktor sieben stärker geschätzt wird als beim SDEM. Analog zur Beschreibung auf Haltestellen-Ebene lässt sich dieses Phänomen mit der räumlichen Autokorrelation erklären (Abschnitt 4.1.2.2).

Es folgt eine Beschreibung der Schätzparameter für die acht unabhängigen Variablen:

Die **Kaufkraft** wirkt sich in allen Modellen negativ auf die Tarif-Erreichbarkeit aus, allerdings nur im SDEM und im OLS signifikant. Eine Steigerung der Kaufkraft um 1 000 EUR lässt eine Senkung der Tarif-Erreichbarkeit um 0,01 Einheiten (SDEM) bzw. 0,03 Einheiten (OLS) erwarten,<sup>49</sup> was deutlich geringer ist als auf den anderen beiden Ebenen. Dies ist ein Effekt der räumlichen Auflösung, da im Rasterdatensatz auch sämtliche bewohnten Zellen ohne ÖPNV-Anbindung in die Regressionsrechnung eingehen. Auf Haltestellen-Ebene hingegen wird nur die Verteilung im Einzugsgebiet der Haltestellen betrachtet und auf Gemeinde-Ebene sind kleinteiligere Abstufungen herausgemittelt. Damit handelt es sich um einen klassischen Fall des MAUP (Abschnitt 3.1.2), der auch bei der Kaufkraft auf Haltestellen-Ebene zum Tragen kommt (Abschnitt 4.1.2.2). Auf Raster-Ebene sind auch die indirekten Effekte für SDEM und SLX mindestens \*\*-signifikant (in Tabelle 12 als lag.Kaufkraft ausgewiesen). Über die Modelle hinweg deuten die Beta-Schätzparameter also auf einen negativen Zusammenhang zwischen Kaufkraft und Tarif-Erreichbarkeit hin, was konsistent zu den anderen räumlichen Ebenen ist. Eine hohe Kaufkraft lässt eine geringe Tarif-Erreichbarkeit erwarten und umgekehrt.

Der **Mietpreis** wirkt sich in allen vier Modellen \*\*\*-signifikant positiv auf die Tarif-Erreichbarkeit aus. Ein Euro Steigerung der Median-Kaltniete pro Quadratmeter lässt eine Steigerung von 0,04 bis 0,3 Standardabweichungen der Tarif-Erreichbarkeit erwarten, wobei die 0,3 im linearen OLS das mit Abstand größte Beta darstellen, das auch im standardisierten Modellstrang deutlich heraussticht (Tabelle 37). Auch der Effekt auf benachbarte Rasterzellen ist \*\*\*-signifikant und positiv (lag.Miete). Die Modelle zeichnen über die Untersuchungsebenen hinweg ein Bild von Mietpreis und Tarif-Erreichbarkeit, die Hand in Hand gehen.

Die **Pkw-Verfügbarkeit** wirkt in allen betrachteten Modellen \*\*\*-signifikant negativ auf die Tarif-Erreichbarkeit. Der Umfang beträgt etwa 0,03 bis 0,09 Standardabweichungen, mit denen die Tarif-Erreichbarkeit pro zusätzlichem Pkw je Einwohner\*in abfällt. Im Vergleich zu den anderen Eingangsvariablen ist die Pkw-Verfügbarkeit damit nicht auffällig, weshalb die Zellen nicht farblich markiert sind. Der indirekte Effekt auf benachbarte Gemeinden ist ebenfalls \*\*\*-signifikant und in seiner Ausprägung sichtlich stärker (lag.Pkw-Verfügbarkeit bei -0,14 [SDEM] bzw. -0,56 [SLX]). In der Gesamtschau ist der Befund konsistent zu den anderen ÖPNV-bezogenen Variablen im Modell sowie zur Richtung der Zusammenhänge im Korrelogramm

---

<sup>49</sup> Auch hier Faktor 10 ggü. der Tabelle, siehe Fußnote 48.

(Abschnitt 4.1.1.5). In Gebieten mit hoher Pkw-Quote ist ein geringes Nahverkehrsangebot zu beobachten und ebenso eine geringe Tarif-Erreichbarkeit.

Die **Distanz zum Zentrum** wirkt in drei Modellen signifikant negativ. Eine steigende Distanz lässt also eine Abnahme der Tarif-Erreichbarkeit erwarten, was angesichts anderer Variablen wie Pkw-Verfügbarkeit und Mietpreis plausibel erscheint. Einzig das SLX schätzt im direkten Effekt einen positiven Zusammenhang, allerdings nicht besonders stark im Umfang. Der indirekte Effekt des SLX wird wiederum negativ und \*-signifikant ausgewiesen. Eine steigende Distanz zum Zentrum lässt also eine moderate Zunahme der Tarif-Erreichbarkeit erwarten. Dieser Befund sticht gegenüber den anderen Modellen heraus und könnte in zukünftigen Forschungsvorhaben isoliert betrachtet werden, insbesondere mit Fokus auf den Einfluss der Gebietszuschnitte. Im Übrigen ist die Distanz zum Zentrum die einzige Variable auf Raster-Ebene, für die das OLS den Einfluss im Vergleich zu den räumlichen Modellen unterschätzt.

Der **ÖPNV-Index** erhält in allen Modellen \*\*\*-signifikante Schätzparameter. Ein starkes ÖPNV-Angebot in der Umgebung der Rasterzelle sagt eine hohe Tarif-Erreichbarkeit voraus, wobei der Zusammenhang im Vergleich zu den anderen zwei Untersuchungsebenen nicht besonders groß ausfällt. In geringerem Umfang gilt dies auch für den indirekten Effekt, den das SLX ausweist. Hier zeigt sich ein deutlicher Unterschied zur starken Wirkung des ÖPNV-Angebots auf Haltestellen-Ebene. Dieser lässt sich auch hier plausibel dadurch erklären, dass auf Raster-Ebene alle bewohnten Gebiete in die Modelle einfließen, die keinerlei ÖPNV-Erschließung erfahren, was immerhin 32 Prozent der bereinigten Rasterzellen betrifft (die allerdings nur sieben Prozent der Bevölkerung im HVV repräsentieren).

Die **ÖPNV-Reisezeit zum nächsten Ziel** erhält in allen Modellen einen negativen Beta-Koeffizienten, wobei die Schätzung in drei Modellen \*\*\*-signifikant ausfällt. Damit entspricht die Richtung des Zusammenhangs dem Ergebnis auf Haltestellen-Ebene, wobei der Effekt um Faktor drei bis vier geringer ausfällt: Eine Verlängerung der Reisezeit um 10 Minuten lässt einen Rückgang der Tarif-Erreichbarkeit um etwa 0,03 Standardabweichungen erwarten, was ebenso für benachbarte Rasterzellen gilt (lag.Reisezeit). Auch dieser Unterschied zur Haltestellen-Ebene lässt sich dadurch erklären, dass periphere Rasterzellen in die Rechnung einfließen (siehe *ÖPNV-Index* im voranstehenden Absatz). Verglichen mit den ÖPNV-Haltestellen, bei denen qua Definition keine Zugangszeit zum System anfällt, weisen sie eine deutlich höhere Reisezeit auf,<sup>50</sup> die sich folglich in den kleineren Beta-Schätzern niederschlägt.

Für die **Bevölkerungsdichte** schätzen alle vier Modelle einen \*\*\*-signifikanten Zusammenhang. Analog zur Haltestellen-Ebene fällt dieser positiv aus, sodass eine hohe Dichte auf Raster-Ebene ebenfalls eine hohe Tarif-Erreichbarkeit erwarten lässt. Dies gilt insbesondere für benachbarte 500-m-Zellen. Der Zuwachs der Dichte um 100 Personen/ha sagt eine Steigerung der Tarif-Erreichbarkeit um eine Standardabweichung in benachbarten Rasterzellen vorher, womit der Spillover mehr als dreimal so stark ausfällt wie der direkte Effekt.

---

<sup>50</sup> Überschlagsrechnung zur Plausibilisierung: Die durchschnittliche ÖPNV-Reisezeit zum nächstgelegenen Ziel liegt in Rasterzellen ohne ÖPNV-Angebot bei 45 Minuten. Bei Rasterzellen mit mindestens einer Abfahrt im Einzugsradius beträgt sie 30 Minuten, also ein Drittel weniger. Grundlage ist die bereinigte Raster-Stichprobe mit  $n = 9\,073$  Zellen. Zur Definition der Einzugsradien siehe Abschnitt 3.2.1.

Die **Wohnfläche** übt in allen Modellen einen kleinen direkten negativen Einfluss aus, wobei er im SLX nicht signifikant ausfällt. Ein indirekter Einfluss wird sowohl durch das SLX als auch durch das SDEM geschätzt: Je größer die Wohnfläche pro Person ausfällt, desto niedriger ist die finanzielle Erreichbarkeit mit dem ÖPNV; dies gilt somit für die Rasterzelle sowie für benachbarte Zellen im Umkreis von 1 500 m (zur Bestimmung dieser Schwelle siehe Tabelle 9). Der Befund ist konsistent zu den meisten Schätzparametern auf den anderen Ebenen und lässt sich mittelbar über die Zentralität erklären, durch die sich sowohl die Wohnfläche pro Person als auch die Tarif-Erreichbarkeit auszeichnen. Wie bei der Kaufkraft verläuft der Gradient hier gegenläufig, sodass eine niedrige Wohnfläche tendenziell mit einer hohen Tarif-Erreichbarkeit einhergeht.

### 4.1.3.3 Sensitivität und Modellgüte

Der Moran's *I*-Test indiziert auch auf Raster-Ebene eine \*\*\*-signifikante globale Autokorrelation in den Residuen der OLS und zeigt somit an, dass räumliche Modelle genutzt werden sollten ( $I = 0,79$ ). Ein LISA-Plot ist mit den zur Verfügung stehenden Kapazitäten nicht im 500-m-Raster berechenbar. Da die Tarif-Erreichbarkeit per Bestwert aus dem Haltestellen-Datensatz disaggregiert wurde (Abschnitt 4.1.3), darf allerdings auch hier von einer maßgeblichen lokalen Autokorrelation ausgegangen werden.

Der Breusch-Pagan-Test indiziert auch hier \*\*\*-signifikante Heteroskedastizität im SDEM. Diese kann die p-Werte in geringem Ausmaß beeinflussen, wirkt sich aber nicht auf den Umfang der Schätzparameter aus. Alle Likelihood-Ratio-Tests für das SDEM fallen \*\*\*-signifikant aus, sodass es als geeigneter erscheint als die anderen Modelle, wobei auch hier der Spatial-Hausman-Test die Eignung des SEM infrage stellt (vgl. Abschnitt 4.1.2.3). Die allgemeine Modellgüte  $R^2$  liegt bei 0,49 (OLS) bzw. 0,53 (SLX). Das Pseudo- $R^2$  der Modelle SDEM und SEM mit Fehlerterm liegt bei 0,93, womit diese Modelle eine deutlich größere Varianz aufklären und zu bevorzugen sind.

## 4.1.4 Inferenzstatistik auf Gemeinde-Ebene

### 4.1.4.1 Stichprobenumfang

Im HVV lag eine Brutto-Stichprobe von 1 397 Geometrien vor, von denen 941 die Statistischen Gebiete der Freien und Hansestadt Hamburg darstellen (ohne Neuwerk),<sup>51</sup> während die verbleibenden 456 Geometrien die Gemeinden im restlichen HVV-Gebiet repräsentieren. Der Umfang ergibt sich aus den politischen bzw. planerischen Grenzen der Gebietskörperschaften.

Diese Stichprobe wurde um Geometrien bereinigt, in denen keine Bevölkerung gemeldet ist (beispielsweise Hamburg-Waltershof, Wasserfläche der Außenalster, Sachsenwald). Die Netto-Stichprobe umfasst 1 256 Geometrien. Wie die 500-m-Rasterdaten basieren die Gemeinden auf einer kleinräumigen Stichprobe aus 100-m-Rasterzellen. Um den Einfluss von Ausreißern zu verringern, wurde ebenfalls der Median aggregiert, bezogen auf alle Zentroide der bewohnten Rasterzellen innerhalb eines Gemeindegebiets. Tabelle 14 fasst die deskriptiven Kennwerte der Eingangsvariablen zusammen.

---

<sup>51</sup> Politisch gehört die Insel Neuwerk in der Elbmündung zum Stadtgebiet der FHH. In Bezug auf den hamburgischen ÖPNV ist sie nicht relevant und wird aus der Analyse ausgeschlossen.

**Tabelle 14: Eingangsvariablen im HVV auf Gemeinde-Ebene.**

Variable	Einheit	Mittelwert	Median	SD	Min	Max	Quelle/Bezug	Zeitbezug
Tarif-Erreichbarkeit mit Budget 2,30 EUR	Standardabweichungen	1,2	1,5	1,3	-0,9	3	Eigene Berechnung (Abschnitt 3.2.3)	12/2018
Kaufkraft	10 000 EUR/a/Person	2,51	2,4	0,52	1,37	4,99	infas360	12/2018
Mietpreis	EUR/qm/Monat, kalt	9,2	9,14	2,04	4,7	15,04	infas360	12/2018
Pkw-Verfügbarkeit	Fahrzeuge/Person, approximiert vom Straßenblock	0,44	0,43	0,16	0,04	1	infas360	2018/19
Distanz zum Zentrum	km, Luftlinie	2,31	1,66	1,83	0,01	8,1	Zentrenkonzept der Metropolregion	12/2018
ÖPNV-Index	[ohne Einheit]	6,59	6,05	3,69	0	16,73	Eigene Berechnung (Abschnitt 3.2.1)	2018/19
Reisezeit zum nächsten Ziel	10 Minuten, gewichtet über 15 Kategorien vgl. Tarif-Erreichbarkeit (Abschnitt 3.2.3.4)	2,07	1,8	0,78	1,1	4,7	HVV-API („GEOFOX“)	12/2018
Bevölkerungsdichte	100 Personen/ha	0,73	0,46	0,71	0,01	4,33	infas360	12/2018
Wohnfläche	10 qm	5,03	5	1,21	1,8	10,1	infas360	12/2018

**Quelle:** Eigene Darstellung. n = 1 256 Gemeinden bzw. Statistische Gebiete, ohne Ausreißer. Im Anhang steht ergänzend die Tabelle 33 mit standardisierten Werten.

#### 4.1.4.2 Schätzparameter der Regression

Die linke Spalte von Tabelle 12 zeigt die Schätzer auf Gemeinde-Ebene für die vier Modelle. Farblich hervorgehoben sind Koeffizienten mit auffälligen standardisierten Beta-Schätzern. Auf Gemeinde-Ebene betrifft dies lediglich den Mietpreis und die Reisezeit, und beides im direkten Zusammenhang nur im linearen OLS, das nicht um Autokorrelation korrigiert ist.

Des Weiteren fällt auf, dass im Vergleich zu den anderen räumlichen Ebenen wenige Zusammenhänge signifikant ausfallen. Von den 48 Schätzparametern erreichen 16 nicht das Niveau von  $p < 0,05$ . Die Wahrscheinlichkeit, dass fälschlicherweise die Nullhypothese verworfen wird, liegt in diesen Fällen bei über fünf Prozent, womit ein übliches statistisches Gütekriterium verletzt wird (Fahrmeir et al. 2023, S. 419–424). Der Grund dafür liegt mutmaßlich in der Aggregation über den Median. Dieser ist robust gegenüber Ausreißern, lässt also extreme Werte außer Acht, die in den Ausgangsdaten auf Haltestellen-Ebene bzw. in den disaggregierten Rasterdaten vorkommen. Der Median tendiert somit zur Mitte, womit starke inferenzstatistische Zusammenhänge abgeschwächt werden. Darüber hinaus gibt es einen Zusammenhang zwischen Stichprobenumfang und p-Wert: Je größer eine Stichprobe ist, desto wahrscheinlicher fallen Zusammenhänge signifikant aus (Fahrmeir et al. 2023, S. 431–434).

Neben den p-Werten fällt ins Auge, dass auch auf Gemeinde-Ebene das lineare OLS viele Zusammenhänge überschätzt, etwa in Bezug auf die Reisezeit (bis zu Faktor 2,5), die Miete (Faktor vier bis zwölf) oder Pkw-Verfügbarkeit (bis zu Faktor 3,5). Auch hier erscheint das lineare Modell nicht geeignet, die Verteilung der Tarif-Erreichbarkeit zu erklären, wenngleich die OLS-Modellgüte deutlich größer ausfällt als auf Haltestellen- und Rasterebene.

Es folgt eine Beschreibung der Schätzparameter für die acht unabhängigen Variablen:

Die **Kaufkraft** wirkt sich in drei von vier Modellen negativ auf die Tarif-Erreichbarkeit aus. Eine Steigerung der Kaufkraft um 1 000 EUR lässt innerhalb der Gemeinde eine Senkung der Tarif-Erreichbarkeit um 0,07 bis 0,13 Einheiten erwarten.<sup>52</sup> Somit ist die Richtung analog zu den anderen beiden Untersuchungsebenen, wobei der Zusammenhang sichtbar größer ausfällt. Je höher die Kaufkraft ist, desto niedriger schätzen die Regressionsmodelle die Tarif-Erreichbarkeit.

Der **Mietpreis** wirkt sich auch in Gemeinde-Betrachtung positiv auf die Tarif-Erreichbarkeit aus. Ein Euro Steigerung der Medianmiete pro Quadratmeter lässt eine Steigerung von 0,02 bis 0,26 Einheiten der Tarif-Erreichbarkeit erwarten (wobei die 0,26 nur im ungewichteten OLS auftreten, s.o.). Der Effekt auf benachbarte Gemeinden ist mit Abstand der stärkste der betrachteten Variablen (lag.Miete mit 0,21 bzw. 0,22; auch sichtbar in der standardisierten Tabelle 37 im Anhang). Eine hohe Kaltmiete in einem Statistischen Gebiet bzw. einer Gemeinde sagt also eine hohe Tarif-Erreichbarkeit in angrenzenden Gebieten voraus, womit der Befund der beiden anderen räumlichen Ebenen bestätigt wird.

Die **Pkw-Verfügbarkeit** wirkt sich in allen Modellen \*\*\*-signifikant negativ auf die Tarif-Erreichbarkeit aus. Je kleiner die Anzahl verfügbarer Pkw pro Kopf in einer Gemeinde, desto größere Tarif-Erreichbarkeit ist zu erwarten. In seiner Ausprägung ist der Effekt hier deutlich stärker als auf den beiden anderen räumlichen Ebenen, und zwar in der Größenordnung Faktor vier bis fünf. Auch der Einfluss der standardisierten Variablen ist deutlich stärker

---

<sup>52</sup> Auch hier Faktor 10 ggü. der Tabelle, siehe Fußnote 48.

(Tabelle 37). Der Effekt auf benachbarte Gemeinden ist zwar ebenfalls signifikant, in seiner Ausprägung sogar noch stärker, wenngleich im standardisierten Wert nicht auffällig (lag.Pkw-Verfügbarkeit). Die Richtung ist über die Untersuchungsebenen hinweg konstant negativ. Im multivariaten Modell zeigt sich also ein Zusammenhang zwischen geringem Autobesitz und einer hohen Anzahl verfügbarer Erreichbarkeitsziele mit einem Budget von 2,30 EUR, was angesichts der Literatur plausibel erscheint (Abschnitt 2.1.6).

Die **Distanz zum Zentrum** zeigt sich allein im ungewichteten OLS als signifikanter direkter Prädiktor für die Tarif-Erreichbarkeit: Je größer die Luftliniendistanz zum nächsten Unter- oder Mittelzentrum ist, desto niedriger ist die erwartbare finanzielle ÖPNV-Erreichbarkeit. Die oben beschriebene Überschätzung des OLS und die starke Autokorrelation (Abschnitt 4.1.4.3) stellen die Aussagekraft des Parameters allerdings infrage, weshalb er nicht allein interpretiert werden sollte. Stattdessen können die Schätzer der anderen beiden räumlichen Ebenen dienen, die den negativen Zusammenhang bestätigen (Abschnitte 4.1.2.2 bzw. 4.1.3.2). Mit Blick auf den indirekten Effekt lässt sich ein Spillover der Distanz auf benachbarte Gemeinden messen, der ebenfalls negativ ist (lag.Distanz zum Zentrum mit  $-0,11$  im SLX). Eine steigende Zentralität steht also mit steigender Tarif-Erreichbarkeit in derselben sowie in Nachbargemeinden in Verbindung, was mit Blick auf die Erreichbarkeitskarten in Abbildung 38 auch plausibel erscheint.

Der **ÖPNV-Index** zeigt auch auf Gemeinde-Ebene einen \*\*\*-signifikant positiven Schätzer für die Tarif-Erreichbarkeit, womit die Richtung und das Signifikanzniveau nahezu konstant über die Modelle hinweg sind (allein das OLS auf Haltestellen-Ebene schätzt den ÖPNV-Index lediglich \*-signifikant). Es gilt also auf allen Untersuchungsebenen: Je höher das ÖPNV-Angebotsniveau ist, desto mehr Ziele erschließt der Tarif. Auch dies ist augenscheinlich und erscheint mit Blick in die Literatur plausibel (Abschnitt 2.1.6).

Die **ÖPNV-Reisezeit zum nächsten Ziel** tritt analog zur Distanz zum Zentrum über alle Modelle hinweg als negativer Schätzer für die Tarif-Erreichbarkeit auf. Je größer die Median-Reisezeit in einer Gemeinde/einem statistischen Gebiet ausfällt, desto niedriger ist die finanzielle Erreichbarkeit des Nahverkehrs zu erwarten. Eine Zunahme der Reisezeit von zehn Minuten lässt eine Abnahme der Tarif-Erreichbarkeit von 0,1 bis 0,38 Einheiten erwarten. Mit Ausnahme des SLX auf Rasterebene ist dieser Zusammenhang in allen Modellen \*\*\*-signifikant. Auch in den Spillover-Effekten auf benachbarte Gemeinden ist er fast überall mindestens \*-signifikant, auf Gemeinde-Ebene liegt das Beta im SLX bei von 0,32. Der Befund passt somit zum Ergebnis im Korrelogramm (Abschnitt 4.1.1.5). Er deutet, auf Gemeinde-Ebene wie auf den anderen beiden Untersuchungsebenen, auf einen Zusammenhang der konventionellen ÖPNV-Erreichbarkeit und der Tarif-Erreichbarkeit hin. Dies gilt auch für fast alle indirekten Effekte, die (mit Ausnahme des SLX auf Haltestellen-Ebene) signifikant ausfallen.

Anders als auf den anderen Untersuchungsebenen ist der Einfluss der **Bevölkerungsdichte** auf Gemeinde-Ebene in keinem Modell signifikant, weder im direkten noch im indirekten Effekt. Somit kann auf dieser Ebene keine Einschätzung getroffen werden. Womöglich ist die Dichte ein Attribut, das nur in kleinräumigerer Betrachtung sinnvoll für die Erreichbarkeitsplanung verarbeitet werden kann; siehe hierzu auch die Diskussion in Abschnitt 5.2.4.

Die **Wohnfläche** übt allein im linearen OLS einen signifikant negativen Einfluss auf die Tarif-Erreichbarkeit aus. Analog zur oben beschriebenen Distanz zum Zentrum sollte daher auf eine

andere Untersuchungsebene zurückgegriffen werden, um keine Schlüsse zu ziehen, die durch räumliche Autokorrelation in den Eingangsdaten verfälscht sind.

#### 4.1.4.3 Sensitivität und Modellgüte

Der Moran's *I*-Test indiziert eine \*\*\*-signifikante globale Autokorrelation in den Residuen des OLS und zeigt somit an, dass räumliche Modelle genutzt werden sollten ( $I = 0,42$ ), was zu den Ergebnissen auf Haltestellen- und Raster-Ebene passt. Der LISA-Plot weist auch hier eine lokale Autokorrelation aus, die sich in den Ballungszentren deutlich niederschlägt (Abbildung 39).

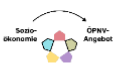
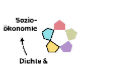


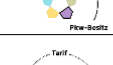



Das \*\*\*-signifikante Ergebnis des Breusch-Pagan-Tests indiziert auf Gemeinde-Ebene ebenfalls Heteroskedastizität im SDEM. Auch die Likelihood-Ratio-Tests für das SDEM und der Spatial-Hausman-Test für das SEM fallen \*\*\*-signifikant aus. Somit wird das SDEM als bestes der vier Modelle bestätigt, das SEM hingegen in seiner Eignung infrage gestellt. Die Modellgüte  $R^2$  liegt bei 0,9 (OLS) bzw. 0,93 (SLX). Das Pseudo- $R^2$  von SEM bzw. SDEM beträgt jeweils 0,97.

#### 4.1.5 Arbeitshypothesen (alle Ebenen)

Die 13 Arbeitshypothesen wurden für jede der drei räumlichen Untersuchungsebenen geprüft. Die Ergebnisse sind in Tabelle 15 zusammengefasst. In allen Auflösungen erweisen sich die Fehlerterm-Modelle als am besten geeignet. Da die Eignung des SEM allerdings durch die signifikanten Spatial-Hausman-Tests beanstandet wird, werden die Hypothesen anhand der standardisierten Beta-Schätzer des bivariaten SDEM geprüft. Die ausführlichen Ergebnisse samt Güteparameter der einzelnen Modelle sind in den separaten Modellberichten dokumentiert.<sup>53</sup>

---

<sup>53</sup> DOI: [10.15480/882.13162](https://doi.org/10.15480/882.13162)

Hypothese U/R	Beta-Koeffizienten					
	Gemeinde		Haltestelle		Raster	
	urban	rural	urban	rural	urban	rural
1  Kaufkraft → ÖV-Angebot	-0,2	-0,15	-0,17	-0,02	-0,3	-0,01
2  Dichte → Kaufkraft	-0,23	-0,64	-0,46	-0,29	-0,15	0,25
3  Kaufkraft → Tarif-Erreichbarkeit	-0,05	-0,05	-0,04	0,01	-0,07	0
4  Distanz zum Zentrum → Tarif-Erreichbarkeit	-0,42	-0,07	-0,41	-0,02	-0,84	-0,06
5  Pkw-Besitz → Tarif-Erreichbarkeit	-0,11	-0,16	-0,2	-0,03	-0,09	-0,01
G1  Dichte hat im multivariaten Modell das größte $\beta$	nein		nein		nein	
G2  Pseudo- $R^2$ des SDEM steigt mit Modell-Auflösung	0,97		0,94		0,93	→ falsifiziert
G3  Gini-Koeffizient steigt mit der Modell-Auflösung	0,59		0,8		0,87	→ beibehalten

- Zeichen**
- 1 Hypothese beibehalten
  - 1 Hypothese falsifiziert, da Richtung des Zusammenhangs anders ist
  - 1 Hypothese falsifiziert, da Zusammenhang nicht signifikant ist

**Tabelle 15: Ergebnisse zu den Arbeitshypothesen im HVV.** Hypothesen U1 bis U5, R1 bis R5 ( $\beta$  im standardisierten multivariaten Modell) sowie G1 bis G3 (Einheiten stehen in der Hypothese). Fett und farbig hervorgehoben sind Ergebnisse, die eine Beibehaltung der Hypothese erlauben. Die Parameter für G1 und G2 ergeben sich aus Tabelle 12, der Gini-Koeffizient ist in Abbildung 44 ersichtlich. Die Schätzer für U1 bis U5 und R1 bis R5 basieren auf standardisierten bivariaten Modellen, die in den Modellberichten für jede Hypothese in Textform erklärt werden (DOI: 10.15480/882.13162).

#### 4.1.5.1 Zehn spezifische Hypothesen für *urbane* / *rurale* Gebiete

Auf **Gemeinde-Ebene** können alle Hypothesen für die *urbanen* Gebiete beibehalten werden. In Tabelle 15 ist dementsprechend die Spalte *urban* grün hervorgehoben.

Für *rurale* Gebiete müssen hingegen die ersten drei Hypothesen verworfen werden. Die Richtung der gemessenen Zusammenhänge entspricht nicht den postulierten Hypothesen. Kaufkraft und ÖPNV-Index wirken auch in *ruralen* Gebieten gegenläufig, und dies sogar \*\*\*-signifikant (Hypothese **R1**). Eine steigende Bevölkerungsdichte sagt auch in *ruralen* Gebieten eine sinkende Kaufkraft voraus, und das sogar fast drei Mal so stark wie in *urbanen* Gebieten (**R2**). Und auch der Zusammenhang zwischen Kaufkraft und Tarif-Erreichbarkeit folgt in *ruralen* Gebieten der selben Richtung wie in *urbanen*, sogar im selben Ausmaß (**R3**).

Auf **Haltestellen-Ebene** lassen sich ebenfalls alle fünf *urbanen* Hypothesen beibehalten. Der Zusammenhang ist jeweils signifikant und stimmt mit der postulierten Richtung überein.

In *ruralen* Gebieten lassen sich drei von fünf Hypothesen beibehalten, wenngleich die Beta-Schätzer im SDEM deutlich geringer ausfallen als in den *urbanen* Gebieten. Die Hypothesen **R1** und **R2** werden daher verworfen. Ihre Zusammenhänge werden ebenfalls signifikant geschätzt, allerdings in die entgegengesetzte Richtung. Anders als angenommen, sagt die hohe Kaufkraft auch in *ruralen* Gebieten ein niedriges ÖPNV-Angebot voraus. Auch der Zusammenhang aus Bevölkerungsdichte und Kaufkraft ist dort, anders als postuliert, negativ.

Auf **Raster-Ebene** sind ebenfalls alle bivariaten *urbanen* Zusammenhänge signifikant in der postulierten Richtung, sodass die zugeordneten Hypothesen beibehalten werden. Zwei *rurale* Hypothesen werden allerdings verworfen: Steigende Kaufkraft sagt auch im *Ruralen* ein sinkendes ÖPNV-Angebot voraus (**R1**) und der Zusammenhang Kaufkraft → Tarif-Erreichbarkeit ist nicht signifikant (zumal quasi nicht messbar; **R3**).

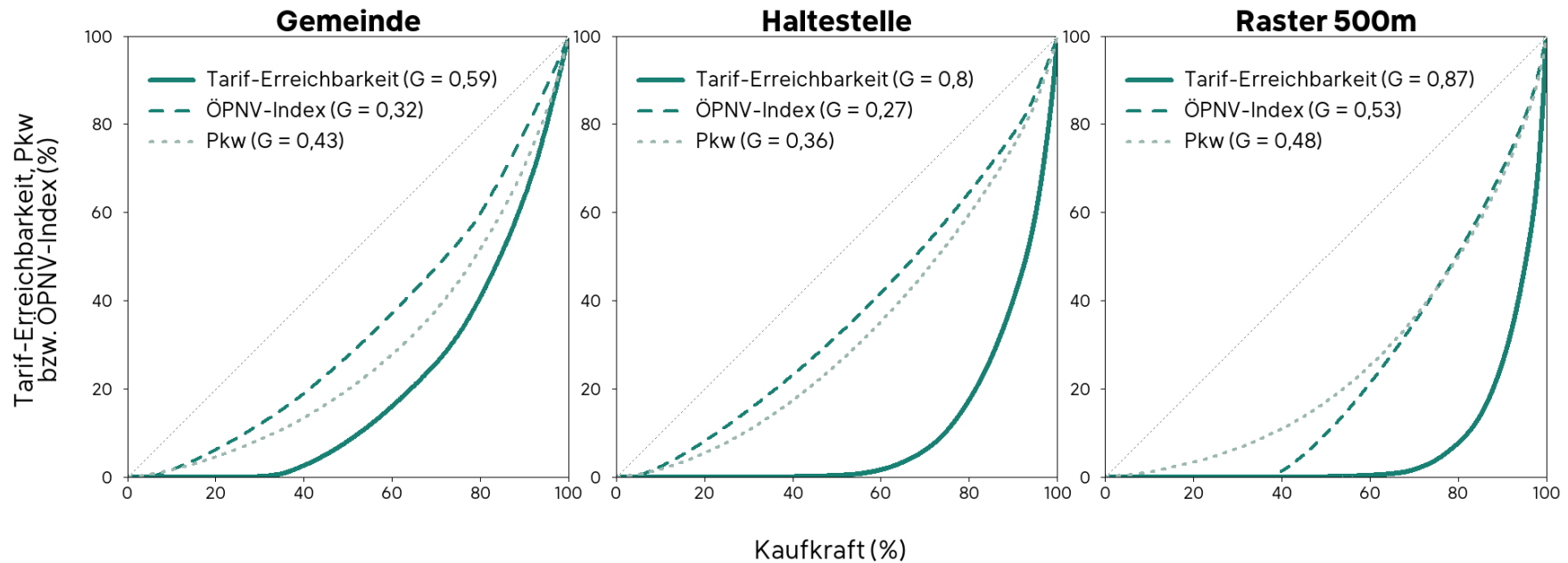
#### 4.1.5.2 Drei generelle Hypothesen für beide Gebietstypen

Hypothese **G1** postuliert, dass die Bevölkerungsdichte im standardisierten SDEM den größten Ausschlag gibt. Zur Überprüfung werden die direkten Beta-Schätzer der multivariaten Modelle verglichen. In den Modellen für alle räumlichen Ebenen gibt es andere Eingangsvariablen als die Dichte, die ein größeres Beta aufweisen, wobei das Vorzeichen an dieser Stelle irrelevant ist (Tabelle 37 im Anhang). Hypothese G1 wird daher für alle Untersuchungsebenen verworfen. Dichte ist in den Modellen nicht der stärkste Prädiktor für die Varianz von Tarif-Erreichbarkeit.

Hypothese **G2** postuliert eine Verbesserung der Modellgüte mit der räumlichen Auflösung. Diese tritt nicht ein, weshalb die Hypothese ebenfalls verworfen wird. Die Modellgüte sinkt mit steigender Auflösung, allerdings auf sehr hohem Niveau: Die Güte des SDEM liegt für alle räumlichen Ebenen bei  $PSR^2 > 0,9$ . Mit  $PSR^2 = 0,97$  eignet sich das Modell auf Gemeinde-Ebene am besten dafür, die Varianz der Tarif-Erreichbarkeit aufzuklären.

Hypothese **G3** postuliert eine steigende Sensitivität der Tarif-Erreichbarkeit für die ungleiche Verteilung. Als Kenngröße gilt der Gini-Koeffizient, der von der Gemeinde- bis zur Raster-Ebene von  $G = 0,59$  bis  $G = 0,87$  deutlich ansteigt, was am Vergleich der Lorenzkurven deutlich wird (Abbildung 44 auf der Folgeseite, durchgezogene grüne Kurven). Somit wird die Hypothese G3 beibehalten. Für das Anliegen, Ungleichheit im finanziellen Zugang zum Nahverkehrsangebot im HVV zu bemessen, ist die Raster-Ebene mit hoher Auflösung am sensitivsten.

**Abbildung 44: Lorenzkurven für den HVV: Tarif-Erreichbarkeit, ÖPNV-Index und Pkw-Verfügbarkeit.**



**Quelle:** Eigene Darstellung. Die Bauchigkeit der Lorenzkurve nimmt mit der räumlichen Auflösung zu, womit Hypothese G3 beibehalten werden kann. Der steile Anstieg des ÖPNV-Index auf der Raster-Ebene zeigt an, dass die HVV-Bevölkerung mit ~40 Prozent der Kaufkraft nicht über ein Mindestangebot an ÖPNV nach der Definition in Abschnitt 3.2.1 verfügt (rechts, gestrichelte Kurve). n = 1 372 Gemeinden / 7 594 Haltestellen / 14 350 bewohnte Rasterzellen, 500 m.

## 4.2 Ergebnisse für den VBB

### 4.2.1 Explorative Statistik

#### 4.2.1.1 Kartografische Erkundung des Verbundgebiets

Die Tarif-Erreichbarkeit folgt im Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg deutlich weniger der Zentralität, womit das räumliche Muster anders ausfällt als im HVV. Im großen Maßstab lässt sich zwar auch im VBB erkennen, dass die Zentren tendenziell eine höhere Erreichbarkeit aufweisen als das Umland. 69 Prozent der Oberzentren liegen im dritten, also oberen, Terzil der Tarif-Erreichbarkeit, während es bei den Mittelzentren nur 27 Prozent sind und bei den Grundfunktionalen Schwerpunkten nur 24 Prozent (eine Gleichverteilung läge jeweils bei 33 Prozent im Terzil).<sup>54</sup> Auch die Verteilungen des ÖPNV-Index, der Kaufkraft und der Kaltmiete ähneln der Verteilung im HVV insofern, dass sie ein Gefälle von zentral nach dezentral aufweisen (Abbildung 47, im Vergleich zu Abbildung 38 auf Seite 131). Wie die kommenden Abschnitte erläutern, reicht die Tarif-Erreichbarkeit im VBB jedoch deutlich stärker in die Fläche.

#### 4.2.1.2 Dezentrale Cluster mit hoher Tarif-Erreichbarkeit

Bemerkenswerterweise existieren mehrere Cluster in der Fläche Brandenburgs, die peripher liegen und eine hohe Tarif-Erreichbarkeit aufweisen. Diese Gebiete, wo mindestens zwei Gemeinden mit Tarif-Erreichbarkeit im oberen Terzil aneinandergrenzen, sind in Abbildung 46 mit der Kennung A bis C markiert.

##### A Ketzin/Havel und Wustermark:

Die zwei Gemeinden westlich von Berlin gehören dem Raumtyp 115 an (*Kleinstädtischer, dörflicher Raum einer Metropolitanen Stadtregion*; BMVI 2020) und weisen eine Tarif-Erreichbarkeit im oberen Terzil auf. In den Gemeinden gelten der 3-km-Kurzstreckentarif dreier Verkehrsunternehmen (1,30 EUR) und teilweise die Kurzstrecke Potsdam (1,50 EUR) sowie Potsdam BC (1,80 EUR); vgl. Tabelle 30 im Anhang.<sup>55</sup> Ausschlaggebend sind einige Haltestellen in dieser Schnittmenge, die eine günstige Anbindung in die Landeshauptstadt sowie in den Grundfunktionalen Schwerpunkt Ketzin schaffen.

In der Betrachtung des direkt angrenzenden Umlands von Brandenburg an der Havel fällt darüber hinaus eine bemerkenswerte Verteilung auf. Mit Ausnahme des Südostens ist das Oberzentrum durch Gemeinden mit einer Tarif-Erreichbarkeit im mittleren Terzil umgeben, während die Stadt Brandenburg selbst lediglich eine Tarif-Erreichbarkeit im unteren Terzil aufweist (auf der Karte nicht flächig eingefärbt, da als *urban* zugeordnet). Der Grund dafür ist, dass die Tarif-Erreichbarkeit bei mehreren verfügbaren Tarifen den

---

<sup>54</sup> Diese Anteile ergeben sich aus einer räumlichen Verschneidung der brandenburgischen Zentrenstruktur mit den nach Terzil gegliederten Gemeinden. Die Untersuchung wurde zunächst mit Quartilen durchgeführt, in denen die Unterschiede sogar noch deutlicher werden und eine größere Zahl kleinerer Cluster ergeben. Zwecks Vergleichbarkeit mit der bivariaten Analyse in Abschnitt 4.2.1.4 werden hier allerdings Terzile beschrieben (siehe auch Abbildung 46).

<sup>55</sup> Streng genommen liegt ein winziger Teil der Gemeinde Ketzin sogar im Einzugsgebiet von Potsdam AB (2,10 EUR). Die zugehörige Haltestelle *Potsdam, Paaren* liegt allerdings außerhalb, daher wird sie hier ignoriert.

jeweils günstigsten Preis zugrunde legt. Dies ist beispielhaft der 3-km-Entfernungstarif für 1,30 EUR, der an der Haltestelle Massowburg angesetzt wurde. Der ebenso gültige Tarif Brandenburg (Havel) AB zu 1,70 EUR bindet deutlich mehr Ziele an. Gemessen an der Anzahl verfügbarer Ziele mit einem Budget von 2,30 EUR wird die Erreichbarkeit in der Stadt Brandenburg also systematisch unterschätzt, weil stets der günstigste Tarif gewählt wurde und nicht derjenige mit der größten Anzahl an erreichbaren Zielen; siehe hierzu die Diskussion in Abschnitt 5.2.2.

**B** Schönwalde-Glien und Oberkrämer:

Die Gemeinden nordöstlich von Nauen weisen eine Tarif-Erreichbarkeit im oberen Terzil auf. Auch sie werden teilweise vom o.g. 3-km-Tarif oder vom preislich gleichen 3-km-Tarif des Landkreises Oberhavel erschlossen, dies betrifft 57 der 79 Haltestellen in den beiden Gemeinden. Besonders die Haltestellen in Grenznähe zu den Siedlungsgebieten Falkenhagen, Velten und Hennigsdorf weisen eine hohe Tarif-Erreichbarkeit auf. Entsprechend hoch ist die Tarif-Erreichbarkeit, die auf Gemeindeebene über den Median aggregiert wurde.

**C** Landkreise Teltow-Fläming/Dahme-Spreewald:

Ein großer Cluster von 16 benachbarten Gemeinden weist eine Tarif-Erreichbarkeit im oberen Terzil auf. Er deckt ein zentrales Gebiet ab, in dem etwa 92 000 Personen gemeldet sind, entsprechend 27 Prozent der Bevölkerung der Landkreise Teltow-Fläming und Dahme-Spreewald. Der Cluster liegt inmitten beider Landkreise, die jeweils einen Sozialtarif zu 50 Prozent des Bartarifs anbieten. Die gewählte Preisschwelle von 2,30 EUR entspricht somit einem Nominalpreis von 4,60 EUR, der eine Fahrt bis zu 25 km erlaubt (VBB 2018, S. 129). Die zentrale räumliche Lage des Clusters darf allerdings nicht darüber hinwegtäuschen, dass es sich um zwei Sozialtarife handelt, die jeweils nur für Berechtigte des jeweiligen Landkreises gelten. Eine ermäßigte Fahrt über die Landkreisgrenze ist dementsprechend nur zulässig, sofern die Linie vom ‚heimischen‘ Verkehrsunternehmen bedient wird (VBB 2018, S. 98–101).

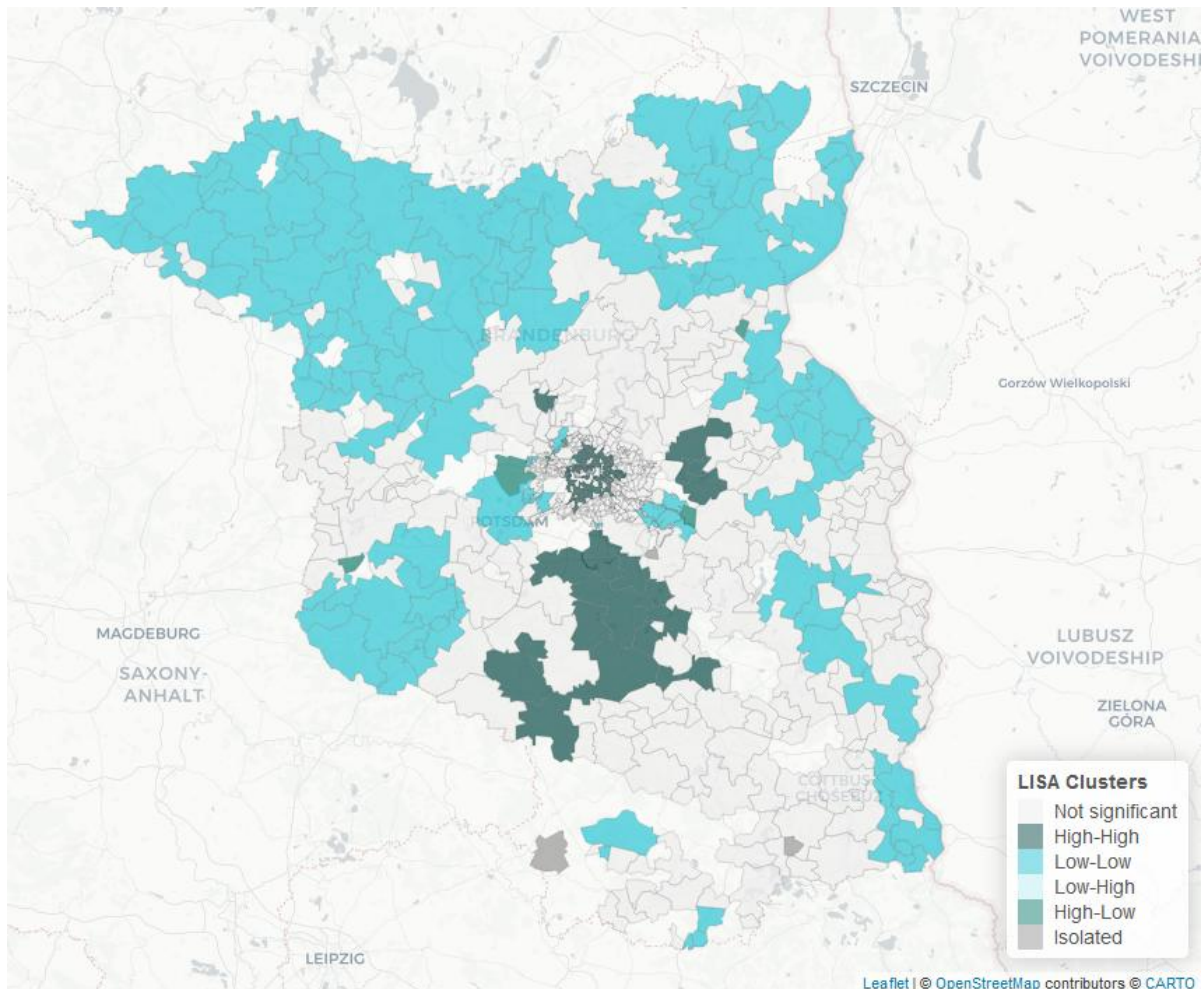
#### **4.2.1.3 Lokale Autokorrelation der Tarif-Erreichbarkeit**

In der Autokorrelation hoher Tarif-Erreichbarkeit spiegeln sich die genannten Sozialtarife ebenfalls, wie der LISA-Plot in Abbildung 45 verdeutlicht. Die dunkelgrün eingefärbten Geometrien liegen nicht nur geballt in den verdichteten Gebieten Berlins, was angesichts der HVV-Ergebnisse in dieser Ausprägung erwartbar ist (Abschnitt 4.1.1.2), sondern auch dezentral in den Landkreisen Teltow-Fläming und Dahme-Spreewald, also mitten im Gültigkeitsgebiet der beiden genannten Sozialtarife. Darüber hinaus gibt es einen LISA-Cluster östlich von Berlin in vier Gemeinden (Rüdersdorf und nördlich). Diese tauchen in den dezentralen Clustern oben nicht auf, da sie zu den *urbanen* Gebieten zählen. Die Ballung der hohen Tarif-Erreichbarkeit dürfte sich anteilig durch den Haustarif der Schöneicher-Rüdersdorfer Straßenbahn ergeben (eine Kurzstreckenfahrt kostet 0,50 EUR, eine Einzelfahrt kostet 1,30 EUR; Tabelle 30 im Anhang). Ausschlagkräftiger dürfte allerdings die Kombination aus dem kleinteiligen Wabenzuschnitt und der hohen Anzahl der örtlichen Zielgelegenheiten sein.

Gebiete mit einer Autokorrelation niedriger Tarif-Erreichbarkeit finden sich im VBB ebenfalls. Diese sind in Abbildung 45 hellblau eingefärbt und ballen sich großflächig in den nördlichen/nordwestlichen Teilen des Verbundgebietes, im Westen rund um Bad Belzig, im

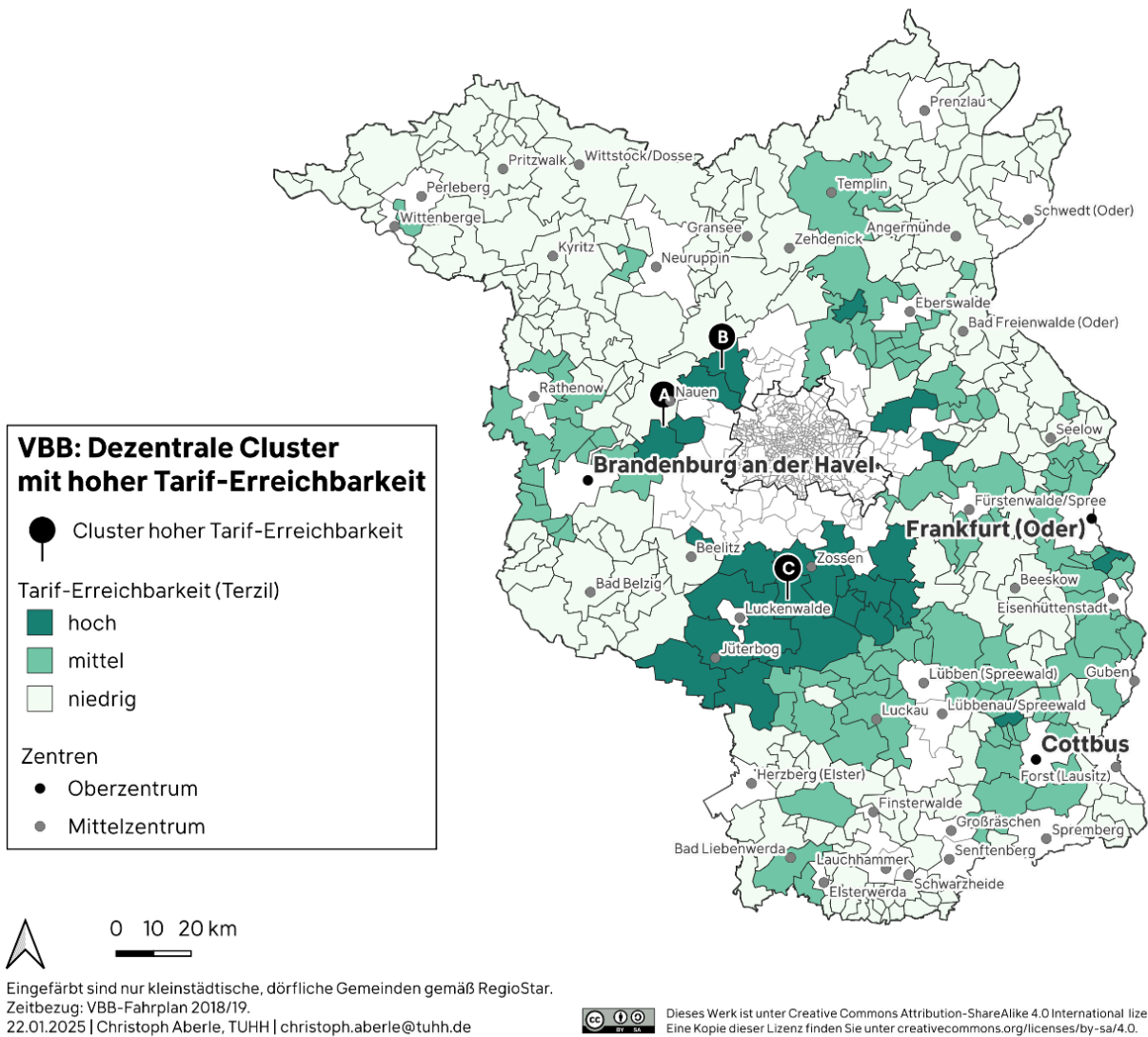
Osten nördlich von Frankfurt (Oder) in Teilen des Landkreises Märkisch-Oderland sowie im Südosten in Teilen des Landkreises Spree-Neiße. Auch im VBB grenzen die hohen LISA-Cluster nur selten an niedrige Cluster an. Meist sind die Cluster durch einen Korridor an Gemeinden getrennt, in denen keine lokale Autokorrelation auftritt (Abbildung 45, hellgrau). Dies entspricht dem Bild im HVV (Abbildung 39).

**Abbildung 45: LISA-Plot auf Gemeinde-Ebene im VBB.**



**Quelle:** Screenshot aus dem Modellbericht, n = 738 Gemeinden. Die dunkelgrüne Markierung zeigt eine lokale Autokorrelation der Tarif-Erreichbarkeit (High-High = Hohe Tarif-Erreichbarkeit in einem Gebiet und in benachbarten Gebieten), die hellblaue Markierung zeigt eine Autokorrelation niedriger Tarif-Erreichbarkeit. Nicht kartierte Gebiete wurden als Ausreißer ausgeschlossen, hellgraue Gemeinden weisen keine signifikante Autokorrelation auf. Dunkelgraue Gebiete werden als isoliert markiert, da im Umfeld nur Ausreißer oder nicht-signifikante Gemeinden lagen. Der separate Modellbericht enthält die Karte als klickbare Webmap (DOI: [10.15480/882.13162](https://doi.org/10.15480/882.13162)).

**Abbildung 46: Tarif-Erreichbarkeit peripherer brandenburgischer Gemeinden.**



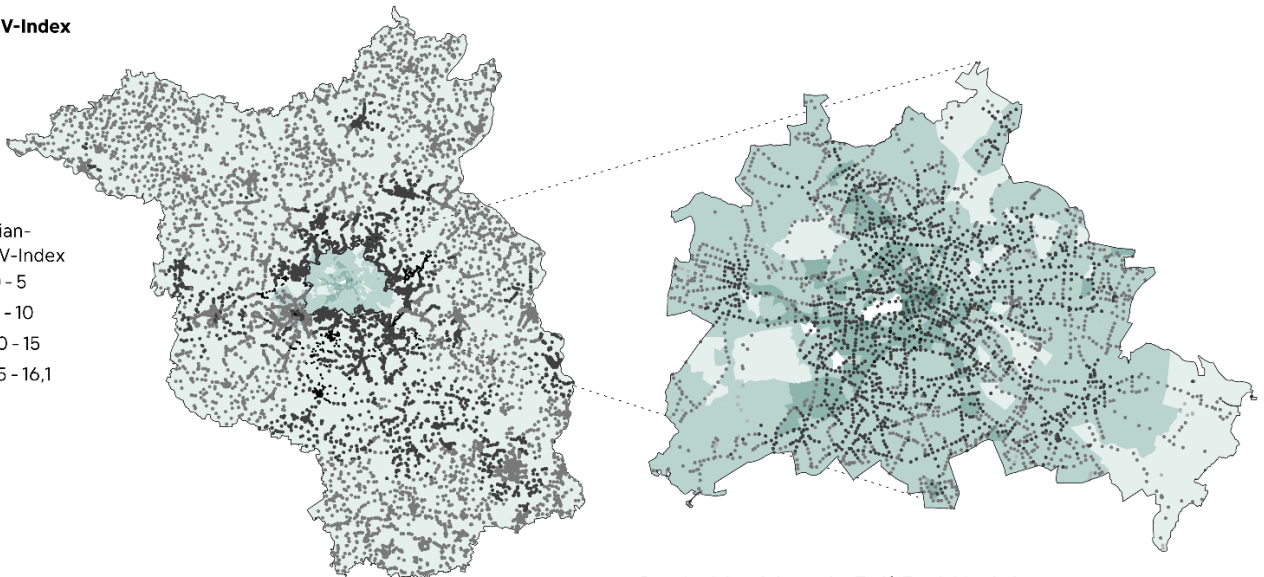
**Quelle:** Eigene Darstellung. Eingefärbt sind kleinstädtische, dörfliche Gemeinden nach Terzilen (RegioStaR-Typen 115, 125, 215, 225); n = 347 von insgesamt 416 Gemeinden. Die Zentrenhierarchie folgt der amtlichen Raumordnungsplanung (Gemeinsame Landesplanungsabteilung 2023, S. 5), wobei die Grundfunktionalen Schwerpunkte zwecks Übersichtlichkeit nicht kartiert sind. Die Landeshauptstadt Potsdam ist nicht kartiert, weil die Raumordnungsplanung sie dem Berliner Umland zuordnet.

**Quelle zu Abbildung 47 auf der Folgeseite:** Eigene Darstellung. Tarif-Erreichbarkeit der Haltestellen (Punkte) und Sozialindikatoren der Gemeinden (Flächen), jeweils für das VBB-Verkehrsgebiet (links) und für Berlin (rechts). Südlich von Berlin sind dunkle Haltestellen mit hoher Tarif-Erreichbarkeit zu erkennen. Diese liegen in den Landkreisen Teltow-Fläming und Dahme-Spreewald, wo der Sozialtarif 50 Prozent Ermäßigung auf den Bartarif gibt (vgl. Abbildung 13 auf Seite 61 sowie Anhang A4).

**Abbildung 47: Tarif-Erreichbarkeit und Sozialindikatoren im VBB.**

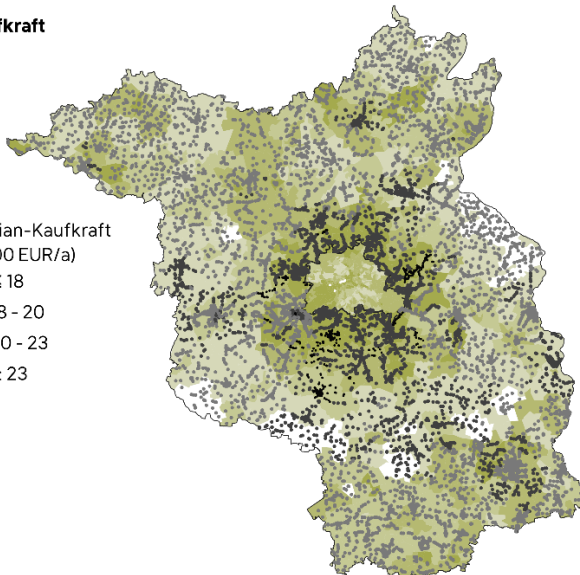
**ÖPNV-Index**

- Median-  
ÖPNV-Index
- 0 - 5
  - 5 - 10
  - 10 - 15
  - 15 - 16,1



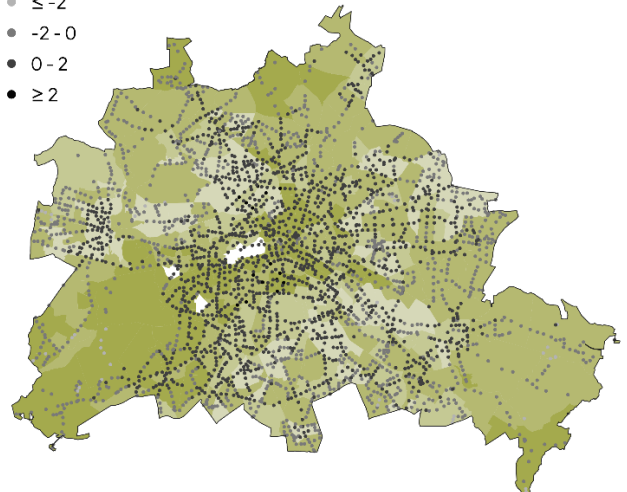
**Kaufkraft**

- Median-Kaufkraft  
(1 000 EUR/a)
- ≤ 18
  - 18 - 20
  - 20 - 23
  - ≥ 23



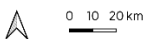
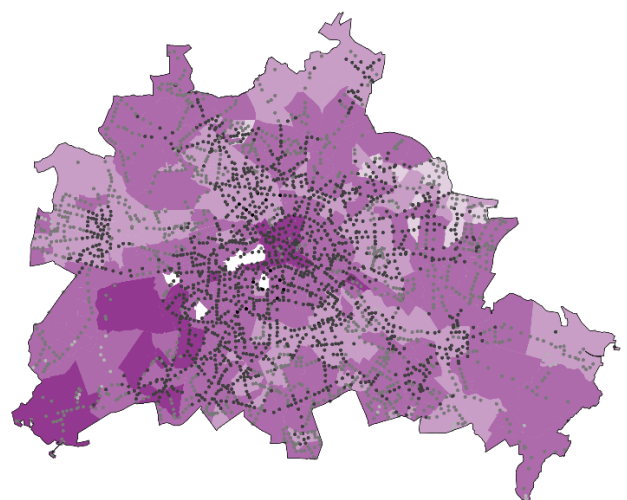
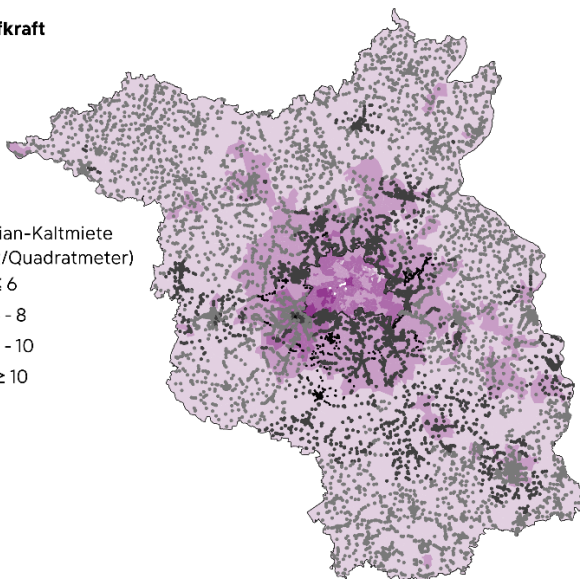
**Standardabweichung der Tarif-Erreichbarkeit  
für ein Budget von 2,30 EUR  
(Haltestellen, auf allen Karten)**

- ≤ -2
- -2 - 0
- 0 - 2
- ≥ 2



**Kaufkraft**

- Median-Kaltmiete  
(EUR/Quadratmeter)
- ≤ 6
  - 6 - 8
  - 8 - 10
  - ≥ 10



#### 4.2.1.4 Tarif-Erreichbarkeit und Kaufkraft

Die Karten auf der Folgeseite setzen die Kaufkraft und die Tarif-Erreichbarkeit im VBB bivariat in Beziehung. Die Hauptstadtregion verfügt über weitgehend hohe Tarif-Erreichbarkeit. Das Berliner Umland bis etwa 20 km um die Landesgrenze bildet einen nahezu geschlossenen Ring; die Ausnahme bilden die Gemeinden Gosen-Neu Zittau und Spreenhagen im Südosten. Rund um Potsdam sticht eine hohe Kaufkraft ins Auge.

Außerhalb des Ringsegements dominieren drei Typen: Erstens, Gemeinden mit geringer Kaufkraft und mittlerer Tarif-Erreichbarkeit (Nauen und angrenzende im Nordwestlichen Segment, Beelitz im Südwesten). Zweitens, Gemeinden mit geringer bis mittlerer Kaufkraft und hoher Tarif-Erreichbarkeit, vor allem südlich des Berliner Stadtgebiets (vgl. Abschnitt 4.2.1.2). Drittens, Gemeinden mit niedrigen Werten in beiden Kategorien.

Diese ocker markierten Gebiete sind von besonderem Interesse. Niedrige Tarif-Erreichbarkeit und niedrige Kaufkraft überschneiden sich in ländlichen Gemeinden im Westen (Bad Belzig und Umgebung), Nordwesten (Umland von Pritzwalk), im Nordosten (große Teile der Uckermark) und im weiteren Umland von Frankfurt (Oder) am östlichen Rand des Landes. In Berlin gibt es elf dieser Gebiete, alle eher dezentral im Westen oder Osten der Stadt. Verbundweit wohnen etwa sechs Prozent der Bevölkerung in solchen Gemeinden.

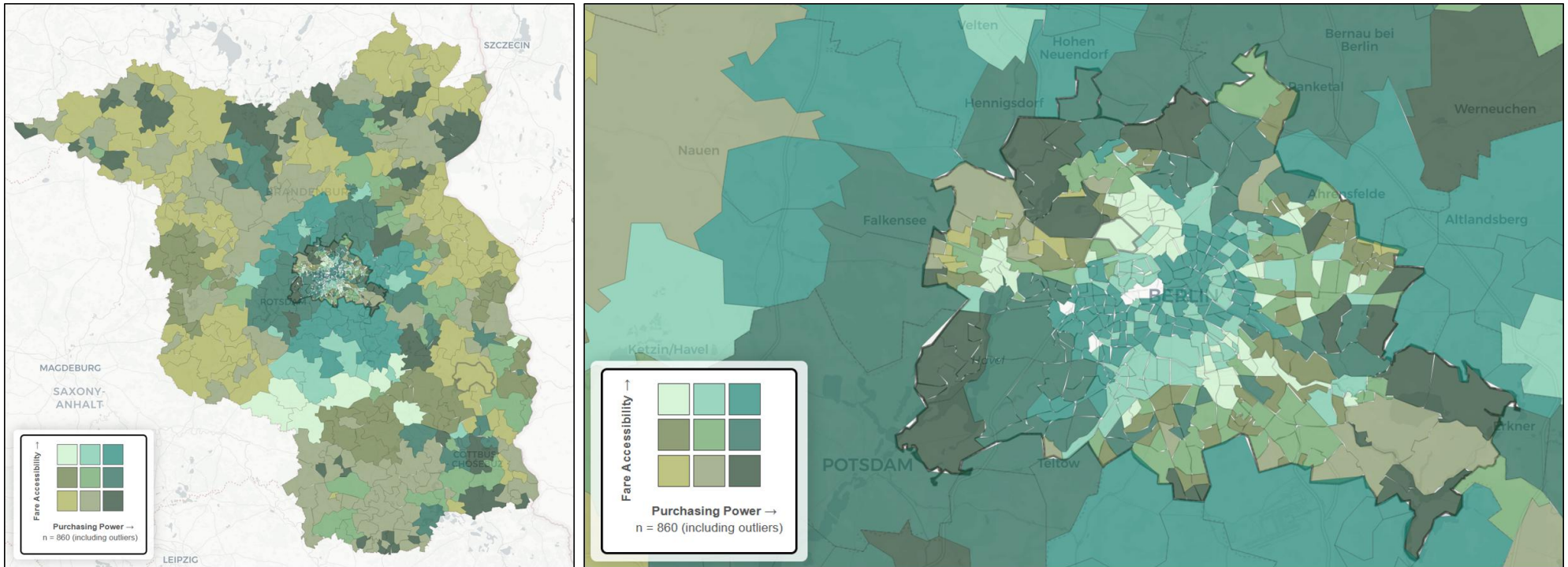
Auch im VBB existieren Gebiete mit niedriger bis mittlerer Tarif-Erreichbarkeit und hoher Kaufkraft (dunkelgrün und türkis), etwa Storkow/Mark und Umgebung südöstlich Berlins, Templin im Norden, Schwedt/Oder im Nordosten oder Spremberg im Süden. Angesichts der guten finanziellen Ausstattung privater Haushalte sind diese Gemeinden allerdings für die Untersuchung nebensächlich (vgl. Abschnitt 1.1.4).

Innerhalb Berlins sind die Siedlungs- und Versorgungszentren durchweg durch eine hohe Tarif-Erreichbarkeit gekennzeichnet. Neben den bereits erwähnten elf Gebieten gibt es zahlreiche Planungsräume mit niedriger Tarif-Erreichbarkeit, die eine mittlere bis hohe Kaufkraft aufweisen, etwa im Südosten (Müggelheim/Rahnsdorf und Umgebung), im Südwesten (Wannsee und nördlich) und Norden (Tegelort, Hermsdorf, Blankenfelde und Umgebung). Diese sind in der Regel in verkehrlich dezentraler Lage zu finden.

Während die Zentralität der Hauptstadt verbundweit ebenfalls von Relevanz ist, zeigt sich im direkten Umland ein wesentlicher Unterschied zur hamburgischen Fallstudie. Im HVV-Gebiet außerhalb der Metropole gibt es keine einzige Gemeinde, die eine niedrige Kaufkraft und hohe Tarif-Erreichbarkeit aufweist. Demgegenüber bieten die brandenburgischen Gemeinden südlich von Berlin genau diese Kombination. Die vergleichsweise großzügige örtliche Kurzstrecken-Regelung erlaubt eine Fahrt von bis zu 25 Kilometern (Abschnitt 4.2.1.2).

Demgegenüber sind 97 Gemeinden in Brandenburg durch eine niedrige Tarif-Erreichbarkeit und eine niedrige Kaufkraft geprägt. Um zielgruppenspezifische Maßnahmen für die dort lebenden vier Prozent der VBB-Bevölkerung zu entwickeln, sollten diese Gebiete als erstes ins Auge gefasst werden, gleiches gilt für die entsprechenden elf Planungsräume in Berlin.

**Abbildung 48: Bivariate Chloroplethenkarten für den VBB (links) und Berlin (rechts).**

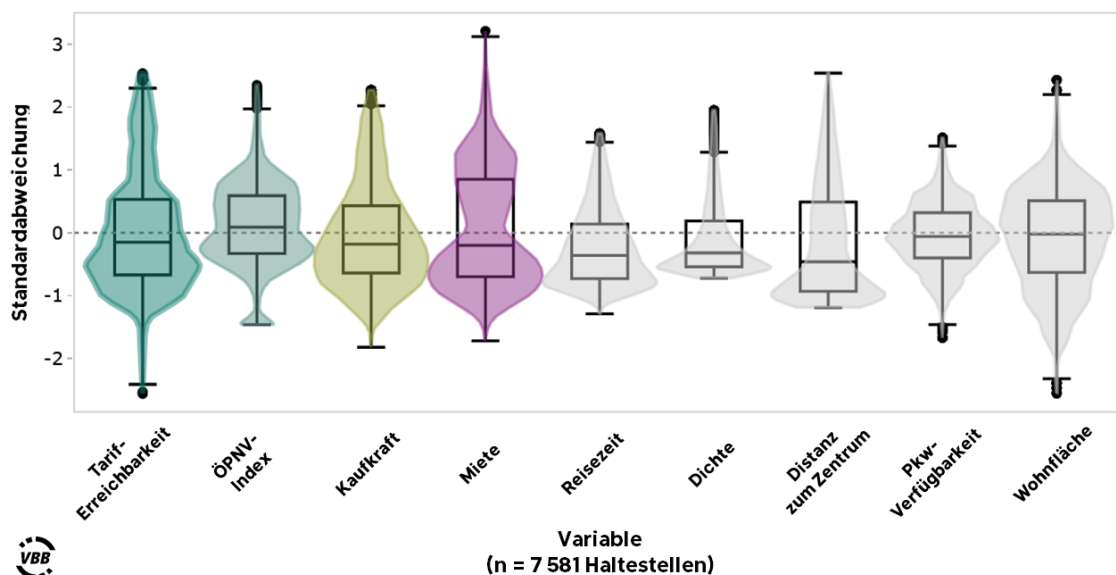


**Quelle:** Screenshots aus dem Fare Accessibility Dashboard. Eine interaktive Version ist im Dashboard verfügbar ([DOI:10.15480/882.13164](https://doi.org/10.15480/882.13164)), dort sind auch weitere Informationen zur jeweiligen Gemeinde bzw. zum Planungsraum hinterlegt.

#### 4.2.1.5 Verteilung der Eingangsvariablen

Die Plots in Abbildung 49 zeigen die neun Eingangsvariablen nach Bereinigung der Ausreißer auf Haltestellen-Ebene. Auch nach Bereinigung ist die Tarif-Erreichbarkeit im VBB rechtsschief verteilt (dunkelgrün). Es gibt also einen großen Anteil an Haltestellen, die eine kleinere Erreichbarkeit aufweisen als den Medianwert und eine kleine Anzahl an Haltestellen mit sehr hohen Werten. Dieses Bild entspricht im Groben der Verteilung im HVV. Alleinstellungsmerkmal des VBB ist allerdings, dass er auch Ausreißer nach unten aufweist, während die Tarif-Erreichbarkeit im HVV nach unten hin einem Plateau mit dem Minimalwert gleichkommt (Abbildung 41), was auf die nahezu monozentrische Struktur der dortigen Tarif-Erreichbarkeit zurückzuführen ist; Abschnitt 4.1.1.1). Darüber hinaus ist die Tarif-Erreichbarkeit im VBB deutlich weniger rechtsschief verteilt, wie ein Abgleich mit dem HVV-Plot aufzeigt (Abbildung 41, S. 136).

**Abbildung 49: Box Plots und Violin Plots für die neun Eingangsvariablen im VBB.**



**Quelle:** Eigene Darstellung. Die Farben der ersten vier Plots entsprechen den Karten in Abbildung 47. Interpoliert per Kerndichteschätzung (KDE). Die Tarif-Erreichbarkeit zeigt eine rechtsschiefe Verteilung, d. h. der Modus liegt unter dem Median und einige zentrale Haltestellen weisen hohe Werte von  $> +2SD$  auf. Im Gegensatz zum HVV gibt es bei der Tarif-Erreichbarkeit auch Ausreißer nach unten (Abbildung 41, S. 136). Diese Verteilung ist bereits um Ausreißer bereinigt ( $\pm 1,5$  IQR). Um möglichst viele Datensätze zu erhalten, wurden die meisten Arbeitshypothesen in *urban/rural* aufgeteilt, siehe auch Diskussion in Abschnitt 5.2.2. Klickbare Plots dieser Art finden sich für alle Untersuchungsebenen in den Modellberichten unter [DOI: 10.15480/882.13162](https://doi.org/10.15480/882.13162).

#### 4.2.1.6 Korrelation der Eingangsvariablen

Das Korrelogramm folgt in seiner Struktur der Darstellung für den HVV in Abschnitt 4.1.1.5. Allerdings ist eine Variable weniger abgetragen, da es eine Tarifstufe weniger gibt. Zu lesen ist das Korrelogramm ansonsten auf die gleiche Weise: Jede Ellipse repräsentiert die Korrelation zwischen Zeile und Spalte. Je schmaler eine Ellipse ist, desto stärker ist der Zusammenhang von -1 bis 1 (einfache bivariate Korrelation nach Spearman).

Die Richtung und Stärke der Zusammenhänge entspricht nahezu komplett derjenigen im HVV. Allein die Korrelation zwischen Miete und Tarif-Erreichbarkeit fällt etwas schwächer aus.

#### 4.2.2 Inferenzstatistik auf Haltestellen-Ebene

Die folgenden Abschnitte erläutern die Ergebnisse der Regressionsrechnungen für den VBB. Dies erfolgt abermals in drei Abschnitten, die sich nach den drei Untersuchungsebenen gliedern. Eine Übersicht der relevanten Regressionskoeffizienten wird in Tabelle 17 auf Seite 170 präsentiert; die zugrunde liegenden ausführlichen Modellberichte stehen separat zur Verfügung.<sup>56</sup>

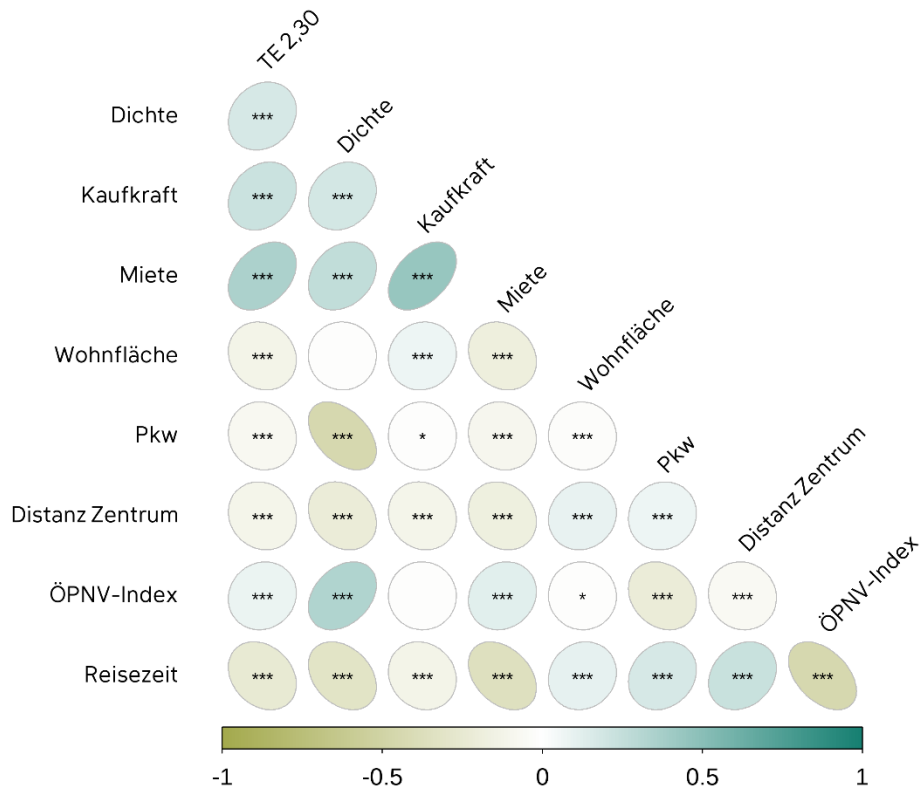
##### 4.2.2.1 Stichprobenumfang

Im VBB lag eine Brutto-Stichprobe von 13 269 Haltestellen vor, von denen 2 981 auf Berliner Stadtgebiet liegen. Dieser Umfang ergibt sich aus der VBB-Tarifdatenbank. Auch hier wurden Duplikate bereinigt (vgl. Abschnitt 4.1.3), wobei dies im VBB vor allem Haltestellen mit mehreren Verkehrsmitteln betraf (etwa S+U Alexanderplatz U2 / U5 / Bus). Wie im HVV-Datensatz wurden alle Haltestellen ohne Nachbarn in 800 m Radius entfernt, um die räumliche Gewichtung zu ermöglichen (Abschnitt 3.3.1, Diskussion in Abschnitt 5.2.2) und Ausreißer jenseits  $\pm 1,5$  des Interquartilsabstands wurden bereinigt (Abschnitt 3.3.5). Die Netto-Stichprobe umfasste 7 581 Haltestellen. Die relativ große Differenz zur Brutto-Stichprobe geht auf Haltestellen zurück, für die nicht alle Variablen mit Daten hinterlegt waren. Für einen Teil der Haltestellen im südlichen Brandenburg liegt keine Reisezeit vor, da die automatisierte VBB-Abfrage keine vollständigen Daten zur Reisezeit lieferte (betrifft 1 150 Haltestellen in den Landkreisen Elbe-Elster und Oberspreewald-Lausitz). Tabelle 16 fasst die Kennwerte der Eingangsvariablen zusammen.

---

<sup>56</sup> DOI: [10.15480/882.13162](https://doi.org/10.15480/882.13162)

**Abbildung 50: Korrelogramm potenzieller Eingangsvariablen im VBB.**



**Quelle:** Eigene Darstellung. n = 15 869 bewohnte Rasterzellen, 500 m, ohne Ausreißer.

Jede Ellipse zeigt die Korrelation zwischen der Zeile und der Spalte (Spearman, bivariat). Je dunkler eine Ellipse ist, desto stärker ist der Zusammenhang. Gelb&linksgeneigt zeigt negative Zusammenhänge, grün&rechtsgeneigt zeigt positive Zusammenhänge. Die Sterne zeigen das Signifikanzniveau:

\*\*\* p < 0,001 / \*\* p < 0,01 / \* p < 0,05. Ellipsen ohne Stern zeigen einen nicht-signifikanten Zusammenhang.

In Bezug auf die Tarif-Erreichbarkeit (TE 2,30) stechen folgende Befunde ins Auge: Mittlere positive Korrelation mit Dichte, Kaufkraft und Miete; Mittlere negative Korrelation mit der Wohnfläche und Reisezeit, schwache negative Korrelation mit Pkw-Verfügbarkeit.

Bedingt durch die Tarifstruktur gibt es im VBB nur eine Variable der Tarif-Erreichbarkeit für 2,30 EUR.

**Tabelle 16: Eingangsvariablen im VBB auf Haltestellen-Ebene.**

Variable	Einheit	Mittelwert	Median	SD	Min	Max	Quelle/Bezug	Zeitbezug
Tarif-Erreichbarkeit mit Budget 2,30 EUR	Standardabweichungen	0	-0,1	0,7	-2	2	Eigene Berechnung (Abschnitt 3.2.3)	12/2018
Kaufkraft	10 000 EUR/a/Person	2,04	1,97	0,37	1,22	3,09	infas360	12/2018
Mietpreis	EUR/qm/Monat, kalt	6,63	6,25	1,29	4,13	11	infas360	12/2018
Pkw-Verfügbarkeit	Fahrzeuge/Person, approximiert vom Straßenblock	0,51	0,51	0,12	0,13	0,88	infas360	2018/19
Distanz zum Zentrum	km, Luftlinie	3,64	2,62	2,97	0,27	12,35	Zentrenkonzept der Metropolregion	12/2018
ÖPNV-Index	[ohne Einheit]	4,59	4,52	2,02	0	11,12	Eigene Berechnung (Abschnitt 3.2.1)	2018/19
Reisezeit zum nächsten Ziel	10 Minuten, gewichtet über 15 Kategorien vgl. Tarif-Erreichbarkeit (Abschnitt 3.2.3.4)	2,08	1,86	1,01	0,32	5,1	VBB-API („Fahrinfo“)	12/2018
Bevölkerungsdichte	100 Personen/ha	0,35	0,22	0,32	0,02	1,41	infas360	12/2018
Wohnfläche	10 qm	5,71	5,8	1,03	2,5	9	infas360	12/2018

**Quelle:** Eigene Darstellung. n = 7 581 Haltestellen, ohne Ausreißer. Im Anhang steht ergänzend die Tabelle 34 mit standardisierten Werten.

Nicht für alle Eingangsvariablen lag ein Wert auf Haltestellen-Ebene vor. Für diese wurde jeweils der Median aller bewohnten 100-m-Rasterzellen im Umkreis von 800 m Luftlinie aggregiert (vgl. Tabelle 9 auf S. 122).

#### 4.2.2.2 Schätzparameter der Regression

Die mittlere Spalte von Tabelle 17 fasst die Schätzparameter auf Haltestellen-Ebene für die vier Modelle zusammen. Gegenüber den beiden anderen Ebenen fällt auf, dass es keine Koeffizienten mit auffälligen standardisierten Beta-Schätzern gibt ( $|\beta| > 0,3$ ), weshalb kein Parameter farblich hervorgehoben ist. Der Großteil der statistischen Schätzer ist mindestens \*-signifikant.

Auch für den VBB zeigt sich, dass das lineare Modell den Einfluss mehrerer Variablen deutlich höher schätzt, beispielsweise die Kaufkraft (das OLS-Beta ist teilweise knapp dreimal so groß wie die Beta-Schätzer der drei räumlichen Modelle), die Pkw-Verfügbarkeit (bis zu Faktor sechs) oder Bevölkerungsdichte (Faktor 4,5). Im Fall des ÖPNV-Index schätzt das OLS auf Haltestellen-Ebene eine gegenläufige Richtung gegenüber den räumlichen Modellen. Allerdings erreicht keiner der vier Schätzwerte das Signifikanzniveau von  $p < 0,05$ .

Es folgt eine Beschreibung der Schätzparameter für die acht unabhängigen Variablen:

Die **Kaufkraft** wirkt sich in allen Modellen positiv und mindestens \*\*-signifikant auf die Tarif-Erreichbarkeit aus. Bei einer Steigerung der Kaufkraft um 1 000 EUR Umfeld der Haltestellen ist mit einer Steigerung der Tarif-Erreichbarkeit um 0,13 bis 0,19 (räumliche Regressionsmodelle) bzw. 0,38 Einheiten (lineares OLS) zu rechnen.<sup>57</sup> Der indirekte Effekt ist ebenfalls mindestens \*\*-signifikant und fällt mit 0,22 bzw. 0,23 etwas stärker aus als bei den direkten Effekten der räumlichen Modelle.

Der **Mietpreis** wirkt sich den drei räumlichen Modellen positiv auf die Tarif-Erreichbarkeit aus, allerdings nur im SDEM und im SEM \*\*\*-signifikant. Ein Euro Steigerung der Medianmiete pro Quadratmeter im Haltestellenumkreis lässt eine Steigerung von 0,04 bzw. 0,06 Einheiten der Tarif-Erreichbarkeit erwarten. Der Effekt auf benachbarte Gemeinden ist mindestens \*\*-signifikant und fällt in der gleichen Größenordnung negativ aus (In Tabelle 17 als lag.Miete gekennzeichnet, analog für die anderen unabhängigen Variablen).

Die **Pkw-Verfügbarkeit** zeigt in zwei räumlichen Modellen eine mindestens \*-signifikante Auswirkung auf die Tarif-Erreichbarkeit mit positivem Vorzeichen. Darüber hinaus wird sie, wie eingangs erwähnt, durch das lineare OLS \*\*\*-signifikant und um den Faktor sechs stärker geschätzt. Je mehr private Fahrzeuge pro Kopf im Umfeld der Haltestelle angemeldet sind, desto höhere Tarif-Erreichbarkeit ist also zu erwarten. Der Effekt auf benachbarte Haltestellen ist ebenfalls im SDEM sowie im SLX mindestens \*-signifikant und in seiner Ausprägung stärker als im linearen Modell (lag.Pkw-Verfügbarkeit = 2,3 bzw. 7,9).

Die Schätzung der **Distanz zum Zentrum** fällt allein im linearen OLS \*\*\*-signifikant aus und ist positiv. Je weiter das nächste Ober-/Mittelzentrum oder der grundfunktionale Schwerpunkt entfernt liegt, desto höhere Tarif-Erreichbarkeit ist zu erwarten. Eine Steigerung von einem Kilometer schätzt eine Verbesserung um 0,03 Einheiten. In einer ähnlichen Größenordnung fällt mit  $\beta = 0,04$  bzw. 0,05 auch der indirekte Effekt aus (lag.Distanz zum Zentrum). Aufgrund der hohen Autokorrelation im linearen Modell sind die OLS-Werte allerdings kaum aussagekräftig.

---

<sup>57</sup> Zwecks Lesbarkeit kleiner Werte wurden die Koeffizienten vor der Regression mit dem Faktor 10 multipliziert. In der Regressionstabelle steht ein Koeffizient von 3,81\*\*\* für das OLS, der also als 0,38 zu interpretieren ist. Dies gilt für alle Betas in diesem Abschnitt.

Zum **ÖPNV-Index** gibt es in keinem der vier Regressionsmodelle einen Zusammenhang, der das Signifikanzniveau von  $p < 0,05$  erreicht. Dies gilt sowohl für die direkten Effekte als auch für die indirekten Effekte.

Der Einfluss der **Reisezeit zum nächsten Ziel** wird durchweg negativ und \*\*\*-signifikant geschätzt. Die Verlängerung der Reisezeit um 10 Minuten führt zu einer Verringerung der Tarif-Erreichbarkeit um 0,03 bis 0,13 Einheiten. In diesem Intervall liegen auch die Schätzer für den indirekten Effekt auf benachbarte Haltestellen.

Die **Bevölkerungsdichte** erhält in allen Regressionsmodellen einen \*\*\*-signifikanten positiven Zusammenhang. Steigt die Dichte um 100 Personen je Hektarzelle, so steigt die geschätzte Tarif-Erreichbarkeit um 0,14 bis 0,34 Einheiten. Der Spillover-Effekte auf benachbarte Haltestellen fällt in keinem der Modelle signifikant aus (lag.Bevölkerungsdichte).

Die **Wohnfläche** übt in drei der vier Modelle einen mindestens \*\*-signifikanten negativen Einfluss aus. Eine Vergrößerung der Wohnfläche pro Person um einen Quadratmeter lässt einen Rückgang der Tarif-Erreichbarkeit um 0,02 bis 0,07 Einheiten erwarten. Der indirekte Effekt auf benachbarte Haltestellen wirkt sowohl im SDEM als auch im SLX \*\*\*-signifikant in derselben Größenordnung von -0,04 bzw. -0,06.

**Tabelle 17: Regressionskoeffizienten und Modellparameter im VBB, in drei räumlichen Ebenen, für je vier Modelle.**

Die farbige Hervorhebung markiert die Stärke des Zusammenhangs (Legende oben rechts). Eine ergänzende Aufstellung für standardisierte Variablen befindet sich im Anhang (Tabelle 38).

	Gemeinde n = 738				Haltestelle n = 7581				Raster 500m n = 15 869				
	SDEM	SEM	SLX	OLS	SDEM	SEM	SLX	OLS	SDEM	SEM	SLX	OLS	
(Intercept)	-2.65	-0.87	-17.28***	-9.50***	-4.43***	-6.44***	-6.28***	-6.96***	-3.57***	-2.09***	-8.55***	-9.67***	<b>Beta, standardisiert</b>
<b>Kaufkraft</b>	3.32*** (0.79)	2.76*** (0.74)	3.35** (1.08)	4.51*** (0.93)	1.50*** (0.24)	1.28*** (0.24)	1.90** (0.68)	3.81*** (0.28)	0.12** (0.04)	0.07* (0.03)	0.37** (0.13)	1.15*** (0.11)	-0.5 stark negativ
<b>Miete</b>	-0.89** (0.27)	-0.26 (0.25)	-0.40 (0.40)	-0.08 (0.28)	0.42*** (0.12)	0.61*** (0.11)	0.52 (0.30)	0.00 (0.09)	0.14*** (0.04)	0.06 (0.04)	0.37** (0.12)	1.68*** (0.06)	-0.3 negativ
<b>Pkw-Verfügbarkeit</b>	0.77 (2.58)	0.46 (2.39)	3.47 (3.55)	0.54 (3.10)	2.24*** (0.65)	1.35* (0.57)	2.66 (1.58)	8.34*** (0.93)	0.06 (0.08)	-0.02 (0.06)	1.00*** (0.23)	1.28*** (0.23)	0.3 positiv
<b>Distanz zum Zentrum</b>	0.06 (0.08)	0.07 (0.07)	0.04 (0.11)	0.07 (0.10)	-0.06 (0.06)	0.09 (0.05)	-0.11 (0.17)	0.33*** (0.03)	-0.08** (0.03)	-0.12*** (0.02)	0.20* (0.09)	-0.03* (0.02)	0.5 stark positiv
<b>ÖPNV-Index</b>	0.17 (0.10)	0.25** (0.09)	0.19 (0.13)	0.27* (0.12)	0.05 (0.03)	0.06 (0.03)	0.03 (0.09)	-0.01 (0.05)	0.02 (0.01)	0.01 (0.01)	0.02 (0.03)	-0.07* (0.03)	Signifikanzniveau
<b>Reisezeit</b>	-0.65** (0.20)	-0.42* (0.18)	-0.50 (0.27)	-0.60* (0.24)	-0.53*** (0.08)	-0.28** (0.06)	-0.59*** (0.17)	-1.31*** (0.11)	-0.06** (0.02)	-0.07*** (0.02)	0.03 (0.06)	-0.43*** (0.03)	p
<b>Bevölkerungsdichte</b>	16.17*** (4.62)	17.18*** (4.42)	22.08*** (6.50)	43.56*** (5.63)	1.37*** (0.36)	1.40*** (0.33)	3.40*** (0.92)	1.86*** (0.44)	-0.41 (0.55)	-0.36 (0.44)	4.72** (1.70)	12.02*** (1.67)	1 ≥ 0.05 (nicht signifikant)
<b>Wohnfläche</b>	-0.16 (0.30)	-0.57* (0.29)	-0.13 (0.43)	-0.02 (0.32)	-0.28** (0.08)	-0.22** (0.08)	-0.20 (0.21)	-0.70*** (0.11)	-0.06*** (0.01)	-0.02* (0.01)	-0.14*** (0.04)	-0.41*** (0.04)	1* < 0.05
<b>lag.Kaufkraft</b>	5.35** (1.75)		1.77 (1.68)		2.29*** (0.39)		2.17** (0.73)		0.19 (0.11)		1.89*** (0.19)		1** < 0.01
<b>lag.Miete</b>	-0.90 (0.52)		-0.14 (0.53)		-0.60*** (0.15)		-0.62* (0.31)		0.62*** (0.06)		0.81*** (0.12)		1*** < 0.001
<b>lag.Pkw-Verfügbarkeit</b>	-3.64 (5.64)		12.81* (5.31)		2.30* (0.97)		7.85*** (1.74)		0.30 (0.20)		4.83*** (0.42)		
<b>lag.Distanz zum Zentrum</b>	0.08 (0.21)		-0.03 (0.20)		0.36*** (0.08)		0.45** (0.17)		-0.01 (0.04)		-0.17 (0.09)		
<b>lag.ÖPNV-Index</b>	-0.05 (0.24)		0.06 (0.22)		0.03 (0.06)		-0.09 (0.11)		-0.01 (0.03)		-0.21*** (0.05)		
<b>lag.Reisezeit</b>	-0.88* (0.45)		-0.40 (0.42)		-0.58*** (0.11)		-1.11*** (0.18)		-0.17*** (0.04)		-0.47*** (0.07)		
<b>lag.Bevölkerungsdichte</b>	38.85*** (10.90)		64.99*** (10.46)		0.12 (0.58)		-1.70 (1.02)		-0.30 (1.84)		35.75*** (3.30)		
<b>lag.Wohnfläche</b>	0.26 (0.60)		0.27 (0.60)		-0.40*** (0.11)		-0.60** (0.23)		-0.15*** (0.04)		-0.86*** (0.07)		
lambda	0.78*** (0.03)	0.81*** (0.02)			0.85*** (0.00)	0.85*** (0.00)			0.92*** (0.00)	0.93*** (0.00)			
Parameters	19	11	17	9	19	11	17	9	19	11	17	9	
Global Moran's I				0.518***				0.884***				0.912***	
Log Likelihood	-2037.02	-2059.59	-2251.59		-19057.91	-19106.85	-25036.81		-32155.15	-32260.84	-50157.60		
AIC (Linear model)	4539.18	4568.26	4539.18		50109.62	50180.62	50109.62		100351.19	101023.05	100351.19		
	4112.04	4141.17	4622.05		38153.83	38235.71	50234.42		64348.29	64543.67	100489.29		
LR test: statistic	429.14	429.09	41.85		11957.79	11946.91	69.14		36004.90	36481.37	243.75		
LR test: p-value	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		
R2			0.48	0.45			0.13	0.12			0.20	0.16	
Pseudo-R2	0.75	0.74			0.89	0.88			0.94	0.94			



Version: ausw3  
20.03.2025

### 4.2.2.3 Sensitivität und Modellgüte

Der Moran's  $I$ -Test indiziert eine \*\*\*-signifikante globale Autokorrelation in den Residuen der OLS und zeigt somit an, dass räumliche Modelle genutzt werden sollten ( $I = 0,88$ ). Der LISA-Test weist darüber hinaus eine lokale Autokorrelation aus, in denen sich der Zuschnitt mehrerer Sozialtarife erkennen lässt (Abbildung 51; zu den Sozialtarifen siehe Abschnitt 4.2.1.2).

**Abbildung 51: LISA-Plot auf Haltestellen-Ebene im VBB, mit Kartenmarker für die Haltestelle Kallinchen-Dorf im Landkreis Teltow-Fläming.**



**Quelle:** Screenshot aus dem Modellbericht. Dunkelgrüne Haltestellen weisen lokale Autokorrelation auf (High-High = Hohe Tarif-Erreichbarkeit an der jeweiligen sowie an benachbarten Hsten), blaue Punkte zeigen eine Autokorrelation niedriger Tarif-Erreichbarkeit. Hellgraue Haltestellen zeigen keine signifikante Autokorrelation. Im separaten Modellbericht dieser Arbeit ist dieser Plot in klickbarer Form enthalten ([DOI: 10.15480/882.13162](https://doi.org/10.15480/882.13162)).

Der Breusch-Pagan-Test indiziert \*\*\*-signifikante Heteroskedastizität im SDEM. Diese kann die p-Werte in geringem Ausmaß beeinflussen, wirkt sich aber nicht auf den Umfang der Schätzparameter aus. Alle Likelihood-Ratio-Tests für das SDEM fallen \*\*\*-signifikant aus, sodass die Wahl eines einfacheren Modells nicht angezeigt ist. Analog zum HVV-Datensatz stellt auch im VBB der Spatial-Hausman-Test die Eignung des SEM infrage (vgl. Abschnitt 4.1.2.3), was als Anlass dienen könnte, den Datensatz grundsätzlich in *urban* und *rural* aufzuteilen (Diskussion in Abschnitt 5.2.2).

Die allgemeine Modellgüte  $R^2$  liegt bei 0,12 (OLS) bzw. 0,13 (SLX). Das Pseudo- $R^2$  der Fehlerterm-Modelle SEM und SDEM liegt bei 0,88 bzw. 0,89. Damit klären diese beiden Modelle eine deutlich größere Varianz auf.

## 4.2.3 Inferenzstatistik auf Raster-Ebene

### 4.2.3.1 Stichprobenumfang

Im VBB lag eine Brutto-Stichprobe von 27 344 Geometrien vor, von denen 2 687 auf Berliner Stadtgebiet liegen. Der Umfang ergibt sich aus den Rasterzellen mit 500 m Kantenlänge mit mindestens einer gemeldeten Person nach Zensusfortschreibung.

Äquivalent zu den HVV-Daten wurde die Stichprobe um Rasterzellen bereinigt, die keine Nachbarzellen im Umkreis von 1 500 m haben, siehe Abschnitt 4.1.3. Auch die Aggregation der Tarif-Erreichbarkeit erfolgte nach dem dort beschriebenen Verfahren auf Grundlage des 100-m-Rasters. Nach Entfernung der Ausreißer umfasste die Netto-Stichprobe 15 869 Rasterzellen. Tabelle 18 fasst die deskriptiven Kennwerte der Eingangsvariablen zusammen.

### 4.2.3.2 Schätzparameter der Regression

Die rechte Spalte von Tabelle 17 fasst die Schätzer auf 500-m-Rasterebene für die vier Modelle zusammen. Grün hervorgehoben ist der Beta-Koeffizient für die Bevölkerungsdichte, der mit einem standardisierten  $\beta > 0,5$  auffällig großen Umfang annimmt, und zwar sowohl innerhalb der Rasterzelle als auch auf benachbarte Rasterzellen. Allerdings findet sich diese Auffälligkeit lediglich im SLX bzw. OLS, die eine sehr geringe Varianz aufklären (Abschnitt 4.2.3.3).

Die übrigen Schätzparameter sind in ihrem Umfang nicht auffällig. Das OLS überschätzt auch hier die Betas gegenüber den räumlichen Modellen. Von den unabhängigen Variablen ist lediglich die Distanz zum Zentrum nicht davon betroffen. Dass sieben der acht Variablen im linearen Modell deutlich überschätzt werden, unterstreicht die Relevanz der räumlichen Modelle, auch die Modellgüte deutet auf deren bessere Passung hin (vgl. Abschnitte 4.1.2.2 bzw. 4.2.3.3). Es folgt eine Beschreibung der Schätzparameter für die acht unabhängigen Variablen:

Die **Kaufkraft** wirkt sich in allen Modellen positiv auf die Tarif-Erreichbarkeit aus, und das mindestens \*-signifikant. Eine Steigerung der Kaufkraft um 1 000 EUR lässt im Umkreis der Haltestellen einen Anstieg der Tarif-Erreichbarkeit um 0,01 Einheiten (SDEM) bzw. einen Anstieg um 0,12 Einheiten (OLS) erwarten.<sup>58</sup> Der indirekte Effekt auf benachbarte Haltestellen ist im SLX \*\*\*-signifikant (In Tabelle 17 ist dieser Effekt als lag.Kaufkraft gekennzeichnet, gilt analog für die anderen unabhängigen Variablen).

Der **Mietpreis** wirkt sich in drei von vier Modellen positiv auf die Tarif-Erreichbarkeit aus, der Zusammenhang ist mindestens \*\*-signifikant. Ein Euro Steigerung der monatlichen Kaltmiete je Quadratmeter lässt eine Steigerung von 0,01 bis 0,17 Einheiten der Tarif-Erreichbarkeit erwarten (wobei die 0,17 im ungewichteten OLS den mit Abstand größten Wert darstellen; s.o.). Auch der Effekt auf benachbarte Rasterzellen ist \*\*\*-signifikant und positiv (lag.Miete).

---

<sup>58</sup> Auch hier Faktor 10 ggü. der Tabelle, siehe Fußnote 57.

**Tabelle 18: Eingangsvariablen im VBB auf Raster-Ebene.**

Variable	Einheit	Mittelwert	Median	SD	Min	Max	Quelle/Bezug	Zeitbezug
Tarif-Erreichbarkeit mit Budget 2,30 EUR	Standardabweichungen	-0,1	-0,3	0,6	-2	1,7	Eigene Berechnung (Abschnitt 3.2.3)	12/2018
Kaufkraft	10 000 EUR/a/Person	1,96	1,88	0,48	0,63	3,38	infas360	12/2018
Mietpreis	EUR/qm/Monat, kalt	5,91	5,68	0,93	3,79	9,07	infas360	12/2018
Pkw-Verfügbarkeit	Fahrzeuge/Person, approximiert vom Straßenblock	0,56	0,55	0,21	0,01	1,15	infas360	2018/19
Distanz zum Zentrum	km, Luftlinie	5,33	5,06	3,13	0,07	14,70	Zentrenkonzept der Metropolregion	12/2018
ÖPNV-Index	[ohne Einheit]	1,93	2,08	1,92	0,00	9,14	Eigene Berechnung (Abschnitt 3.2.1)	2018/19
Reisezeit zum nächsten Ziel	10 Minuten, gewichtet über 15 Kategorien vgl. Tarif-Erreichbarkeit (Abschnitt 3.2.3.4)	4,71	4,30	1,95	0,90	10,60	VBB-API („Fahrinfo“)	12/2018
Bevölkerungsdichte	100 Personen/ha	0,03	0,02	0,03	0,00	0,14	infas360	12/2018
Wohnfläche	10 qm	6,13	6,30	1,22	2,40	9,60	infas360	12/2018

**Quelle:** Eigene Darstellung. n = 15 869 bewohnte Rasterzellen, ohne Ausreißer. Im Anhang steht ergänzend die Tabelle 35 mit standardisierten Werten.

Nicht für alle Eingangsvariablen lag ein Wert auf Raster-Ebene vor. Für diese wurde jeweils der Bestwert der Haltestellen im Umkreis aggregiert (vgl. Abschnitt 3.1.2).

Die **Pkw-Verfügbarkeit** wirkt in zwei Modellen signifikant auf die Tarif-Erreichbarkeit, und zwar positiv. Der Umfang beträgt 0,1 bzw. 0,13 Einheiten (im SLX bzw. OLS), mit denen die Tarif-Erreichbarkeit pro zusätzlichem Fahrzeug je Einwohner\*in ansteigt. Der indirekte Effekt auf benachbarte Gemeinden ist lediglich im SLX \*\*\*-signifikant, also ohne Berücksichtigung des Fehlerterms, und in seiner Ausprägung deutlich stärker ( $\text{lag.Pkw-Verfügbarkeit} = 0,49$ ).

Die **Distanz zum Zentrum** wirkt in jedem Modell mindestens \*-signifikant. Das SLX schätzt einen positiven Zusammenhang, während die anderen Modelle eine negative Wirkung auf die Tarif-Erreichbarkeit zuweisen. Den indirekten Effekt schätzen sowohl SLX als auch SDEM negativ, allerdings nicht signifikant ausgewiesen. Im Übrigen ist die Distanz zum Zentrum die einzige Variable auf Raster-Ebene, für die das OLS den Einfluss im Vergleich zu den räumlichen Modellen unterschätzt (was eine Parallele zum HVV-Datensatz darstellt).

Der **ÖPNV-Index** stellt in keinem der räumlichen Modelle einen signifikanten Prädiktor für die Tarif-Erreichbarkeit dar. Lediglich im linearen OLS schätzt er eine negative Wirkung: Eine Zunahme des Angebotsniveaus sagt eine Verringerung der Tarif-Erreichbarkeit vorher. Aufgrund der starken Autokorrelation ist das OLS aber kein geeignetes Modell, um die Tarif-Erreichbarkeit verlässlich hervorzusagen, worauf die Güteparameter hindeuten (Abschnitt 4.2.3.3). Daher sollte der ÖPNV-Index auf Raster-Ebene nicht interpretiert werden.

Die **ÖPNV-Reisezeit zum nächsten Ziel** erhält in drei der vier Modelle einen signifikanten Beta-Koeffizienten, der jeweils negativ ausfällt. Damit entspricht die Richtung des Zusammenhangs dem Ergebnis auf Haltestellen-Ebene, wobei der Effekt deutlich geringer ausfällt, was ebenso für benachbarte Rasterzellen gilt ( $\text{lag.Reisezeit}$ ). Konsistent zur Datenlage im HVV auf Haltestellen-Ebene lässt sich dieses Phänomen dadurch erklären, dass periphere Rasterzellen in die Rechnung einfließen, an denen kein ÖPNV-Angebot existiert. Im Unterschied zu den Haltestellen weisen sie eine deutlich höhere Reisezeit und kleinere Beta-Schätzer auf (vgl. die Median-Reisezeit in Tabelle 16 mit Tabelle 18 sowie Abschnitt 4.1.3.2 für den HVV).

Für die **Bevölkerungsdichte** schätzen das SLX und das OLS einen signifikanten Zusammenhang. Wie auf Haltestellen-Ebene fällt dieser positiv aus. Wie im HVV ist der Spillover-Effekt des SLX für benachbarte 500-m-Zellen augenfällig, der siebenmal stärker ausfällt als der direkte Effekt: Ein Zuwachs der Dichte um 100 Personen/ha sagt für benachbarte Rasterzellen eine Steigerung der Tarif-Erreichbarkeit um 3,6 Einheiten vorher.

Die **Wohnfläche** übt auch im VBB in allen vier Modellen einen kleinen direkten negativen Einfluss aus, der mindestens \*-signifikant ist. Ein indirekter Einfluss wird sowohl durch das SLX als auch durch das SDEM signifikant geschätzt. Auch hier ist der Spillover auf die benachbarten Rasterzellen deutlich größer als der direkte Effekt.

#### 4.2.3.3 Sensitivität und Modellgüte

Der Moran's *I*-Test indiziert eine \*\*\*-signifikante globale Autokorrelation in den Residuen der OLS und zeigt somit an, dass räumliche Modelle genutzt werden sollten ( $I = 0,91$ ). Ein LISA-Plot ist mit den bestehenden Rechenkapazitäten nicht im 500-m-Raster darstellbar. Da die Tarif-Erreichbarkeit per Bestwert der umliegenden Haltestellen disaggregiert wurde (Abschnitt 4.1.3), darf allerdings auch hier von lokaler Autokorrelation ausgegangen werden.

Der Breusch-Pagan-Test indiziert auch hier \*\*\*-signifikante Heteroskedastizität im SDEM. Diese kann die p-Werte in geringem Ausmaß beeinflussen, wirkt sich aber nicht auf den Umfang der

Schätzparameter aus. Alle Likelihood-Ratio-Tests für das SDEM fallen \*\*\*-signifikant aus, wobei auch hier der Spatial-Hausman-Test die Eignung des SEM infrage stellt (vgl. Abschnitt 4.1.2.3).

Die allgemeine Modellgüte  $R^2$  ist beim OLS mit 0,16 und beim SLX mit 0,20 sehr niedrig. Das Pseudo- $R^2$  der Modelle SDEM und SEM mit Fehlerterm liegt bei 0,94, womit diese Modelle eine deutlich größere Varianz aufklären.

## 4.2.4 Inferenzstatistik auf Gemeinde-Ebene

### 4.2.4.1 Stichprobenumfang

Im VBB lag eine Brutto-Stichprobe von 863 Geometrien vor, von denen 447 die Planungsräume der Stadt Berlin abbilden und die verbleibenden 416 die brandenburgischen Gemeinden. Bereinigt wurden Geometrien, in denen keine Bevölkerung gemeldet ist oder die laut Flächennutzungsplan keine Wohnnutzung repräsentieren (z.B. Messe Berlin, Großer Tiergarten).

Die Netto-Stichprobe umfasste 738 Geometrien. Sie basiert auf der 100-m-Raster-Stichprobe, wobei jeweils der Median der bewohnten Zellen aggregiert wurde. Tabelle 19 fasst die deskriptiven Kennwerte der Eingangsvariablen zusammen.

### 4.2.4.2 Schätzparameter der Regression

Die linke Spalte von Tabelle 17 zeigt die Schätzparameter auf Gemeinde-Ebene für die vier Modelle. Grün hervorgehoben sind Koeffizienten mit auffälligen standardisierten Beta-Schätzern (gelb: auffällig negativ mit  $|\beta| < -0,3$ ; dunkelgrün: stark auffällig positiv mit  $|\beta| > 0,5$ ). Im direkten Effekt betrifft dies lediglich die Dichte, und nur im unkorrigierten OLS. Stark auffällig sind die indirekten Betas für die Dichte im SDEM und SLX sowie auffällig für die Reisezeit im SDEM.

Auch im VBB fällt es auf, dass der Anteil signifikanter Zusammenhänge auf Gemeinde-Ebene kleiner ist als auf den anderen Untersuchungsebenen. 28 der 48 Beta-Schätzer verfehlen das Signifikanzniveau von  $p < 0,05$ . Die Gründe dafür dürften analog zum HVV in der Aggregation über den Median und in der vergleichsweise kleinen Stichprobe zu finden sein (siehe Erläuterung zum HVV-Ergebnis in Abschnitt 4.1.4.2).

Es folgt eine Beschreibung der Schätzparameter für die acht unabhängigen Variablen:

Die **Kaufkraft** wirkt sich in allen vier Modellen positiv auf die Tarif-Erreichbarkeit aus. Eine Steigerung der Kaufkraft um 1 000 EUR lässt innerhalb der Gemeinde eine Steigerung der Tarif-Erreichbarkeit um 0,28 bis 0,45 Einheiten erwarten.<sup>59</sup> Somit ist die Wirkrichtung analog zu den anderen beiden Untersuchungsebenen. Die Beta-Schätzer sind deutlich größer, sowohl in den Ursprungseinheiten in Tabelle 17 als auch in den standardisierten Parametern in Tabelle 38. Abgesehen vom inversen Vorzeichen zeigt sich dieses Bild auch im HVV.

Der **Mietpreis** wirkt sich allein im SDEM \*\*-signifikant auf die Tarif-Erreichbarkeit aus, und zwar negativ. Ein Euro Steigerung der Medianmiete lässt eine Senkung von 0,09 Einheiten der Tarif-Erreichbarkeit erwarten. Der Effekt auf benachbarte Gemeinden ist nicht signifikant (In Tabelle 17 als lag.Miete gekennzeichnet, gilt analog für die anderen unabhängigen Variablen).

---

<sup>59</sup> Auch hier Faktor 10 ggü. der Tabelle, siehe Fußnote 57.

**Tabelle 19: Eingangsvariablen im VBB auf Gemeinde-Ebene.**

Variable	Einheit	Mittelwert	Median	SD	Min	Max	Quelle/Bezug	Zeitbezug
Tarif-Erreichbarkeit mit Budget 2,30 EUR	Standardabweichungen	0,2	0,1	0,7	-1,6	19	Eigene Berechnung (Abschnitt 3.2.3)	12/2018
Kaufkraft	10 000 EUR/a/Person	1,99	1,94	0,32	1,43	2,94	infas360	12/2018
Mietpreis	EUR/qm/Monat, kalt	7,01	7	1,47	4,47	11,19	infas360	12/2018
Pkw-Verfügbarkeit	Fahrzeuge/Person, approximiert vom Straßenblock	0,46	0,5	0,17	0,1	0,88	infas360	2018/19
Distanz zum Zentrum	km, Luftlinie	3,22	1,79	2,93	0,21	11,67	Zentrenkonzept der Metropolregion	12/2018
ÖPNV-Index	[ohne Einheit]	5,06	5,04	3,05	0	13,09	Eigene Berechnung (Abschnitt 3.2.1)	2018/19
Reisezeit zum nächsten Ziel	10 Minuten, gewichtet über 15 Kategorien vgl. Tarif-Erreichbarkeit (Abschnitt 3.2.3.4)	3,06	2,3	1,66	1,3	8,7	VBB-API („Fahrinfo“)	12/2018
Bevölkerungsdichte	100 Personen/ha	0,7	0,31	0,76	0,04	2,87	infas360	12/2018
Wohnfläche	10 qm	5,49	5,6	1,26	2,4	9,1	infas360	12/2018

**Quelle:** Eigene Darstellung. n = 738 Gemeinden bzw. Planungsräume, ohne Ausreißer. Im Anhang steht ergänzend die Tabelle 36 mit standardisierten Werten.

Es wurde jeweils der Median aller bewohnten 100-m-Rasterzellen im Gemeindegebiet aggregiert.

Weder **Pkw-Verfügbarkeit** noch **Distanz zum Zentrum** weisen signifikante Zusammenhänge auf. Die Wahrscheinlichkeit, dass es sich um Zufallstreffer handelt, ist in allen vier Modellen größer als die Signifikanzschwelle  $p = 0,05$ . Die Pkw-Verfügbarkeit zeigt im SLX einen indirekten \*-signifikanten Effekt von 1,28, allerdings klärt das SLX nur wenig Varianz auf (Abschnitt 4.2.4.3).

Der **ÖPNV-Index** zeigt im SEM und im OLS einen mindestens \*-signifikanten Zusammenhang mit der Tarif-Erreichbarkeit. Die Ausprägung ist schwach positiv, passt in ihrer Richtung somit zum HVV. Der Beta-Schätzer des SEM von 0,03 ist der Einzige auf den drei Ebenen, der im VBB für eine Interpretation infrage kommt. Die anderen Betas erreichen entweder kein Signifikanzniveau oder werden durch das lineare OLS mit kleiner Modellgüte geschätzt.

Die **ÖPNV-Reisezeit zum nächsten Ziel** erhält in drei von vier Modellen einen mindestens \*-signifikanten negativen Schätzparameter. Eine Verlängerung der Reisezeit um zehn Minuten lässt eine Verringerung der Tarif-Erreichbarkeit um 0,04 (SEM) bis 0,07 (SDEM) erwarten. Dies ist in der Richtung kohärent mit den Ergebnissen für den HVV, in der absoluten Ausprägung aber etwas schwächer. Anders als im HVV schätzt das SDEM allerdings für den Spillover-Effekt einen negativen Zusammenhang: Je größer die Reisezeit ausfällt, desto niedrigere Tarif-Erreichbarkeit ist in benachbarten Gemeinden zu erwarten. Die **Bevölkerungsdichte** zeigt in allen Modellen \*\*\*-signifikante positive Schätzer, auch für die indirekten Effekte, dort sogar stark auffällig. Je größer die Dichte ausfällt, desto höhere Tarif-Erreichbarkeit ist zu erwarten.

Die **Wohnfläche** übt allein im SEM einen schwachen \*-signifikant negativen Einfluss auf die Tarif-Erreichbarkeit aus. Dies ist kohärent mit der Wirkrichtung der kleinräumigeren SEM-Varianten, wobei der Beta-Schätzer deutlich größer ausfällt. Die anderen Modelle erreichen auf Gemeinde-Ebene kein Signifikanzniveau; dies gilt ebenso für die indirekten Effekte.

#### 4.2.4.3 Sensitivität und Modellgüte

Moran's  $I$  indiziert \*\*\*-signifikante globale Autokorrelation im OLS und empfiehlt räumliche Modelle ( $I = 0,51$ ). Der LISA-Plot weist auch eine lokale Autokorrelation aus, in der sich die verdichteten Gebiete Berlins sowie verschiedene Sozialtarife in Brandenburg wiedererkennen lassen (Abbildung 45, vgl. auch den LISA-Plot für die Haltestellen in Abbildung 51).

Der Breusch-Pagan-Test indiziert \*\*\*-signifikante Heteroskedastizität im SDEM. Alle Likelihood-Ratio-Tests für das SDEM fallen \*\*\*-signifikant aus und bestätigen es somit als bestes der vier Modelle, wobei der Spatial-Hausman-Test – wie auf den anderen Ebenen – die Eignung des SEM infrage stellt (vgl. Abschnitt 4.1.2.3). Die allgemeine Modellgüte  $R^2$  beträgt 0,45 (OLS) bzw. 0,48 (SLX). Das Pseudo- $R^2$  der Modelle mit Fehlerterm beträgt 0,74 (SEM) bzw. 0,75 (SDEM).

#### 4.2.5 Arbeitshypothesen (alle Ebenen)

Auch für den VBB wurden die 13 Arbeitshypothesen geprüft; Tabelle 20 fasst die Ergebnisse zusammen. SDEM und SEM klären in allen Auflösungen die größte Varianz auf, allerdings wird das SEM auf allen Ebenen durch den Spatial-Hausman-Test in Zweifel gezogen. Daher werden die Hypothesen anhand des standardisierten bivariaten SDEM geprüft. Alle Ergebnisse samt Güteparameter der Modelle lassen sich den separaten Modellberichten entnehmen.<sup>60</sup>

---

<sup>60</sup> DOI: [10.15480/882.13162](https://doi.org/10.15480/882.13162)



Hypothese U/R	Beta-Koeffizienten					
	Gemeinde		Haltestelle		Raster	
	urban	rural	urban	rural	urban	rural
1  Kaufkraft → ÖV-Angebot	0,03	0,01	-0,1	0	-0,31	-0,04
2  Dichte → Kaufkraft	-0,2	0,15	-0,33	-0,27	-0,09	0,5
3  Kaufkraft → Tarif-Erreichbarkeit	0,08	0,16	-0,1	0,15	-0,03	0,01
4  Distanz zum Zentrum → Tarif-Erreichbarkeit	-1,01	-0,04	-0,24	-0,02	-0,24	-0,1
5  Pkw-Besitz → Tarif-Erreichbarkeit	-0,47	0,05	-0,24	0,1	-0,06	0
G1  Dichte hat im multivariaten Modell das größte $\beta$	nein		nein		nein	
G2  Pseudo- $R^2$ des SDEM steigt mit Modell-Auflösung	0,75		0,91		0,94	→ beibehalten
G3  Gini-Koeffizient steigt mit der Modell-Auflösung	0,45		0,46		0,47	→ beibehalten

Zeichen	
1	Hypothese beibehalten
1	Hypothese falsifiziert, da Richtung des Zusammenhangs anders ist
1	Hypothese falsifiziert, da Zusammenhang nicht signifikant ist

Version: ausw3  
23.05.2025

**Tabelle 20: Ergebnisse zu den Arbeitshypothesen im VBB.** Hypothesen U1 bis U5, R1 bis R5 ( $\beta$  im standardisierten multivariaten Modell) sowie G1 bis G3 im VBB (Einheiten stehen in der Hypothese). Fett und farbig hervorgehoben sind Ergebnisse, die eine Beibehaltung der Hypothese erlauben. Die Parameter für G1 und G2 ergeben sich aus Tabelle 17, der Gini-Koeffizient ist in Abbildung 52 ersichtlich. Die Schätzer für U1 bis U5 und R1 bis R5 basieren auf standardisierten bivariaten Modellen, die in den Modellberichten für jede Hypothese in Textform erklärt werden (DOI: 10.15480/882.13162).

#### 4.2.5.1 Zehn spezifische Hypothesen für *urbane* / *rurale* Gebiete

Auf **Gemeinde-Ebene** können die drei Hypothesen **U2**, **U4** und **U5** für die *urbanen* Gebiete beibehalten werden, daher sind sie in

Tabelle 20 hervorgehoben. Allerdings wirkt die Kaufkraft über den VBB hinweg in kleinem Umfang positiv auf das ÖPNV-Angebot, womit ein anderes Vorzeichen eintritt als erwartet. Gleiches gilt für die Wirkung der Kaufkraft auf die Tarif-Erreichbarkeit, die im bivariaten Modell ebenfalls schwach positiv ausfällt. Somit sind die Hypothesen **U1** und **U3** zu verwerfen.

Für *rurale* Gebiete müssen mit Ausnahme der **R3** alle Hypothesen verworfen werden. Die gemessene Richtung der Zusammenhänge entspricht zwar teilweise der Erwartung, allerdings erfüllt keines der vier bivariaten Modelle die Kriterien für die statistische Signifikanz. Es ist also nicht auszuschließen, dass es sich um Zufallsbefunde handelt.

Auf **Haltestellen-Ebene** können vier der fünf *urbanen* Hypothesen beibehalten werden, da der Zusammenhang signifikant in der postulierten Richtung besteht. Für Hypothese **U4** ist der Zusammenhang zwar wie erwartet negativ, allerdings nicht statistisch signifikant.

In *ruralen* Gebieten kann nur Hypothese **R3** beibehalten werden, der Umfang ist fast gleich wie auf Gemeinde-Ebene. Die Hypothesen **R1** und **R4** werden mangels Signifikanz verworfen und **R2** und **R5** weisen in die entgegengesetzte Richtung. Anders als postuliert, sagt eine steigende Dichte also auch in *ruralen* Gebieten ziemlich deutlich eine sinkende Kaufkraft voraus. Die Pkw-Verfügbarkeit wirkt, anders als erwartet, schwach positiv auf die Tarif-Erreichbarkeit.

Auf **Raster-Ebene** wirken alle fünf bivariaten *urbanen* Zusammenhänge signifikant in der postulierten Richtung, sodass ihre Hypothesen beibehalten werden. Drei der fünf *ruralen* Hypothesen werden allerdings verworfen: Steigende Kaufkraft sagt auch in *ruralen* Gebieten des VBB ein sinkendes ÖPNV-Angebot voraus (**R1**) und die Schätzer Kaufkraft → Tarif-Erreichbarkeit sowie Pkw-Besitz → Tarif-Erreichbarkeit sind nicht signifikant (**R3** und **R5**).

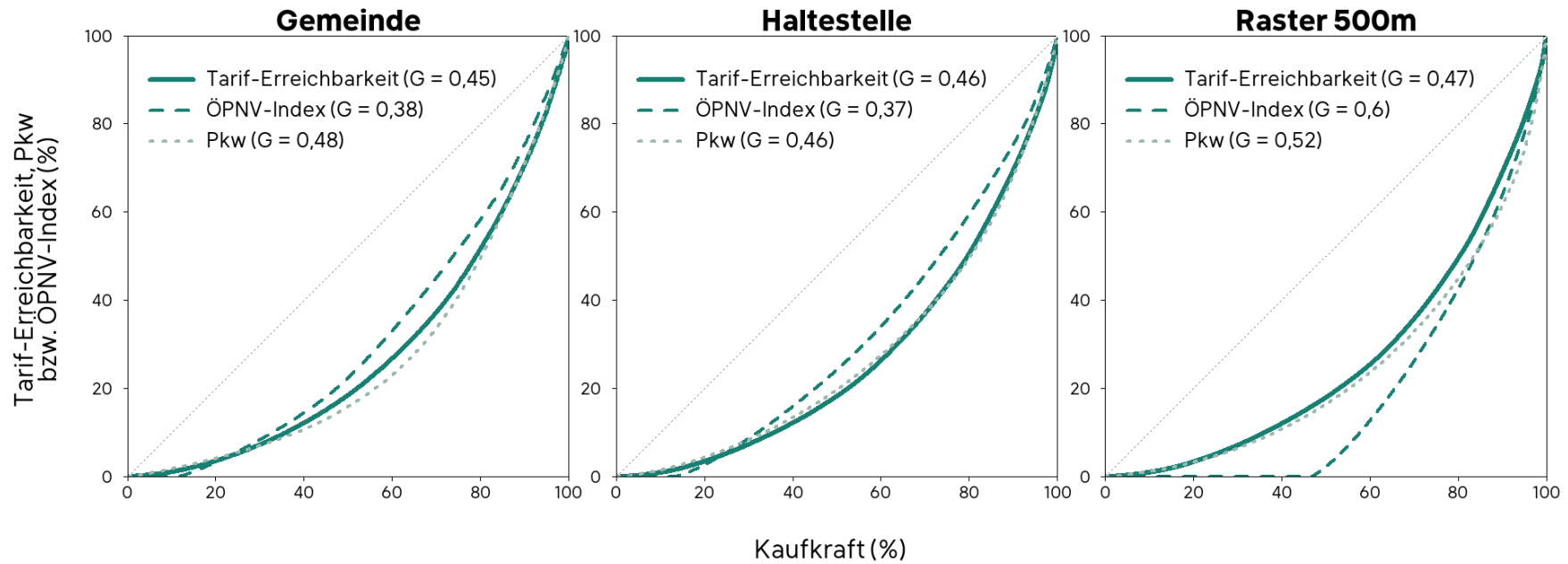
#### 4.2.5.2 Drei generelle Hypothesen für beide Gebietstypen

Hypothese **G1** postuliert, dass die Bevölkerungsdichte im standardisierten SDEM den größten Ausschlag gibt. Zur Überprüfung der Hypothese werden jeweils die direkten Beta-Koeffizienten der multivariaten Modelle verglichen, das Vorzeichen spielt dabei keine Rolle. In den Modellen auf Gemeinde- und auf Haltestellen-Ebene gibt es andere Eingangsvariablen mit größerem Beta (Tabelle 38 im Anhang). Auf Raster-Ebene übt die Dichte zwar mit -0,06 Standardabweichungen den stärksten Einfluss aus, allerdings ist der Zusammenhang nicht signifikant. Hypothese G1 wird daher für alle Untersuchungsebenen verworfen.

Hypothese **G2** postuliert eine Verbesserung der Modellgüte mit der Auflösung. Diese lässt sich anhand des Pseudo-R<sup>2</sup> in Tabelle 17 feststellen, das von 0,75 auf 0,94 ansteigt. Somit kann die Hypothese beibehalten werden: Je feiner das Modell ist, desto mehr Varianz klärt es auf.

Hypothese **G3** postuliert, dass die Sensitivität der Tarif-Erreichbarkeit für Ungleichverteilung mit der räumlichen Auflösung größer wird. Der Gini-Koeffizient steigt von der Gemeinde-Ebene bis zur Raster-Ebene von  $G = 0,45$  bis  $G = 0,47$  an, dies verdeutlichen die durchgezogenen grünen Lorenzkurven in Abbildung 52 auf der folgenden Seite. Somit wird die Hypothese G3 ebenfalls beibehalten. Um Ungleichheit abzubilden, ist feine Modell sensitiver als ein grobes.

**Abbildung 52: Lorenzkurven für den VBB: Tarif-Erreichbarkeit, ÖPNV-Index und Pkw-Verfügbarkeit.**



**Quelle:** Eigene Darstellung. Die Bauchigkeit der Lorenzkurve nimmt mit der räumlichen Auflösung zu, womit Hypothese G3 beibehalten werden kann. Der steile Anstieg des ÖPNV-Index auf der Raster-Ebene zeigt an, dass die VBB-Bevölkerung mit etwa der Hälfte der Kaufkraft nicht über ein Mindestangebot an ÖPNV gemäß Abschnitt 3.2.1 verfügt (rechts, gestrichelte Kurve). n = 860 Gemeinden / 12 369 Haltestellen / 27 283 bewohnte Rasterzellen, 500 m.

## 4.3 HVV und VBB im Vergleich

Im Folgenden werden die Ergebnisse für den HVV und den VBB gegenübergestellt. Der Fokus liegt auf den strukturellen Unterschieden, die sich aus der geschilderten Datenlage in Bezug auf die Verkehrsverbünde ergeben. Zunächst erfolgt eine explorative Betrachtung, die sich auf die Kartendarstellung und einige deskriptive Kennwerte bezieht. Anschließend werden die Unterschiede der statistischen Schätzparameter herausgearbeitet.

### 4.3.1 Explorative Statistik

Im direkten Vergleich der Erreichbarkeitskarten zeigt sich innerhalb der Metropolen Hamburg und Berlin ein ähnliches Bild. Die Gebiete hoher Tarif-Erreichbarkeit überschneiden sich mit den dicht besiedelten Gebieten, die in der Regel durch einen hohen ÖPNV-Index geprägt sind (Abbildung 38 und Abbildung 47, jeweils die Punkte auf dem Kartenausschnitt rechts oben). Des Weiteren zeigen die verbundweiten Karten, dass die Tarif-Erreichbarkeit auch regional der Zentralität folgt. Insbesondere im direkten Umland sind die Haltestellen deutlich dunkler eingefärbt und zeigen somit eine hohe Tarif-Erreichbarkeit an. Diese geht im HVV ganz deutlich mit einer hohen ÖPNV-Angebotsqualität in den Siedlungskernen einher (Abbildung 38, oben links).

Im VBB dagegen fällt auf, dass die Tarif-Erreichbarkeit viel weiter in die Fläche hineinreicht. Insbesondere südlich von Berlin gibt es großflächige Gebiete, die peripher liegen und dennoch eine hohe Tarif-Erreichbarkeit aufweisen; diese werden im Abschnitt 4.2.1.2 beschrieben und kartiert. Erklären lässt sich dies durch die dezentral geschnittenen Sozialtarife im VBB, die in einigen Landkreisen gelten (ebd., vgl. auch Abbildung 13 auf S. 61). In der Folge ist die finanzielle Erreichbarkeit im VBB deutlich gleichmäßiger verteilt. Dies lässt sich auch am Gini-Koeffizienten ablesen. Dieser beträgt im VBB zwischen 0,45 und 0,47, während er im HVV zwischen 0,59 und 0,87 variiert (Tabelle 21). Der höhere Gini-Koeffizient bedeutet, dass sich die kumulierte Tarif-Erreichbarkeit im HVV auf einen kleineren Anteil der Bevölkerung verteilt.

Auch am Umfang der Gebiete mit niedriger Tarif-Erreichbarkeit ist dieser Unterschied abzulesen. Im VBB hat etwa ein Prozent der Bevölkerung Zugang zu keinem Erreichbarkeitsziel, während der HVV-Anteil von neun Prozent beträgt (vgl. auch Tabellen in Abschnitt 5.3, dort wird allerdings nach Metropole und Umland getrennt). Dies spiegelt sich in den Lorenzkurven, die im HVV (Abbildung 44) deutlich bauchiger ausfallen als im VBB (Abbildung 52). Der VBB schafft also gemessen am Budget von 2,30 EUR ein deutlich größeres Maß an Erreichbarkeit als der HVV. Diese lässt sich sowohl kartografisch abbilden als auch im Gini-Koeffizienten ausdrücken.

**Tabelle 21: Gini-Koeffizienten im HVV und VBB für Tarif-Erreichbarkeit, ÖPNV-Index und Pkw-Verfügbarkeit.**

Variable	Verbund	Gini-Koeffizient nach Untersuchungsebene		
		Gemeinde	Haltestelle	Raster
Tarif-Erreichbarkeit	HVV	0,59	0,8	0,87
	VBB	0,45	0,46	0,47
ÖPNV-Index	HVV	0,32	0,27	0,53
	VBB	0,38	0,37	0,6
Pkw-Besitz	HVV	0,43	0,36	0,48
	VBB	0,48	0,46	0,52

**Quelle:** Eigene Darstellung. Abweichungen von  $\pm 25$  Prozent zwischen den Verbänden sind hervorgehoben. Für eine grafische Darstellung als Lorenzkurven siehe Abbildung 44 und Abbildung 52.

### 4.3.2 Inferenzstatistik

In diesem Abschnitt werden Unterschiede zwischen den beiden Verbänden herausgearbeitet, die im Vergleich der multivariaten Modelle auffallen. Als Vergleichsgröße hierfür dienen die Schätzparameter des SDEM, da dieses Modell in beiden Verkehrsverbänden und auf allen Untersuchungsebenen die größte Varianz aufklärt (siehe Abschnitte 4.1 und 4.2, jeweils Sektion *Sensitivität und Modellgüte*). Es handelt sich bei beiden um räumlich-korrigierte Modelle. Während das SEM lediglich den Einfluss des Fehlerterms auf benachbarte Gebiete berücksichtigt (lagged error), inkludiert das SDEM den Einfluss der unabhängigen Variablen und die Fehlerterme (lagged X und lagged error); siehe auch die ausführliche Beschreibung im Methodikteil in Abschnitt 3.3.6.

Wesentlich unterscheiden sich der HVV und VBB in der Wirkrichtung zweier Zusammenhänge:

Erstens erhält die **Kaufkraft** im HVV einen negativen Schätzparameter (auch im indirekten Effekt als lag.Kaufkraft). Eine Zunahme der Kaufkraft lässt eine Abnahme der Tarif-Erreichbarkeit erwarten, was zu den bisherigen Ergebnissen passt, die für Hamburg erzielt wurden. Das ÖPNV-Angebot, gemessen an absoluten Abfahrten, ist in denjenigen Gebieten etwas stärker ausgeprägt, in denen die Kaufkraft niedrig ist (Aberle et al. 2025, Figure 4). Allerdings sind die statistischen Schätzer nur auf Raster- und Gemeindeebene signifikant und gemessen am standardisierten Beta nicht besonders stark.

Im VBB hingegen sagt die Kaufkraft eine steigende Tarif-Erreichbarkeit voraus, und das mit deutlich größeren Koeffizienten als im HVV. In der Tat gibt es im Umland von Berlin und Potsdam fast einen geschlossenen Ring aus Gemeinden mit hoher Kaufkraft und mittlerer bis hoher Tarif-Erreichbarkeit. Besonders großzügig fällt dieses Ringsegment im südlichen Umland sowie östlich und nordwestlich von Berlin aus (Abschnitt 4.2.1.4). In solchen Gemeinden lebt knapp ein Sechstel der Bevölkerung des VBB. Im direkten Umland Berlins und Potsdams profitiert die Bevölkerung also von einer günstigen Raumstruktur mit vergleichsweise kurzen Wegen zu vielen Zielgelegenheiten, die durch preiswerte Sozialtarife der Landkreise Teltow-Fläming und Dahme-Spreewald bzw. den 3-km-Kurzstreckentarifen einzelner Verkehrsunternehmen in den Landkreisen Oberhavel sowie Havelland ergänzt wird. Während die Sozialtarife denjenigen Fahrgästen vorbehalten sind, die eine Bedürftigkeit nachweisen, stehen die Kurzstreckentarife allen offen (Tabelle 30 im Anhang). In Kombination schaffen die Sondertarife für die etwa 830 000 Menschen in den VBB-Gebieten mit hoher Kaufkraft somit ein Mehr an finanzieller

Erreichbarkeit gegenüber dem Wabentarif. Es ließe sich an dieser Stelle durchaus argumentieren, dass diese Kombination zu Mitnahme-Effekten einlädt, indem manche Fahrgäste ein günstiges Ticket zu 1,30 EUR lösen, die sich eigentlich einen höheren Fahrpreis leisten könnten.

Zweitens erhält die **Pkw-Verfügbarkeit** im HVV einen negativen Beta-Schätzer: Eine niedrige Quote verfügbarer Fahrzeuge sagt hohe Tarif-Erreichbarkeit voraus, sowohl im direkten als auch im indirekten Effekt (lag.Pkw-Verfügbarkeit) und auf allen räumlichen Ebenen. Dies entspricht den erwarteten Ergebnissen im Sinne einer wechselseitigen Abhängigkeit aus hoher Bevölkerungsdichte, dichter Raumstruktur, niedriger Pkw-Quote und gutem ÖPNV-Angebot (Abschnitte 2.1.6 bis 2.1.9).

Im VBB allerdings fällt der Zusammenhang umgekehrt aus, wenngleich er nur für die Haltestellen-Ebene signifikant ist: Eine steigende Pkw-Quote im Haltestellenumfeld lässt eine steigende Tarif-Erreichbarkeit erwarten.

Abbildung 53 hebt diejenigen Haltestellen hervor, in denen die beiden fraglichen Variablen hoch ausfallen. Auch hier stechen im VBB deutlich diejenigen Gebiete heraus, die als dezentrale Cluster hoher Tarif-Erreichbarkeit auftreten (Abbildung 46) und eine hohe Kaufkraft aufweisen (Abbildung 48, dort türkis und dunkelgrün). Die Kombination aus Pkw-Verfügbarkeit und Tarif-Erreichbarkeit im oberen Terzil tritt geballt im südlichen, nordwestlichen und östlichen Umland Berlins und Potsdams auf. Der Anteil der Haltestellen ist mit 10,8 Prozent deutlich größer als im HVV, wo lediglich 1,5 Prozent im oberen Terzil beider Variablen liegen (Abbildung 53, unten). Dort ballt sich die Tarif-Erreichbarkeit innerhalb des Gebiets Hamburg AB und es gibt lediglich vier erreichbarkeitsstarke Haltestellen außerhalb.<sup>61</sup> Die hohe Pkw-Verfügbarkeit hingegen ballt sich in den Randlagen, sodass sich die hohen Ausprägungen der beiden Variablen lediglich an 102 Haltestellen überschneiden, die die besagten 1,5 Prozent der Stichprobe darstellen.

Die dunkle Einfärbung der dezentralen Cluster in Abbildung 46 suggeriert, dass die flächigen Sozial- und Sondertarife im VBB den maßgeblichen Ausschlag für die Abweichung vom HVV-Ergebnis geben. In einem separaten Testdatensatz auf Haltestellen-Ebene wurde dieser Zusammenhang geprüft, indem die Tarif-Erreichbarkeit ohne Flächen- und Sondertarife berechnet wurde. Die statistische Auswertung erfolgte nach dem in Abschnitt 3.3 beschriebenen Verfahren, also exakt wie für die anderen Datensätze. Die Beta-Schätzer der beiden relevanten Variablen werden in Tabelle 22 verglichen.

---

<sup>61</sup> Lediglich die Bahnhöfe Ratzeburg, Lüneburg, Buchholz (Nordheide) und Stade (Niederelbe) weisen eine Tarif-Erreichbarkeit im oberen Terzil auf und liegen außerhalb des Gebiets Hamburg AB.

**Tabelle 22: Ergebnis der Plausibilitätsprüfung für die Tarif-Erreichbarkeit im VBB.**

Datensatz	Standardisiertes Beta im SDEM		Pseudo-R <sup>2</sup>
	Kaufkraft	Pkw-Verfügbarkeit	
<b>VBB, komplett</b>	0,09	0,08	0,88
<b>VBB, Plausibilitätsprüfung</b> ohne flächige Sozial- und Sondertarife	0,12	0,05	0,89

**Quelle:** Eigene Darstellung. Verglichen werden standardisierte Schätzer im SDEM für die Tarif-Erreichbarkeit im VBB (komplett) mit den Schätzern für den VBB (ohne flächige Sozial- und Sondertarife). Der Vergleich dient der Plausibilisierung, ob die Abweichung zum HVV in den Flächentarifen begründet ist. Alle Parameter können in den separaten Modellberichten eingesehen werden ([DOI: 10.15480/882.13162](https://doi.org/10.15480/882.13162)).

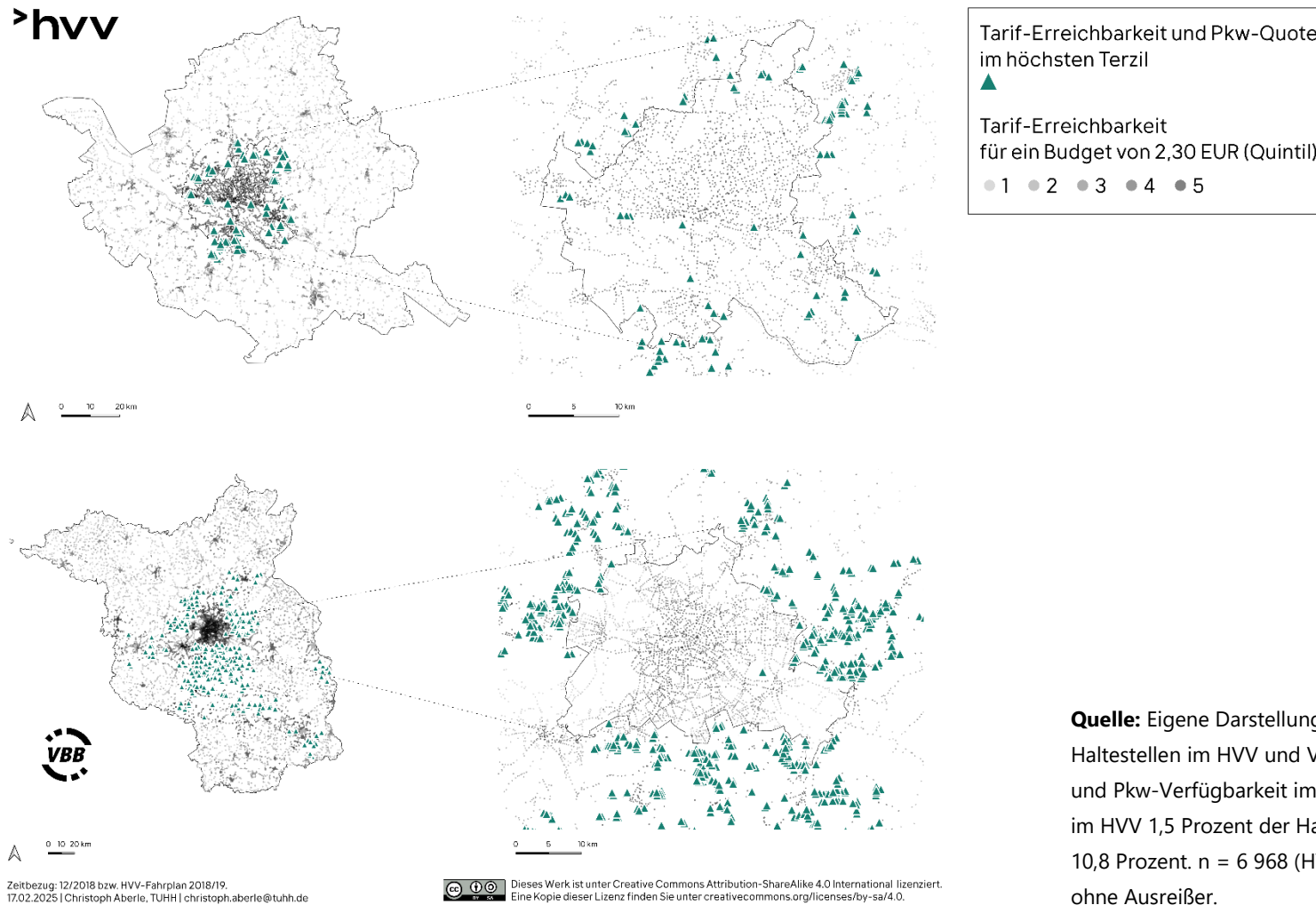
Das standardisierte Beta für die Kaufkraft ist beim Plausibilisierungs-Datensatz merklich höher, allerdings auf niedrigem Niveau (0,12 gegenüber 0,09). Werden die flächigen Sozial- und Sondertarife im VBB nicht berücksichtigt, lässt also ein Zuwachs der Kaufkraft um eine Standardabweichung einen Zuwachs der Tarif-Erreichbarkeit um 0,12 Standardabweichungen erwarten, was den Schätzer im kompletten Datensatz um ein Drittel übertrifft. Die Pkw-Verfügbarkeit sorgt im gesonderten Modell für einen geringeren Zuwachs der Tarif-Erreichbarkeit, und dies ebenfalls auf niedrigem Niveau. Ein bedeutsamer Umfang oder gar ein Vorzeichenwechsel stellt sich für keine der Variablen ein, was beim kleinen Anteil der Haltestellen auch überraschend wäre.<sup>62</sup>

Die Plausibilitätsprüfung kommt somit zum Ergebnis, dass die flächigen Sonder- und Sozialtarife in der Inferenzstatistik eine relevante Rolle spielen, allerdings keinen Ausschlag in der Größenordnung geben, der den deutlichen Unterschied zum HVV monokausal erklären könnte. Eine größere Relevanz ist daher dem allgemeinen Niveau der Tarif-Erreichbarkeit zuzuschreiben, die verbundweit höher liegt. Im VBB können Fahrgäste mit dem Budget von 2,30 EUR im Median 91 Haltestellen erreichen, während es im HVV nur 74 Haltestellen sind.

Die restlichen Eingangsvariablen zeigen derweil erwartbare Muster, die im HVV und VBB weitgehend gleich ausfallen. Abgesehen von der Kaufkraft und Pkw-Verfügbarkeit weisen die Schätzparameter, mit Ausnahme vereinzelter Modellstränge, in die gleiche Richtung.

<sup>62</sup> An etwa 14 Prozent der Haltestellen im VBB gelten die flächigen Sozial- und Haustarife, im kombinierten Einzugsgebiet leben sieben Prozent der Bevölkerung. Für einen Vorzeichenwechsel des verbundweiten Beta-Schätzers müsste dort die Tarif-Erreichbarkeit regelrecht abstürzen, doch statt der Sondertarife gilt im separaten Datensatz der reguläre VBB-Wabentarif und schafft eine grundständige Erreichbarkeit. Eine klickbare Karte ist im Modellbericht für die Plausibilitätsprüfung hinterlegt ([DOI: 10.15480/882.13162](https://doi.org/10.15480/882.13162)).

**Abbildung 53: Haltestellen mit hoher Tarif-Erreichbarkeit und hoher Pkw-Verfügbarkeit.**



**Quelle:** Eigene Darstellung. Abgebildet sind Haltestellen im HVV und VBB mit Tarif-Erreichbarkeit und Pkw-Verfügbarkeit im oberen Terzil. Dies betrifft im HVV 1,5 Prozent der Haltestellen und im VBB 10,8 Prozent.  $n = 6\,968$  (HVV) bzw.  $n = 9\,513$  (VBB), ohne Ausreißer.

### 4.3.3 Zusammenfassung

Es lässt sich also feststellen, dass die beiden Verkehrsverbünde ein strukturell unterschiedliches Muster zeigen. Während das Tarifsystem des HVV im zentralen Gebiet Hamburg AB eine sehr hohe Tarif-Erreichbarkeit schafft, ist die finanzielle Erreichbarkeit im restlichen Verbundgebiet deutlich geringer. Der VBB hingegen bietet mit seinen flächigen Sozialtarifen eine große Erreichbarkeit auch in peripheren Lagen. In zwei Landkreisen beträgt die Reiseweite bis zu 25 km, womit entsprechend viele Ziele erschlossen werden.

Wie die voranstehenden Abschnitte verdeutlichen, ist dieses Muster zumindest anteilig auf die Kurzstrecken- und Sozialtarife im VBB zurückzuführen. Diese schaffen auch dort ein hohes Niveau der Tarif-Erreichbarkeit, wo die raumstrukturellen Ausgangsbedingungen eigentlich eine geringe Erreichbarkeit erwarten ließen: Die Sondertarife gelten großflächig in randständigen Gebieten, die durch eine vergleichsweise geringe Bevölkerungsdichte und eine hohe Pkw-Quote gekennzeichnet sind. Dies betrifft im Falle der Pkw-Verfügbarkeit mehr als zehn Prozent der Haltestellen in der VBB-Stichprobe, während nur weniger als zwei Prozent der HVV-Haltestellen diese Eigenschaften aufweisen. Das Resultat sind statistische Schätzer in den multivariaten Modellen für den VBB, die in den unabhängigen Variablen Kaufkraft und Pkw-Verfügbarkeit ein anderes Vorzeichen erhalten als im HVV. Dabei handelt es sich um erklärbare Auswirkungen des Tarifzuschnitts. Anders als es die Farbe der Kartendarstellung suggeriert, ist der stochastische Einfluss der flächenhaften Sonder- und Sozialtarife allerdings moderat, wie eine Plausibilitätsprüfung ergibt, die besagte Tarife testweise aus der Analyse ausschließt. Für eine monokausale Erklärung reichen die Sozialtarife im VBB-Gebiet also nicht hin, stattdessen tragen auch das allgemein niedrigere Preisniveau bzw. die höhere Reichweite der Preisstufen zur vergleichsweise hohen Tarif-Erreichbarkeit bei.

Die Beta-Schätzer der verbleibenden sechs unabhängigen Variablen fallen in ihrer Richtung in den beiden Verbänden gleich aus. Zu beobachten ist überdies, dass weder im HVV noch im VBB auf Gemeinde-Ebene eine signifikante Schätzung für den Einfluss der Zentralität erreicht wird. Dies liegt mutmaßlich an der Luftlinienberechnung zum nächstgelegenen Zentrum, siehe hierzu die Diskussion in Abschnitt 5.2.4.

## 4.4 Das Fare Accessibility Dashboard

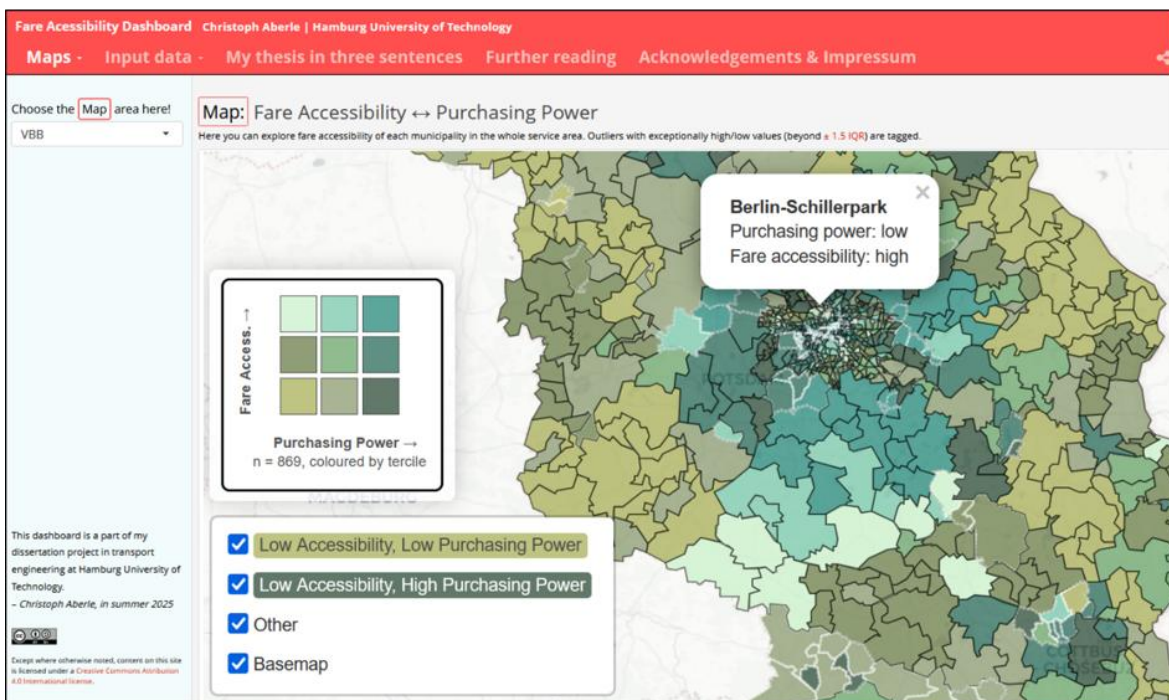
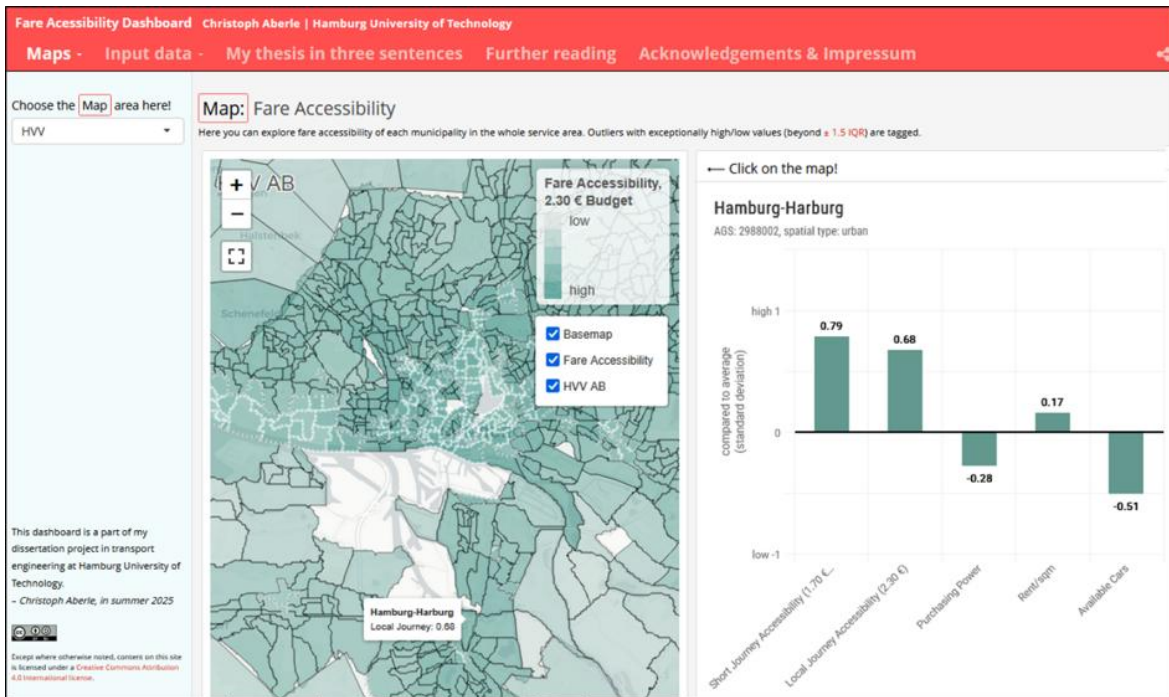
Das Fare Accessibility Dashboard bündelt die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit in einer interaktiven Benutzeroberfläche. Die relevanten Kennwerte sind in Form dynamischer Karten aufbereitet. Damit bietet das Dashboard eine nützliche Ergänzung beispielsweise zu den hier gezeigten statischen verbundweiten Karten. Für beide Verbände können einzelne Gemeinden per Klick angewählt und relevante Kennwerte visualisiert werden. Darüber hinaus werden die Kernergebnisse in Textform zusammengefasst. Das Dashboard ist online abrufbar<sup>63</sup> und im ergänzenden Material dieser Arbeit archiviert.<sup>64</sup>

---

<sup>63</sup> [fluegelrad.shinyapps.io/kurzstrecke](https://fluegelrad.shinyapps.io/kurzstrecke)

<sup>64</sup> DOI:10.15480/882.13164

**Abbildung 54: Das Fare Accessibility Dashboard.**



**Quelle:** Screenshots aus dem Fare Accessibility Dashboard. Gezeigt sind dynamische Karten für den HVV und VBB, die jeweils vertiefende Informationen zu jeder Gemeinde vermittelt.

## 4.5 Zwischenfazit

Nach explorativer und inferenzieller Untersuchung der Datenlage im HVV und VBB lässt sich herausarbeiten, dass die Verbünde eine grundlegend unterschiedliche Struktur der Tarif-Erreichbarkeit aufweisen: Im HVV ist diese zentralisiert; die Bevölkerung in Hamburg AB profitiert von einem Kurzstreckentarif zu 1,70 EUR, der in den Siedlungskernen viele Ziele erschließt. Auch in umliegenden Zentren gibt es mit der StadtKarte einen Bartarif, der im jeweiligen Kerngebiet eine Fahrt zu 1,70 EUR inklusive Schnellbus ermöglicht. Abseits davon gilt in den Ringen C bis E der Eine-Zone-Tarif zu 2,30 EUR, wobei es keine weiteren Ermäßigungen auf den Bartarif gibt.

Im VBB zeigt sich diesbezüglich ein markanter Unterschied. Auch abseits der Zentren gibt es Sozial- und Kurzstreckentarife, die teilweise sogar allen Einkommensgruppen zugänglich sind (vgl. Abbildung 13 auf Seite 61) und einen Bewegungsradius von bis zu 25 Kilometern bieten. Im Ergebnis ist die Tarif-Erreichbarkeit deutlich weniger zentralisiert, sondern erstreckt sich über weite Gebiete im peripheren Brandenburg. Wie auch die Untersuchung mittels Gini-Koeffizienten und Lorenzkurven zeigt, schafft der VBB somit ein Angebot, das gemessen am Budget von 2,30 EUR ergiebiger aus Fahrgastsicht und gleichmäßiger verteilt ist als im HVV. Die Verteilungskurve zeigt eine geringere Ungleichheit an und der Gini-Koeffizient ist kleiner.

Gemeinsam sind den Verbänden die Wirkrichtungen für sechs der acht unabhängigen Variablen. Die Dichte, die Miete und der ÖPNV-Index sagen einen Anstieg der Tarif-Erreichbarkeit voraus, während die Entfernung zum nächsten Zentrum, die Reisezeit zum nächsten Ziel und die Wohnfläche einen Rückgang vorhersagen. Diese Zusammenhänge lassen sich plausibel aus der Literatur erklären, die sich mit der Wechselwirkung zwischen Urbanität und Erreichbarkeit befasst (Abschnitt 2.1), wenngleich die Bevölkerungsdichte einen deutlich geringeren Einfluss ausübt als angenommen. Nachbarschaftseffekte tragen in der Regel das gleiche Vorzeichen wie die direkten Effekte, an dieser Stelle fällt die Analyse weitgehend erwartbar aus.

Die Mehrheit der 13 Arbeitshypothesen kann somit beibehalten werden, was allerdings nicht für die *ruralen* VBB-Gebiete gilt. Für diese müssen die meisten Hypothesen mangels Signifikanz verworfen werden. Im HVV entsprechen deutlich mehr Ergebnisse den Erwartungen, aber auch hier sind die ersten drei *ruralen* Hypothesen R1 bis R3 in der Gesamtschau nicht haltbar. Die beiden methodisch orientierten Hypothesen G2 und G3 können für den VBB beibehalten werden. Mit der Modell-Auflösung steigen sowohl die aufgeklärte Varianz, was für die Modellgüte spricht, als auch der Gini-Koeffizient, der über die Modelle hinweg eine steigende Sensitivität für Ungleichheit anzeigt. Im HVV dagegen sinkt die aufgeklärte Varianz mit der Auflösung. Dies geschieht in kleinem Ausmaß und auf hohem Niveau, dennoch muss Hypothese G2 für den HVV verworfen werden, sodass nur Hypothese G3 beibehalten wird. Auch im HVV eignet sich die Raster-Ebene somit besser als die beiden anderen Untersuchungsebenen, um Ungleichheit in der Tarif-Erreichbarkeit zu beschreiben.

Aus der Ergebnisdarstellung lässt sich also resümieren, dass die Tarif-Erreichbarkeit in den beiden betrachteten Verkehrsverbänden grundlegend unterschiedlich verteilt ist. Der HVV und der VBB unterscheiden sich darüber hinaus in zwei der acht betrachteten statistischen Schätzer im multivariaten Modell, namentlich der Kaufkraft und der Pkw-Verfügbarkeit. Die vergleichende Untersuchung auf drei Ebenen erweist sich als ertragreich. Sie ermöglicht es, dass diese Arbeit neben den regionalen Untersuchungen für den HVV und den VBB einen methodischen Beitrag zur Erreichbarkeitsforschung leistet.

## 5 Diskussion

Dieses Kapitel erläutert die Ergebnisse der empirischen Untersuchung vor dem Hintergrund des Theoriekapitels und geht auf methodische Grenzen ein. Dazu wird zunächst auf die forschungsleitenden Fragen der Einführung rekurriert (Abschnitt 5.1). Anschließend werden relevante Aspekte der Methodik und der Datenlage kritisch erörtert und Ansätze aufgezeigt, diese für zukünftige Forschungsvorhaben weiterzuentwickeln (Abschnitt 5.2). Auch wird die praktische Bedeutung der Tarif-Erreichbarkeit diskutiert, die nennenswerte statistische Zusammenhänge mit bestehenden Indikatoren aufweist (Abschnitt 5.3). Darüber hinaus ist die Relevanz des Bartarifs nach der Einführung des Deutschlandtickets insgesamt neu zu bewerten. Die verkehrspolitische Intervention und ihre Auswirkungen auf diese Forschungsarbeit werden in den Abschnitten 5.4 und 5.5 erläutert.

### 5.1 Antworten auf die forschungsleitenden Fragen

Aus Abschnitt 1.2 gehen zwei Blöcke mit forschungsleitenden Fragen hervor, die im Folgenden beantwortet und im Zusammenhang mit der Literaturschau diskutiert werden. Der erste Block betrifft die gegenwärtigen Zusammenhänge der untersuchten Variablen:

#### 5.1.1 Soziale Verteilung der Tarif-Erreichbarkeit und Einfluss der Untersuchungsebene

Inwieweit gibt es einen Zusammenhang zwischen der Tarif-Erreichbarkeit und sozioökonomischen Kennwerten? Welche Rolle spielt dabei die Bevölkerungsdichte? Inwiefern variieren die Effekte mit der räumlichen Untersuchungsebene?

##### 5.1.1.1 Zusammenhang aus Sozioökonomie, Tarif-Erreichbarkeit und Dichte

Die Tarif-Erreichbarkeit zeigt in den Verkehrsverbänden unterschiedliche Wechselwirkungen mit der **Kaufkraft**. Im HVV sagen die multivariaten Modelle bei steigender Kaufkraft einen schwachen Rückgang der Tarif-Erreichbarkeit voraus, was zur Evidenz aus früherer Forschung zu den Metropolen Berlin und Hamburg passt, die ein sinkendes absolutes ÖPNV-Angebot nahelegt. Auch in fast allen bivariaten Modellen, also ohne die sieben anderen unabhängigen Variablen, ist steigende Kaufkraft mit sinkender Tarif-Erreichbarkeit assoziiert. Dies gilt sowohl für die *urbanen* Zusammenhänge (Hypothese U3 wird auf allen Ebenen beibehalten; Tabelle 15) als auch für fast alle *ruralen* Zusammenhänge (R3 wird für zwei der drei Ebenen beibehalten).

Im VBB hingegen schätzen die multivariaten Modelle für steigende Kaufkraft einen Zuwachs der Tarif-Erreichbarkeit, weisen also in eine andere Richtung als im HVV. Dieser Befund ist unerwartet angesichts der bisherigen Datenlage aus den Metropolen und zeigt sich in den bivariaten Modellen ausgeprägt auf Gemeinde- und auf Haltestellen-Ebene für *rurale* Gebiete, wo das standardisierte Beta deutlich stärker ausfällt als auf der Raster-Ebene (Tabelle 20, Zeile 3).

Die Richtung des Zusammenhangs unterscheidet sich auch für die **Pkw-Verfügbarkeit**, die im HVV eine Abnahme der Tarif-Erreichbarkeit vorhersagt, während sie im VBB mit einer Zunahme erreichbarer Ziele assoziiert ist. Für den HVV und VBB lässt sich daher resümieren, dass die Tarifstruktur, analog zur Kaufkraft, auch beim Pkw-Besitz zu unterschiedlichen Befunden führt.

Mit Blick auf die Literaturschau lässt sich die vergleichsweise hohe Tarif-Erreichbarkeit in der Fläche teilweise als Ergebnis großzügiger Sondertarife deuten. Solche Tarife werden vielfach in der Fachliteratur genannt, um die Mobilitätschancen einkommensarmer Fahrgäste zu fördern (stellvertretend Cervero 1990; Pereira et al. 2016; Stark et al. 2023). Allerdings empfiehlt beispielsweise Cervero ausdrücklich, „einkommensarme Fahrgäste gezielt [zu] adressieren“ (S. 126; sinngemäße Übersetzung). Dieses Kriterium erfüllen die Sozialtarife der Landkreise Teltow-Fläming und Dahme-Spreewald. Die Kurzstreckentarife der beiden Landkreise Oberhavel und Havelland sowie der Havelbus-Haustarif auf der Linie 666 in Nauen stehen allerdings allen Fahrgästen offen und erfüllen somit nicht Cerveros Bedingung, gezielt einkommensarme Fahrgäste zu entlasten (vgl. Abbildung 13 auf S. 61 sowie Tabelle 30 im Anhang A5). Abgesehen davon dürfte ein wesentlicher Grund der hohen Tarif-Erreichbarkeit auf das allgemein niedrigere Preisniveau im VBB entfallen, wie die Plausibilitätsprüfung ergibt (Abschnitt 4.3.2).

Die anderen Sozial-Variablen wirken indes in beiden Verkehrsverbänden in die gleiche Richtung. Höhere **Mieten** lassen eine Zunahme der Tarif-Erreichbarkeit erwarten, während eine größere **Wohnfläche** mit deren Abnahme assoziiert ist. Auch die Raum- und Verkehrsvariablen wirken über die Verbünde hinweg konstant: Steigende **Reisezeit** sowie **Distanz zum Zentrum** sind mit sinkender Tarif-Erreichbarkeit assoziiert und eine steigende **Dichte** lässt deren Zuwachs erwarten. Diese Zusammenhänge sind plausibel vor dem Hintergrund der internationalen Fachliteratur, die eine Wechselwirkung aus Urbanität, Zentralität, ÖPNV-Angebot und Erreichbarkeit attestiert (Abschnitt 2.1.6).

Die **Dichte** derweil übt in allen Modellen einen weitaus geringeren Einfluss auf die Tarif-Erreichbarkeit aus als angenommen. Während eine gewisse Bevölkerungsdichte in der Literatur vielfach als Mindestkriterium für wirtschaftlichen ÖPNV genannt wird (Abschnitt 2.1.6), fällt ihr im multivariaten Modell neben den sieben weiteren unabhängigen Variablen lediglich eine Nebenrolle zu. Neben Mietpreis, Zentralität oder Reisezeit zum nächsten Ziel weist die Dichte ein deutlich kleineres standardisiertes Beta auf, weshalb die ihr gewidmete Hypothese G1 verworfen werden muss, und zwar für alle Untersuchungsebenen in beiden Verbänden. In der bivariaten und nicht räumlich gewichteten Betrachtung korreliert sie zwar auf einem ähnlichen Niveau wie die drei genannten anderen Variablen (Abbildung 42, Abbildung 50), doch im multivariaten Modell erklärt sie kaum Varianz der Tarif-Erreichbarkeit.

Im Einklang mit früheren Untersuchungen liegt der Erklärungsansatz nahe, dass die Dichte mittelbar bereits in den meisten anderen Variablen enthalten ist (Abschnitt 2.1.6; stellvertretend Frank et al. 2005; Ewing und Cervero 2010; Bühler und Kunert 2008). Mittels der gewählten Modelle lässt sich diese Rolle allerdings nicht schärfer herausarbeiten, was ein Ziel für eine methodische Weiterentwicklung sein könnte (Abschnitt 5.2.4). Eine weitere Motivation dafür wäre, dass der Dichte im HVV auf Gemeinde-Ebene in keinem der vier Modelle ein signifikanter Einfluss zukommt (Tabelle 12, erste Spalte), während die Schätzungen auf den anderen Untersuchungsebenen fast alle mindestens \*\*-signifikant ausfallen. Auch an dieser Stelle hat die Wahl der Untersuchungsebene offenbar einen Einfluss auf das Ergebnis, und analog zur folgenden Diskussion des *MAUP* (Abschnitt 5.1.1.2) wäre eine multiskalare Untersuchung ein lohnenswertes Unterfangen für zukünftige Forschende, um sich dem Einfluss der Dichte auf ÖPNV-Kennzahlen zu widmen.

Abgesehen vom geringen multivariaten Einfluss der Dichte fügen sich die Vorzeichen der Schätzer für Miete, Wohnfläche, Dichte, Zentralität und Reisezeit in die Literaturschau ein, die das Wechselverhältnis aus Urbanität und Erreichbarkeit beschreibt (Kapitel 2). Die Ergebnisse bekräftigen die Lagegunst, die sich aus einem zentralen Wohnort ergibt, selbst wenn diese mit einer kleineren Wohnfläche zu höherem Mietpreis einhergeht: Wer zentral und in kompakter Siedlungsstruktur lebt, genießt einen Vorteil hinsichtlich der ÖPNV-Erreichbarkeit. Dieser Zusammenhang ist vielfach empirisch nachgewiesen (Abschnitt 2.1.6) und wird beispielsweise vom bereits erwähnten Wohn- und Mobilitätskostenrechner verdeutlicht (Abschnitt 2.1.5). Wie die Regressionsparameter spezifisch für die Tarif-Erreichbarkeit nahelegen, gilt dies nicht nur für die bekannten Eigenschaften des ÖPNV, sondern auch für die finanzielle Ergiebigkeit des Tarifs aus Fahrgastsicht: Wer zentral und kompakt lebt, profitiert nicht nur von häufiger Bedienung und kurzen Reisezeiten, sondern kann aus Einzelfahrkarten einen größeren Nutzen ziehen.

### 5.1.1.2 Einfluss der räumlichen Untersuchungsebene

In Abschnitt 2.2 wird die Hypothese postuliert, dass feine Modelle sich besser eignen, die Tarif-Erreichbarkeit inferenziell zu untersuchen (Hypothese G2). Dies ist im VBB der Fall, wo sich von der Gemeinde- auf die Haltestellen-Ebene ein deutlicher Sprung in der Modellgüte einstellt; das Pseudo- $R^2$  des SDEM steigt von 0,75 auf 0,91. Die weitere Steigerung hin zur Raster-Ebene mit 0,94 ist ungleich kleiner, aber vorhanden. Daher wird Hypothese G2 für den VBB beibehalten.

Für den HVV hingegen muss die Hypothese verworfen werden. Hier sinkt die Modellgüte mit steigender Auflösung, wobei sie auf allen Untersuchungsebenen auf äußerst hohem Niveau liegt (Pseudo- $R^2$  zwischen 0,93 und 0,97). Erklären lässt sich dieser Unterschied möglicherweise darüber, dass im HVV die Zentralität eine stärkere Rolle bei der Tarif-Erreichbarkeit spielt als im VBB (Abschnitt 4.3), sodass der Gebietszuschnitt, der bei Gemeinden und Haltestellen seinerseits der Zentralität folgt, einen kleineren Einfluss auf die Modellgüte ausübt. Überprüfen ließe sich dieser Erklärungsansatz, indem die bestehenden Verbünde auf weiteren Ebenen untersucht würden (bspw. auf dem 100-m-Raster oder innerhalb der Metropolen auf der Bezirks-Ebene) oder indem die gleichen räumlichen Zuschnitte auf Fallstudien mit einer ähnlichen Raumstruktur angewendet würden (eher monozentrisch beispielsweise auf den ÜSTRA Verkehrsverbund in der Region Hannover, eher polyzentrisch beispielsweise auf den Verkehrsverbund Rhein-Ruhr).

Das Ergebnis zur Hypothese G2 lässt sich also nicht verallgemeinern. Mit Blick auf die Zunahme der Modellgüte im VBB lässt sich allerdings argumentieren, dass die Haltestellen-Ebene einen guten Kompromiss zwischen dem Streben nach Präzision einerseits und der verfügbaren Datenlage andererseits darstellt. Für die Haltestellen spricht auch, dass ÖPNV-betriebliche Daten wie Abfahrtszeiten in der Regel auf dieser Ebene vorliegen und dass andere Variablen schnell von einer feineren Ebene aggregiert werden können (etwa die Kaufkraft oder der Mietpreis). Für die Untersuchung auf Raster-Ebene dagegen mussten die ÖPNV-Daten zunächst von der größeren Haltestellen-Ebene disaggregiert werden. Das Ergebnis sind deutlich größere Datensätze (Tabelle 6, S. 107) und somit auch eine substantielle Zunahme des Aufwandes für die Modellrechnungen.<sup>65</sup>

---

<sup>65</sup> Die Modelle auf Haltestellen-Ebene konnten auf einem handelsüblichen Laptop in etwa fünf Stunden berechnet werden. Die Raster-Ebene erforderte den Einsatz des TUHH-Clusters; Rechnungen

Gegen die Haltestellen-Ebene spricht allerdings, dass sie per Definition nur Gebiete betrachtet, die vom ÖPNV bedient werden. Wohnlagen, die weiter von der nächsten Haltestelle entfernt sind als 800 Meter Luftlinie (Tabelle 9), werden nicht erfasst. Die Ergebnisse erlauben also lediglich eine Betrachtung des Status Quo. Mit anderen Worten: Die Lorenzkurve beschreibt die Verteilung der Tarif-Erreichbarkeit innerhalb der Bevölkerung mit akzeptabler Gehzeit zur nächsten Haltestelle. Um die Vulnerabilität der Bevölkerung mit einem mangelhaften ÖPNV-Anschluss für Mobilitätsarmut zu bestimmen (etwa der Risikogruppe *nicht erwerbstätig, geringes Einkommen, auf dem Land*; Stark et al. 2023), eignet sich die Haltestellen-Ebene somit nur bedingt. In Berlin betrifft dies ungefähr neun Prozent der Bevölkerung und in Hamburg drei Prozent (Aberle et al. 2025, Fig. 3). Auch im restlichen Verbundgebiet befindet sich dieser Anteil im einstelligen Prozentbereich (HVV fünf Prozent, VBB sechs Prozent, jeweils ohne die Metropolen). Die Daten auf Gemeinde-Ebene wiederum erlauben Aussagen über die gesamte Bevölkerung hinweg, da sie aus einem Datensatz im 100-m-Raster aggregiert sind. Somit ermöglichen die Raster-Ebene und die Gemeinde-Ebene auch Aussagen in Bezug auf die Wohnlagen außerhalb des ÖPNV-Einzugsgebiets.

Insgesamt lässt sich das *Modifiable Area Unit Problem* auf Grundlage der vorgelegten Untersuchung replizieren. Wie die Prüfung der Hypothese G3 ergibt, steigt die Sensitivität für eine ungleiche Verteilung der Tarif-Erreichbarkeit deutlich an, je feiner die Auflösung gewählt wird. Auch die Güte der statistischen Modelle variiert mit der räumlichen Auflösung; im VBB verbessert sie sich durch die Verfeinerung von Gemeinde- auf Haltestellen-Ebene substantiell. Der Befund für den VBB fügt sich somit in die Literatur ein, die in Abschnitt 3.1.2 erörtert wird. Im HVV stützt die Datenlage diese Aussage nicht in Bezug auf die Modellgüte – das Pseudo- $R^2$  liegt auf allen drei Ebenen auf sehr hohem Niveau – , aber auch im dortigen Verbund steigt der Gini-Koeffizient mit der Auflösung des Modells. Somit kann das MAUP in Bezug auf die deskriptive Verteilung für beide betrachteten Verkehrsverbände bestätigt werden: Die räumliche Untersuchungsebene wirkt sich maßgeblich auf die Sensitivität für die Verteilung des Verkehrsangebots aus (Ruiz-Pérez und Seguí-Pons 2021), wobei kleine Einheiten eine höhere Sensitivität ermöglichen (ebd.; Neutens 2015; Javanmard et al. 2023; Pereira et al. 2019).

---

dauerten dort mehrere Stunden, im Einzelfall bis zu drei Wochen. Hinzu kam der Aufwand, eine eigene Rechenumgebung auf dem Hochleistungscluster einzurichten.

## 5.1.2 Planerische Intervention und Transfer

Der zweite Block der forschungsleitenden Fragen zielt auf die mögliche Intervention ab, mithilfe der Tarif-Erreichbarkeit die Mobilitätschancen einkommensarmer Gruppen zu verbessern:

Mit welchen ÖPNV-planerischen Mitteln lassen sich die Mobilitätschancen einkommensarmer Menschen zielgerichtet sichern bzw. steigern? Welche Implikationen hätte eine Veränderung für ÖPNV-Nachfrage und Auslastung?

### 5.1.2.1 ÖPNV-Planerische Mittel, um Mobilitätschancen zu steigern

In Abschnitt 1.1.11 wurden zwei planerische Handlungsfelder definiert, in deren Schnittmenge sich der Gegenstand dieser Arbeit verorten lässt. Im Sinne des ersten Handlungsfeldes, der *räumlich-zeitlichen Flexibilität*, eröffnet sich die Handlungsoption, die Gültigkeit der Kurzstrecke zu erweitern. Eine Ausweitung der HVV-Kurzstrecke auf die zweite Zahlgrenze böte beispielsweise das Potenzial für einen deutlichen Gewinn an Tarif-Erreichbarkeit, wie Tabelle 23 zeigt: Im gewichteten Mittel hätten die Haltestellen in Hamburg einen Zuwachs von absolut +24,3 Zielen, außerhalb Hamburgs wären es +0,5 Ziele. Mit dieser Erweiterung könnten auf hamburgischem Stadtgebiet im Mittel +1,9 Tafeln erreicht werden, womit die Auswahl etwa vervierfacht würde; im restlichen Gebiet ließe sich die Anzahl verdoppeln (Tabelle 24). Interessanterweise brächte die Erweiterung über die Ziele hinweg in beiden Teilräumen einen Erreichbarkeitsgewinn von knapp Faktor vier, allerdings auf deutlich unterschiedlichem Niveau. Ausdrücken lässt sich dies auch in hypothetischen Aufpreisen: Für zehn zusätzliche Ziele müsste der Fahrgast in Hamburg ein Budget von 0,20 EUR aufwenden. Außerhalb der Metropole wären dafür im Mittel 12 EUR fällig (beide Tabellen, unten rechts). Diese Aufpreise sind natürlich theoretischer Natur und finden sich nicht als solche im Tarifsysteem wieder, zumal die Ziele hier nicht logarithmiert sind. Das Preisniveau stützt allerdings die Darstellung Eckhard Kutters, der den ÖPNV in zwei grundverschiedene Systeme *Stadt* und *Umland* unterteilt (Kutter 2019, S. 48; vgl. hierzu auch Abschnitt 2.1.6 dieser Arbeit).

Die Auflistung der erreichbaren Ziele in macht im Übrigen die Relevanz deutlich, die Ergebnisse zu logarithmieren und zu standardisieren (Abschnitt 3.2.3). Ohne diese Schritte würden in Hamburg im Nahbereich zwei erreichbare Tafeln mit 101 Arztpraxen verrechnet (Tabelle 27 im Anhang A2). Erst durch die Anwendung des Logarithmus nähert sich das Modell der Realität an, indem es den Nutzen bei wenigen verfügbaren Zielen stark ansteigen lässt, während der Zuwachs bei großer Auswahl kaum mehr ins Gewicht fällt (Diskussion dazu im Abschnitt 5.2.2). Die Standardisierung auf Mittelwert 0 und Standardabweichung 1 sorgt schließlich dafür, dass die unterschiedlichen Kategorien in einem Index aggregiert werden können. Die standardisierte Kennzahl beschreibt nämlich nicht mehr das Ausgangsniveau in (logarithmierten) Zielen, sondern die Abweichung vom Mittelwert der jeweiligen Kategorie.

**Tabelle 23: Erreichbare Ziele im Bartarif, in Hamburg.**



Zielkategorie	Ø Anzahl Ziele erreichbar mit				Ø fiktiver Aufpreis für weitere Ziele	
	Kurzstrecke	Nahbereich	Differenz	Faktor	Ziele/EUR	EUR/10 Ziele
<b>Lebensmittel</b>	14,3	56,8	42,5	4	70,8	0,10
<b>Arztpraxis</b>	26,3	100,7	74,4	3,8	124	0,10
<b>Kita</b>	20,2	87,7	67,5	4,3	112,5	0,10
<b>Apotheke</b>	10,3	39,7	29,4	3,9	49	0,20
<b>Grundschule</b>	4	16,8	12,8	4,2	21,3	0,50
<b>Begegnungsstätte</b>	2	8,1	6,1	4,1	10,2	1,00
<b>Schwimmbad</b>	0,7	2,5	1,9	3,6	3,2	3,20
<b>Krankenhaus</b>	0,6	2,6	2	4,3	3,3	3,00
<b>Tafel</b>	0,6	2,4	1,9	4	3,2	3,20
<b>Friedhof</b>	1,2	4,9	3,7	4,1	6,2	1,60
<b>Jobcenter</b>	0,9	3,2	2,3	3,6	3,8	2,60
<b>Bibliothek</b>	4,2	16,4	12,1	3,8	13,3	0,80
<b>Postfiliale</b>	4,3	17,5	13,2	3,9	20,2	0,50
<b>Bankfiliale</b>	8,9	31,4	22,5	4,1	22	0,50
<b>Buchladen</b>	2,9	11	8	3,5	37,5	0,30
<b>gewichtetes Mittel</b>	8,3	32,6	24,3	3,9	40,5	0,20

**Quelle:** Eigene Darstellung. n = 2 176 Haltestellen auf hamburgischem Stadtgebiet, inklusive Ausreißern.

Kleine Abweichungen sind rundungsbedingt.

Der fiktive Aufpreis ergibt sich per Dreisatz: Das Nahbereichs-Ticket kostet 0,60 EUR mehr als die Kurzstrecke.

Für +1 EUR können also  $(2 \text{ Krankenhäuser} / 0,60 \text{ EUR} \cdot 1) = 3,3$  Krankenhäuser „erkauft“ werden. Reziprok dazu „kostet“ die Erreichbarkeit von zehn weiteren Krankenhäusern etwa 3 EUR (auf 10 Cent gerundet).

Für Berlin ist dieser Überschlag nicht vergleichbar zu ermitteln, da es keine Tarifstufe Nahbereich gibt. Die nächststeuere Einzelfahrt erschließt dort den Tarifbereich Berlin AB (Tabelle 8).

**Tabelle 24: Erreichbare Ziele im Bartarif, im HVV außerhalb Hamburgs.**



Zielkategorie	Ø Anzahl Ziele erreichbar mit				Ø fiktiver Aufpreis für weitere Ziele	
	Kurzstrecke /StadtKarte	Nahbereich /1 Zone	Differenz	Faktor	Ziele/EUR	EUR/10 Ziele
<b>Lebensmittel</b>	1	2,8	1,8	2,8	3	3,30
<b>Arztpraxis</b>	1,4	4,2	2,8	3	4,7	2,10
<b>Kita</b>	0,7	2,2	1,6	3,1	2,7	3,80
<b>Apotheke</b>	1	2,7	1,7	2,7	2,8	3,50
<b>Grundschule</b>	0,5	1,3	0,8	2,6	1,3	7,50
<b>Begegnungsstätte</b>	0,1	0,4	0,3	4	0,5	20
<b>Schwimmbad</b>	0,1	0,2	0,1	2	0,2	60
<b>Krankenhaus</b>	<0,1	0,1	0,1	-	0,2	60
<b>Tafel</b>	0,1	0,2	0,1	2	0,2	60
<b>Friedhof</b>	0,1	0,2	0,1	2	0,2	60
<b>Jobcenter</b>	<0,1	0,1	0,1	-	0,2	60
<b>Bibliothek</b>	0,2	0,6	0,3	3	0,5	20
<b>Postfiliale</b>	0,6	1,4	0,9	2,3	1,5	6,70
<b>Bankfiliale</b>	1	2,5	1,5	2,5	2,5	4
<b>Buchladen</b>	0,3	0,6	0,4	2	0,7	15
<b>gewichtetes Mittel</b>	0,2	0,7	0,5	3,5	0,8	12

**Quelle:** Eigene Darstellung. n = 5 465 Haltestellen im HVV außerhalb Hamburgs, inklusive Ausreißern.

Kleine Abweichungen sind rundungsbedingt.

Zur Berechnung des fiktiven Aufpreises siehe Erläuterung unter Tabelle 23. Für den VBB außerhalb Berlins wäre ein Vergleich mit diesen Parametern irreführend, da die Tarifstufen preislich stark variieren (0,50-2,15 EUR, siehe Tabelle 30 im Anhang A5).

Im HVV-Verbundgebiet könnte also ein Zugewinn an Erreichbarkeit in der Größenordnung Faktor vier generiert werden, indem die Gültigkeit der Kurzstrecke bis zur zweiten Zahlgrenze erweitert würde. Preislich käme dies effektiv einem Nachlass von 26 Prozent gegenüber der Tarifstufe Nahbereich gleich. Um Mitnahme-Effekte zu vermeiden, könnte die Vergünstigung auf einkommensarme Gruppen beschränkt werden. Für solcherlei zielgruppenorientierte Interventionen sprechen sich viele Forschende aus (stellvertretend Cervero 1990; Pereira et al. 2016; Stark et al. 2023). Prinzipiell gilt das ebenso für den VBB. Allerdings wäre eine Aufbereitung nach Vorbild der voranstehenden Tabellen nur unter großem Aufwand möglich, da die zugrundeliegenden Preisstufen anders strukturiert sind als im HVV, was sich auch in der Gliederung der Tarifdatenbank niederschlägt. Da ein Direktvergleich ohnehin nicht besonders aufschlussreich wäre, nachdem auch die Tarifzonen anders zugeschnitten sind, diene der HVV an dieser Stelle stellvertretend. Die hypothetischen Aufpreise zeigen die Größenordnung der Ergebnisse auf, die eine Intervention in der Metropole bzw. im Umland bewirken könnte.

Auch eine Veränderung der Zahlgrenzen z.B. durch Konsolidierung der Tarifzonen zu größeren Einheiten könnte sich positiv auf die Teilhabechancen der Fahrgäste im Bartarif auswirken, die mit gleichem finanziellen Budget eine größere Anzahl an Zielen erreichen könnten. Mittelbar wäre also auch dies ein Preisnachlass, der durch den Neuzuschnitt der Zonen gewährt würde. Für diese Maßnahme spräche, dass sie räumlich sehr gezielt eingesetzt werden kann. Es müsste nicht gleich verbundweit die Tarifregel angepasst werden, was das Risiko unerwünschter Nebeneffekte birgt (etwa Einnahmeverluste auf weiten Relationen, die plötzlich sehr günstig werden). Stattdessen ließe sich der Neuzuschnitt einzelner Zonen priorisieren, etwa anhand der zwei statistischen Gebiete in Hamburg bzw. der 129 Gemeinden im restlichen Verbundgebiet, in denen sich eine geringe Tarif-Erreichbarkeit und eine geringe Kaufkraft überschneiden (Abschnitt 4.1.1.3). Ursprünglich verfolgte diese Forschungsarbeit das Anliegen, verschiedene Varianten des räumlichen Neuzuschnitts zu modellieren. Angesichts der Umwälzungen durch das Deutschlandticket wurde dieses allerdings verworfen, siehe Abschnitt 5.5.

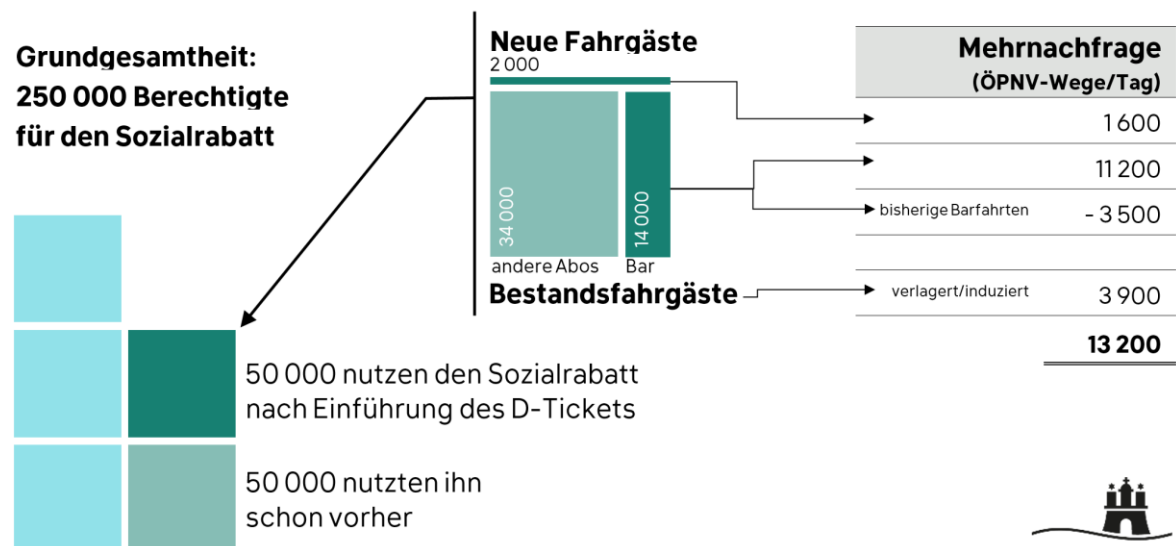
Das zweite genannte Handlungsfeld betreffend das *Haushaltsbudget der Betroffenen* legt die Maßnahme nahe, die Preise im Bartarif zu senken. Um Mitnahme-Effekte auszuschließen, wäre auch hier eine soziale Staffelung diskutabel, wie sie bereits in zwei VBB-Landkreisen mit 50 Prozent Zuschuss existiert (Anhang A4, Tabelle 30). Auch in anderen Verkehrsverbänden wird der Bartarif sozial bezuschusst; bundesweit existieren konservativ gezählt knapp 50 Varianten (Aberle 2025). Im beschriebenen Dreieck der Tarifplanung (Abbildung 8, S. 51) trüge eine soziale Staffelung im Bartarif dem Ziel der *Gerechtigkeit* Rechnung (vgl. Cervero 1990), würde sich aber vermutlich nachteilig auf die *Wirtschaftlichkeit* auswirken und ganz sicher dem Ziel der *Einfachheit* zuwiderlaufen: Es wären zusätzliche Preisstufen einzuführen und Wechselwirkungen bspw. mit anderen Tarifprodukten müssten geklärt und an die Fahrgäste kommuniziert werden. Schließlich besteht die Möglichkeit, die Erreichbarkeitsziele so zu platzieren, dass sie mit dem gegebenen Budget im Bestandstarif erreichbar sind. Bezugnehmend auf die Karte in Abbildung 58 (S. 209) ließe sich die Tarif-Erreichbarkeit der Tafeln beispielsweise in Neugraben-Fischbek deutlich verbessern, indem dort eine Ausgabestelle eröffnet würde. Gefragt wäre allerdings nicht die ÖPNV-Tarifplanung allein, sondern es bedürfte einer gemeinsamen Intervention von Sozial- und Verkehrsplanung. Während das Beispiel der Lebensmitteltafeln im

Zusammenhang der Daseinsvorsorge zwar Streitbar ist,<sup>66</sup> lässt sich daran gut aufzeigen, welchen spezifischen Herausforderungen einkommensarme Menschen in Bezug auf Raumstruktur und Verkehrsangebot gegenüberstehen und welchen Nutzen die Tarif-Erreichbarkeit im Sinne einer integrierten Verkehrsplanung stiften kann. Die Kennzahl kann zur Debatte um Mindeststandards in Raumstruktur und Verkehrsangebot beitragen, indem sie die Evidenz um den Aspekt der finanziellen Erreichbarkeit bereichert (vgl. Abschnitte 1.1.11 und 5.3).

### 5.1.2.2 Implikationen für ÖPNV-Nachfrage und Auslastung

Für die allgemeine Nachfrage im Nahverkehr hätte bzw. hat eine deutliche Vergünstigung des Sozialtarifs überschaubare Implikationen. Ihr Umfang lässt sich anhand eines Überschlags abschätzen. Da es sich abzeichnet, dass der Bartarif für Einkommensarme deutlich an Relevanz verliert (Abschnitt 5.4), wird diese nicht eigens anhand der Tarif-Erreichbarkeit modelliert, sondern legt das Deutschlandticket zugrunde, das eine noch deutlich umfassendere Intervention darstellt. Die Größenordnung wird anhand von Abbildung 55 deutlich:

**Abbildung 55: Überschlrag der Mehrnachfrage einkommensarmer Fahrgäste in Hamburg durch das bezuschusste Deutschlandticket.**



**Quelle:** Eigene Darstellung, auf Hundert gerundet. Die Quellen zu den Annahmen sind im Fließtext vermerkt.

Im Frühjahr 2022 lebten in Hamburg 250 000 zuschussberechtigte Personen, von denen etwa ein Fünftel den Sozialrabatt nutzte (Bürgerschaft der FHH 17.05.2022, S. 5). Die Verkehrsbehörde rechnet damit, dass diese Quote sich durch das Deutschlandticket auf 40 Prozent verdoppelt.<sup>67</sup> Es kommen also 50 000 Personen ins bezuschusste Abo, die von Transferleistungen leben.

<sup>66</sup> Es sei an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Tafeln keine Einrichtung der Daseinsvorsorge sind, obwohl sie von einigen staatlichen Stellen de facto als solche behandelt werden (Neumayer 2019). Es obliegt dem Staat, Bedürftigen durch Sozialleistungen ein menschenwürdiges Leben zu ermöglichen (BVerfG, vom 05.11.2019).

<sup>67</sup> Quelle: Hintergrundgespräch mit einem BVM-Vertreter, im April 2023.

Unter der vereinfachenden Annahme, dass vier Prozent dieser Personen neue Fahrgäste sind (VDV et al. 2023, S. 34; über die Gesamtbevölkerung der FHH hinweg), ergibt sich eine Anzahl an 2 000 Personen, die als Abo-Fahrgäste neu ins System kommen. Dies wiederum entspricht etwa fünf Promille der 390 000 HVV-Fahrgäste im Jedermann-Abonnement vor Einführung des Deutschlandtickets (Korbutt bei Dey und Meyer-Wellmann 2023). Eine Mobilitätsrate von 2,6 Wegen/Tag im niedrigen ökonomischen Status zugrunde gelegt (Henninger et al. 2024, S. 25), legen diese Personen täglich 5 200 Wege zurück, von denen 1 600 Wege auf den ÖPNV entfallen (Modal Share von 31 Prozent im niedrigen ökonomischen Status; ebd., S. 34).

Es ist also eine tägliche Mehrnachfrage von etwa 1 600 ÖPNV-Wegen zu erwarten, die von Einkommensarmen ausgeht, die bislang nicht den Nahverkehr nutzten. Dies entspricht ungefähr 1,3 Promille der 1,27 Mio. täglichen ÖPNV-Wege, die täglich in Hamburg zurückgelegt werden (ebd., S. 30). Einen größeren Ausschlag geben die Fahrgäste, die Anspruch auf einen Sozialrabatt haben und bislang bereits den ÖPNV im Bartarif nutzten, d.h. ohne Zuschuss. Auch hier vereinfachend angenommen, dass die Umsteigerquote aus dem Bartarif dem hamburgischen Durchschnitt von 29 Prozent entspricht (VDV et al. 2023, S. 34), liegt der Umfang der ÖPNV-Nachfrage bei etwa 11 200 Wegen/Tag ( $48\,000 \text{ Bestands-Fahrgäste} \cdot 0,29 \text{ Umsteigerquote} \cdot 2,6 \text{ Wege/Tag} \cdot 0,31 \text{ Modal Share}$ ). Abgezogen seien deren bisherige Fahrten im Bartarif von 3 500 Wegen/Tag, die nicht zur Mehrnachfrage zählen ( $11\,200 \text{ Wege/Tag} \cdot 0,31 \text{ Anteil Bartarif-Nutzende}$ ; stark vereinfachende Annahme aus Tabelle 1). Dieser Mehrnachfrage seien nun noch verlagerte und induzierte Fahrten der Bestands-Fahrgäste aufgeschlagen. Angenommen, dass diese bei Einkommensarmen genauso oft vorkommen wie im hamburgischen Durchschnitt von 15 Prozent (VDV et al. 2023, S. 88), liegt ihre Anzahl bei etwa 3 900 Wegen ( $48\,000 \text{ Bestands-Fahrgäste} \cdot 2,6 \text{ Wege/Tag} \cdot 0,21 \text{ Modal Share des ÖPNV} \cdot 0,15 \text{ verlagerte und induzierte Fahrten}$ ). In Summe ergibt sich durch das bezuschusste Deutschlandticket bei den Einkommensarmen in Hamburg also eine geschätzte Mehrnachfrage von gut 13 000 ÖPNV-Wegen/Tag, was in der Größenordnung von einem Prozent der täglichen Beförderungsleistung auf hamburgischem Stadtgebiet liegt. Gemessen an der Referenzgruppe der Einkommensarmen ist die Verdopplung der Abo-Zahl also beträchtlich, die die Verkehrsbehörde erwartet. Umgelegt auf die erwartbaren Fahrten im HVV ist die Mehrnachfrage deutlich geringer einzuschätzen, wenngleich sie etwa einem Drittel der jährlichen Steigerungsrate der HVV-Fahrgastzahlen entspricht.<sup>68</sup>

Diese Schätzung ist insofern etwas verkürzt, als dass sie die 250 000 Berechtigten mit dem MiD-Segment *niedriger ökonomischer Status* gleichsetzt, während dem ökonomischen Status eine komplexere Berechnung zugrunde liegt (infas et al. 2019b, S. 17–18). Auch zeitliche Effekte auf die Tagesganglinie z.B. durch den Wegfall der Sperrzeiten der Teilzeitkarte werden außer Acht gelassen. Für eine Größenordnung allerdings, welchen Effekt das Deutschlandticket auf die Nachfrage der Einkommensarmen in Hamburg hat, dürfte dieser Überschlag hinreichen. Bundesweit führte das Deutschlandticket zu einer Mehrnutzung von etwa zehn Prozent (ÖPNV-Fahrten/Monat), der Anteil der induzierten ÖPNV-Fahrten liegt bei knapp 13 Prozent (VDV et al. 2024, S. 23–32; jeweils über alle Bevölkerungsgruppen hinweg).

---

<sup>68</sup> Von 2000 bis 2019 vor der Covid-Pandemie hat die Anzahl der HVV-Linienfahrgäste um 60 Prozent zugenommen, was gut drei Prozent jährlicher Steigerungsrate entspricht (Bürgerschaft der FHH 28.11.2023, S. 14). NB: Dazu zählen auch Fahrten außerhalb Hamburgs sowie Verbunderweiterungen.

Die Überschlagsrechnung macht eines deutlich: Die Einführung des Deutschlandtickets war eine überraschende reale Maßnahme, die ungleich größer war als jede vorstellbare Reform der HVV-Zahlgrenzen es hätte sein können. Und dennoch sind die geschätzten Auswirkungen in Bezug auf die ÖPNV-Mehrnachfrage durch Einkommensarme sehr überschaubar. In anderen Worten: Hätte es ‚nur‘ eine finanzielle Vergünstigung des Bartarifs für Einkommensarme gegeben (oder ein HVV-weites Sozialticket für 22,50 EUR/Monat) und nicht das bundesweite Deutschlandticket für nahezu alle Fahrgäste, dann wäre die Mehrnachfrage im Rauschen der Fahrgastzahlen untergegangen. Dass sie es nicht tut, liegt an der Mehrnachfrage der Nicht-Einkommensarmen. Es erscheint daher naheliegend, dass eine deutlich kleinere Intervention, etwa die Erweiterung der Kurzstrecke, noch geringere Auswirkungen hätte. Angesichts der politischen Dynamik hin zur bezuschussten Flatrate wurde das entwickelte Erreichbarkeitsmodell allerdings nicht mehr erweitert, um eine solche Intervention im Detail abzuschätzen (Abschnitt 5.5). Plausibel erscheint aber: Ein Eingriff zur Verbesserung der Tarif-Erreichbarkeit hätte ein großes Potenzial für die Gruppe der Berechtigten gehabt. Weil diese Gruppe aber vergleichsweise klein ist, hätten sich bloß geringe Auswirkungen auf die allgemeine Nachfrage und Auslastung im ÖPNV eingestellt.

## **5.2 Methodische Diskussion**

### **5.2.1 Verwendete Daten und ihre Granularität**

Diese Forschungsarbeit beruht auf der zentralen Prämisse, dass sich Mobilitätschancen mithilfe der Erreichbarkeit operationalisieren und entlang sozioökonomischer Kategorien vergleichen lassen. Dies ist seit Langem ein Anspruch der Erreichbarkeitsforschung, die sich seit ihrer Frühphase in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts zum Ziel setzt, Defizite für marginalisierte Gruppen zu problematisieren und Werkzeuge für die Verkehrsplanung und die Daseinsvorsorge zu entwickeln, um diese Defizite abzubauen (Abschnitt 2.1.1). Wie in jedem quantitativen Forschungsvorhaben wirkt sich die Untersuchungsebene auf das Ergebnis aus, die sich an den verfügbaren Erhebungen orientiert. Je nach Datenlage werden Ergebnisse auf Ebene der Haushalte ausgedrückt (z.B. MiD, EVS) oder beziehen sich auf eine größere Personengruppe (z.B. kommunale Sozial-Indizes, bundesweite Zensus-Erhebungen); einige Beispiele für solcherlei Sekundär-Auswertungen werden im Kapitel 1 und im Abschnitt 2.1 dieser Arbeit angeführt.

Die empirische Auflösung begrenzt dabei die Interpretierbarkeit der Ergebnisse. Sie ist teilweise an räumliche Einheiten gekoppelt, wie in Kapitel 4 deutlich wird, in dem die Ergebnisse für drei verschiedene Untersuchungsebenen verglichen werden. Da die genannten Erhebungen keine Interpretation auf Ebene des Individuums erlauben, gilt dies auch für Sekundärauswertungen. Ergebnisse können also nicht für einzelne Personen ausgewertet werden. Entsprechend der quantitativen Datenlage zielt jegliche Interpretation somit auf räumlich und sozioökonomisch abgrenzbare Gruppen ab. Dies ist anschlussfähig zur ingenieurwissenschaftlich geprägten Verkehrsforschung, die methodisch darauf aufbaut, Einzelpersonen zu verhaltenshomogenen Gruppen zu abstrahieren (Kutter 2019, S. 80; Dangschat 2020, S. 105–106; zur Abgrenzung gegenüber der sozialwissenschaftlichen Mobilitätsforschung auch Schwerdtfeger 2019, S. 33). Auch die ÖPNV-Branche bedient sich seit mehr als einem Jahrhundert dieser Abstraktion, indem

sie Fahrkarten bspw. für Arbeiter\*innen, Erwerbslose oder Schulkinder anbietet.<sup>69</sup> Daher erscheint die Aggregation der verwendeten Daten auf die Gruppe *Personen mit einem sehr niedrigen ökonomischen Status in bestimmten Teilräumen* angemessen, insbesondere für die Untersuchung des *Modifiable Area Unit Problem* (Abschnitt 3.1.2).

Ergänzend zu den räumlichen Daten greift der Theorieteil dieser Arbeit auf qualitative Aussagen Einzelner zurück, um die Relevanz des Bartarifs zu begründen (Abschnitt 2.1.9). Diese Zitate aus dem Forschungsprojekt *MobileInclusion* sind ebenfalls methodisch einzuordnen. So enthalten sie eine hohe metaphorische Dichte,<sup>70</sup> genügen aber nicht den Standards der quantitativen Sozialforschung. Es liegt keine Zufallsstichprobe vor, außerdem erfüllt der Umfang von  $n = 40$  bei Weitem nicht die Gütekriterien einer repräsentativen Stichprobenziehung. Untermauert durch umfangreiche Empirie der quantitativen wie qualitativen Armutsforschung darf allerdings angenommen werden, dass unter dem nachdrücklich geäußerten finanziellen Stress viele Menschen existenziell leiden (stellvertretend: Pfeiffer 2009; Butterwegge 2012; Daubitz 2016), was sich im Nahverkehr in der geäußerten Praxis niederschlägt, sich mit Einzelkarten durch den Monat zu ‚stückeln‘ (Bondemark et al. 2021; Daubitz et al. 2023; Rozynek 2024b). Auch die starke Nutzung von Bartarifen und Wochenkarten deutet auf die Bedeutung hin, die diese Zielgruppe der finanziellen Flexibilität beimisst (Tabelle 1, Seite 31). Die generalisierende Annahme, der Bartarif ist ein wichtiger Einflussfaktor auf die Mobilitätschancen und mittelbar auf die Teilhabe einkommensarmer Gruppen, erscheint somit plausibel.

## 5.2.2 Annahmen der Erreichbarkeitsanalyse

Die Operationalisierung der Tarif-Erreichbarkeit bedient sich einiger zentraler Annahmen. Eine Annahme lautet, dass mehr Erreichbarkeit grundsätzlich mehr Lebensqualität schafft. Aller alltäglichen Erfahrung nach entspricht das nicht den Tatsachen, denn ab einer gewissen Zahl an Zielgelegenheiten sind die Grundbedürfnisse erfüllt. Daher bedient sich der Indikator der Idee des abnehmenden Grenznutzens (Abschnitt 3.2.3.3), allerdings dürfte die Nutzenkurve für verschiedene Ziele stark variieren: Während für das Wohlbefinden ein einziger Park ausreichen kann und der zweite Park somit einen Grenznutzen von Null schafft, braucht es möglicherweise zwei, drei oder sogar vier Arztpraxen, um eine hinreichende medizinische Versorgung zu gewährleisten. Da es keine Befragungsergebnisse für Einkommensarme hinsichtlich ihrer gewünschten Erreichbarkeit der Ziele in 15 Kategorien gibt, stellt der natürliche Logarithmus einen Kompromiss dar, sich dem abnehmenden Grenznutzen zumindest anzunähern.

---

<sup>69</sup> Die Hamburger Hochbahn verkaufte schon mit Betriebsbeginn 1906 sog. „Arbeiterfrühfahrkarten“ (HHA 2007, S. 76). Spätestens seit den 1920er-Jahren bot auch die Hamburg-Altonaer Stadt- und Vorortbahn eigene Zeitkarten für Schulkinder und Arbeiter\*innen an (Staisch 1979, S. 131). Darüber hinaus finden sich historische Belege für gruppenspezifische Ermäßigungen während der NS-Zeit, etwa für Erwerbslose bzw. Wehrmachts- und Rotkreuzpersonal (Strupp 2010, S. 242–299).

Im Jahr 1938 ordnete die Stadt Hamburg einen Rabatt für Schwerbehinderte an, allerdings ohne Ausgleichszahlungen zu leisten (Strupp 2009, S. 68). Für eine Rückschau auf die jüngere Entwicklung der hamburgischen Sozialtarife siehe Aberle (2026).

<sup>70</sup> Die metaphorische Dichte ist ein Fachbegriff der qualitativen Sozialforschung, siehe hierzu bspw. Daubitz et al. 2023, Abschnitt 4.1.

Eine weitere bedeutsame Annahme ist die Größe der ÖPNV-Einzugsgebiete. Hier folgt die Arbeit den VDV-Standards, die nach Gebietstyp und nach Art des Verkehrsmittels differenzieren. Je dezentraler eine Haltestelle liegt und je hochwertigere Verkehrsmittel dort abfahren, desto größer wird das Einzugsgebiet (Abschnitt 3.3.2). Diese Klassifikation ist aus Planungssicht schlüssig, jedoch nicht empirisch abgesichert. Die Erschließungsstandards in Nordamerika beruhen auf Messdaten der 1980er-Jahre und wurden zumindest gelegentlich auf Plausibilität geprüft (Holtzclaw 1994, S. 15–16; El-Geneidy et al. 2014). Die deutschen Standards hingegen ergeben sich aus der gelebten Praxis bzw. aus den gewachsenen ÖPNV-Netzen.<sup>71</sup> Ein gewisses Risiko des empirischen Zirkelschlusses ist also anzunehmen, da die Norm sich erst im Wechselspiel mit der Netzdichte entwickelt hat, die wiederum die Fahrgäste in ihren Gewohnheiten und Erwartungen prägt. Auch ist denkbar, dass die Gehzeit-Toleranz für Einkommensarme strukturell vom Durchschnitt abweicht – entweder nach oben, da Menschen in Armut seltener über einen Pkw als Alternative verfügen (Abbildung 3, S. 27), oder nach unten, da körperliche Erkrankungen bei armen Menschen eine höhere Prävalenz aufweisen (Trabert 2021), weshalb Betroffene häufiger nur kurze Strecken gehen können. Mangels Ressourcen, die spezifische Gehzeit-Toleranz für die ÖPNV-Zugangswege von „Hartz IV“-Beziehenden zu ermitteln, zieht diese Arbeit die in Abschnitt 3.3.2 genannte VDV-Schrift heran. Die VDV-Branchenstandards sind die zentrale Referenz der ÖPNV-Angebotsplanung in Deutschland und es erscheint daher zweckmäßig, ihnen zu folgen.

Eine ähnliche Kritik lässt sich für den Schwellenwert der Nachbarschaft formulieren, der für die räumliche Gewichtung angesetzt wurde (Abschnitt 3.3.1): Haltestellen ohne Nachbar-Haltestelle innerhalb 800 Meter Radius wurden aus der Regression ausgeschlossen. Damit folgt die Arbeit dem Mittelwert der VDV-Standards, die aus der Praxis heraus definiert wurden und nicht empirisch untermauert sind (s.o.). Im VBB, der eine deutlich konzentriertere Siedlungsstruktur als der HVV aufweist (Abschnitt 3.1.1), wirkte sich diese Bereinigung am stärksten aus. Hier wurden etwa 19 Prozent der Haltestellen ausgeschlossen, in deren Einzugsgebiet allerdings nur 4,2 Prozent der Bevölkerung leben. Darüber hinaus war das Vorgehen lediglich bei den Haltestellen notwendig. Weder auf Gemeinde-Ebene noch auf Raster-Ebene wurden Gebiete mangels Nachbarschaft ausgeschlossen. Eine Erweiterung des Radius auf 1 600 Meter bei den Haltestellen könnte die außer Acht gelassene Bevölkerung auf 1,4 Prozent senken – allerdings zu dem Preis, dass im verdichteten Raum die Zahl der Nachbarschaftsbeziehungen unplausibel stark anwachsen würde. Für zukünftige Forschungsvorhaben erscheint es daher ratsam, für die verschiedenen Raumtypen ebenfalls separate multivariate Modelle zu schätzen; dies wurde in dieser Arbeit lediglich für die bivariaten Modelle umgesetzt. Womöglich ließen sich dadurch auch die wechselnden Vorzeichen bei der Nachbarschafts-Modellierung erklären und ausgleichen (etwa im HVV bei der Distanz zum nächsten Zentrum, siehe Abschnitt 4.1.2.2).

Des Weiteren folgen die beiden genutzten Erreichbarkeits-Kennzahlen unterschiedlichen Logiken. Die Reisezeit wurde als Reiseaufwandsindikator erhoben, während die Tarif-Erreichbarkeit auf einem Kumulations-Ansatz beruht (zur Definition siehe Abschnitt 2.1.2). Dahinter steht die Vermutung, dass ein Kumulationsindikator für die Reisezeit ähnlich ausfiele wie für den Tarif, womit er das Kriterium der Multikollinearität verletzen würde und die Variable

---

<sup>71</sup> Quelle: Korrespondenz mit Volker Deutsch, der als Autor an den VDV-Standards beteiligt war, 23.01.2024

für die statistische Untersuchung hinfällig machte. Diese Vermutung gälte es zu prüfen; Für den Kumulationsansatz wäre dafür zunächst eine plausible Reisezeitschwelle zu definieren. Während in der Praxis häufig 30 oder 60 Minuten angesetzt werden, dürfte die übliche Reisezeit einer Kurzstreckenfahrt deutlich darunter liegen. Aufgrund der komplexen Tarifstruktur mit vielen Sonderregeln ist eine solche separate Erhebung allerdings nicht im Rahmen der vorgelegten Forschungsarbeit leistbar (vgl. Anhang A4 und A5). Die Arbeit betrachtet die Reisezeit daher auf Grundlage des Reiseaufwands, wobei die Variablen auf Multikollinearität geprüft wurden.

Wo sich Flächen- und Kurzstreckentarife überschneiden, wurde vereinfachend der günstigste Preis herangezogen, was strukturell zu einer Unterschätzung der Tarif-Erreichbarkeit einiger Gebiete führt, beispielsweise in Potsdam und Brandenburg an der Havel (Abschnitt 4.2.1.2). Davon betroffen sind 824 Haltestellen in Ober- und Mittelzentren im VBB außerhalb Berlins, in deren Einzugsgebiet sechs Prozent der VBB-Bevölkerung leben.

Um diese strukturelle Unterschätzung der Tarif-Erreichbarkeit zu kompensieren, könnte die Abwägung alternativ anhand der erschlossenen Ziele priorisiert werden. Somit würde an jeder Haltestelle derjenige Tarif berücksichtigt, bei dem der Kumulationsindikator am größten ausfällt und/oder der einen Mindeststandard an Zielen anbindet, unterhalb dessen der Indikator Null wäre. Unter etwas Rechenaufwand ließe sich dieser verschachtelte Kumulationsindikator erheben, allerdings erscheint der Ansatz nicht unbedingt lebensnah: Ausgehend von den Erzählungen einkommensarmer Menschen ist der Preis oftmals das maßgebliche Kriterium, eine Reise antreten zu können (Abschnitt 2.1.9). Die Anzahl der erreichbaren Aktivitätsziele je Tarifstufe hingegen ist derart abstrakt, dass sie für das Gros der Betroffenen nicht in die Entscheidung einfließen dürfte, ob und zu welcher Tarifstufe sie den ÖPNV nutzen. Auch wäre bei einem Mindeststandard die Diskussion zu führen, welche der 15 Kategorien so relevant sind, dass sie die Performanz des Indikators für andere Ziele mindern.

Weil für solch eine Diskussion die Datengrundlage fehlt (und sie gemessen an der üblichen Planungspraxis etwas komplex erscheint; Abschnitt 2.1.4), folgte die Zuordnung allein anhand des Preises: Berücksichtigt wurde für jede Haltestelle der günstigste Tarif, selbst wenn er weniger Ziele anbindet als die nächste Preisstufe. Betroffen sind ohnehin nur sechs Prozent der Bevölkerung im VBB-Verbundgebiet, die sich über die Raumtypen hinweg verteilen, weshalb diese Unschärfe in der Datengenerierung als akzeptabel angesehen wird. Wie die rechnerische Plausibilitätsprüfung bei den Flächentarifen zeigt, hat eine fiktive Verschlechterung der Erreichbarkeit für sieben Prozent der Bevölkerung nur einen kleinen Einfluss auf die Regressionsparameter (Abschnitt 4.3.2), daher dürfte auch die leichte Unterschätzung durch den Fahrpreis-Parameter akzeptabel klein sein.

In Berlin gab es einen kleinen Datenfehler bei den Schwimmbädern. Von den ursprünglich knapp 50 georeferenzierten Hallenbädern wurden lediglich 13 Stück in der Erreichbarkeitsanalyse berücksichtigt, was erst nach Auswertung der Regressionsparameter auffiel. Da die Bäder nur mit fünf Prozent in die Gewichtung der Tarif-Erreichbarkeit eingehen, wird die Auswirkung auf die Ergebnisse als vernachlässigbar angesehen (Tabelle 27 im Anhang A2).

### 5.2.3 Umgang mit Ausreißern

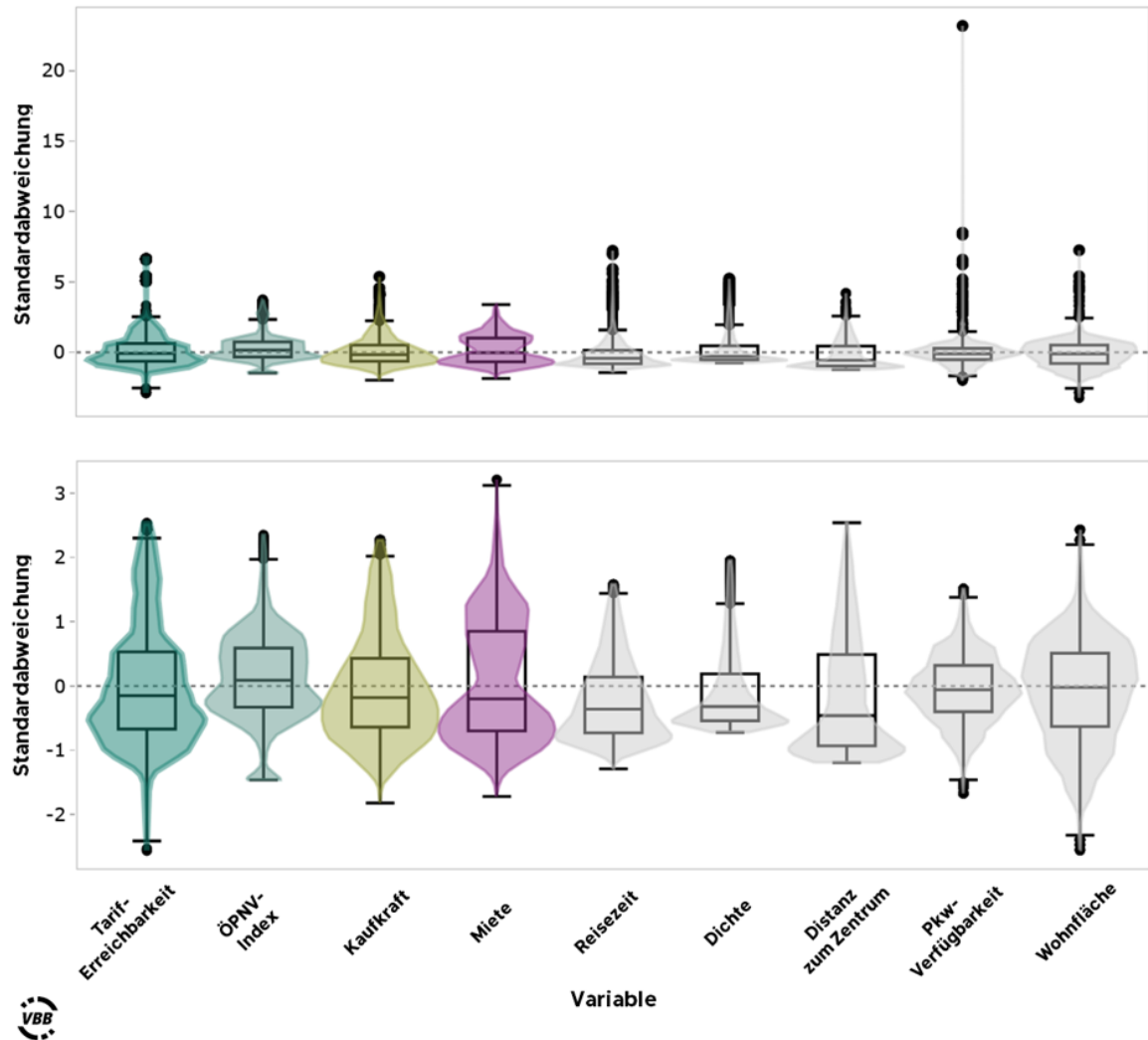
Durch das Stadt-Land-Gefälle im Angebotsniveau des ÖPNV ist der Anteil der Datenpunkte mit sehr hohen Werten beachtlich. Deutlich wird dies an der Tarif-Erreichbarkeit und am ÖPNV-Index, die in der folgenden Abbildung 56 beispielhaft für den VBB abgetragen sind (jeweils die beiden linken Plots). Die Verteilungen sind deutlich rechtsschief, das heißt der Modus liegt unter dem Median und es gibt hohe Ausschläge von bis zu +7 Standardabweichungen. Bei der Pkw-Verfügbarkeit im zweiten Plot von rechts gibt es sogar einen Ausreißer von  $> +20$  SD, es handelt sich um die Haltestelle Neu-Ludwigsau im Landkreis Oberhavel. In der einzigen Rasterzelle im Einzugsgebiet sind 9,5 Pkw und eine gemeldete Person hinterlegt, wobei es sich dabei um ein Artefakt aus der Aufbereitung der Meldedaten handeln dürfte (Abschnitt 3.2.6).

Wie die unteren Plots in der Abbildung zeigen, fallen fast alle Variablen auch nach Bereinigung der Ausreißer rechtsschief aus. Allerdings sind sie deutlich näher an einer symmetrischen Verteilung, das heißt die Spannweite der Variablen umfasst nur noch einen Wertebereich von  $-2,6$  bis  $+3,2$  Standardabweichungen. Somit trägt die Bereinigung dazu bei, sich der Annahme der Normalverteilung anzunähern, die durch die Regressionsverfahren vorausgesetzt wird (Fahrmeir et al. 2023, S. 499–503).

Die dadurch sichtbare Verbesserung der Datenqualität für die Inferenzstatistik hat allerdings den bedeutsamen Nachteil, dass viele Daten aus der Verteilung ausgeschlossen werden. Wie im Methodenkapitel ausführlich hergeleitet, gehen Informationen verloren, die im VBB 59 Prozent der Bevölkerung betreffen und im HVV 41 Prozent der Bevölkerung. Deutlich überrepräsentiert bei den Ausreißern sind die Metropolen mit ihren hohen ÖPNV-Abfahrtszahlen (Abschnitt 3.3.5). Auch dieses Dilemma ließe sich dadurch lösen, den Datensatz aufzuteilen (analog zum Umgang mit der Nachbarschaft; Abschnitt 5.2.2). Um in jedem Teilmodell möglichst viele Datenpunkte zu erhalten, könnten somit auch die multivariaten Modelle in einen *urbanen* und *ruralen* Strang getrennt werden. Interpretierbar wären sie dann allerdings auch nur für den jeweiligen Teilraum und nicht über das gesamte Verbundgebiet hinweg.

Möglicherweise könnte eine solche gezielte Zerteilung der Stichprobe auch dem Phänomen entgegenwirken, dass der Spatial-Hausman-Test das Spatial Error Model in beiden Verkehrsverbänden und auf allen Untersuchungsebenen in Zweifel zieht. Bei einer Vorabuntersuchung ohne Ausreißerkorrektur fiel dieses Testergebnis nicht auf. Möglich ist allerdings, dass andere Störeinflüsse dieses Kriterium der SEM-Modellgüte überlagern, beispielsweise eine ungünstig definierte Nachbarschaftsmatrix (vgl. Abschnitt 3.3.1). Wie Burkey (2025, S. 1) dazu auf Rückfrage scherzhaft anmerkt, „gibt [es] unzählige Möglichkeiten, [das Modell] zu vermässeln“ (eigene Übersetzung). Auch bei einer Replikation mit neu zugeschnittener Stichprobe sollte also ein Augenmerk auf der Qualitätssicherung anhand mehrerer Güteparameter liegen.

**Abbildung 56: Ausreißer-Bereinigung im VBB.**



**Quelle:** Eigene Darstellung. Gezeigt sind die Verteilungen vor der Ausreißer-Bereinigung (oben,  $n = 9\,513$  Haltestellen) und nach der Bereinigung (unten,  $n = 7\,581$  Haltestellen). Interpoliert per Kerndichteschätzung (KDE). Die unteren Plots sind identisch mit jenen in Abbildung 49. Klickbare Plots dieser Art finden sich für alle Untersuchungsebenen in den Modellberichten unter [DOI: 10.15480/882.13162](https://doi.org/10.15480/882.13162).

### 5.2.4 Mögliche Weiterentwicklung der Methodik

Die Tarif-Erreichbarkeit beschreibt die Ziele, die mit einer Fahrt für höchstens 2,30 EUR erreichbar sind. Dieses Budget leitet sich aus dem günstigsten Einzelfahrschein neben der HVV-Kurzstrecke ab; auch im VBB erlaubt es Fahrten in bis zu drei Waben, in zwei Landkreisen sogar doppelt so viele Waben (Anhang A4, Tabelle 30). Zukünftige Forschungsarbeiten könnten das Budget variieren, etwa mit Blick auf regionales Haushaltseinkommen. Auch die Erweiterung auf andere Tarifprodukte ist denkbar: Die gezeigte Erreichbarkeitsanalyse lässt sich auf Zonenkarten übertragen und ist prinzipiell sogar für Tageskarten vorstellbar. In dieses Unterfangen wären

allerdings die Reisezeit und die Fahrtrichtung einzubeziehen, da ansonsten das Ergebnis ins Triviale abglitte: Wer eine Tageskarte für Hamburg AB erwirbt, darf etwa 2 800 Haltestellen anfahren und verfügt somit über maximale Tarif-Erreichbarkeit. Diese allerdings verbleibt theoretischer Natur, da der Fahrgast pro Tag naturgemäß nur eine begrenzte Anzahl an Haltestellen aufsuchen kann. In der Berechnung der Tarif-Erreichbarkeit in Formel 1 wären also ein Term für die Reisezeit und ggf. ein Parameter für die Fahrtrichtung zu ergänzen. Damit wiederum würde sie sich einer generalisierten Kostenformel annähern, wie sie seit Langem diskutiert wird (Abschnitt 2.1.3). Auch wären plausible Annahmen darüber zu treffen, wie häufig Einkommensarme sich Tageskarten kaufen (können) und ob sie ihre Wege stärker verketteten als andere Menschen, um den Nutzen zu maximieren, wobei an dieser Stelle die MiD-Erhebung wertvolle Hinweise liefern kann (Tabelle 1, S. 31). Ein weiterer hilfreicher Anhaltspunkt über die Nutzungshäufigkeit verschiedener Fahrausweise – über alle Einkommensgruppen hinweg – findet sich in einer Auswertung des HVV (Bürgerschaft der FHH 22.11.2019, Anlage 1). Eine übergeordnete Methodenschau in Bezug auf die sogenannte „potenzielle Erschwinglichkeit“ des ÖPNV tragen Rozynek et al. (2023, S. 11) in ihrem Discussion Paper zusammen.

Eine weiter gefasste Untersuchung des ÖPNV-Alltags einkommensarmer Menschen könnte darüber hinaus weitere Attribute des Verkehrsangebots und des Wohnstandorts einbeziehen. Denkbar sind beispielsweise die (wahrgenommene) Überfüllung der Fahrzeuge, die Gehzeit zur nächsten ÖPNV-Serviceestelle für Personen ohne einen Internetanschluss, die Erreichbarkeit des nächsten Verkaufspunkts oder eine Kartierung der nicht angetretenen Wege, wie sie im Projekt *MobileInclusion* in kleinem Umfang vorgenommen wurde (Daubitz et al. 2023, Abschnitt 5.1.1). Auch der Einbezug des Fahrens ohne gültigen Fahrschein könnte solch eine Analyse substantiell bereichern. Schwerdtfeger legt eine ausführliche qualitative Typologie zu den Motiven vor, ohne Fahrschein zu fahren, wobei sie als ein zentrales Motiv die finanzielle Armut herausarbeitet (2019, S. 109–113). Zählraten nach dem Vorbild der USA könnten Schwerdtfegers Ergebnisse ergänzen, um die finanzielle Zugänglichkeit des ÖPNV und somit die Erreichbarkeit alltäglicher Orte zu untersuchen (Abschnitt 2.1.11). Sofern die Verkehrsunternehmen ihre Ein- und Aussteigerdaten haltestellenfein bereitstellten, ließe sich auch die Bedienungsqualität entsprechend erheben und verarbeiten; eine beispielhafte Kennzahl beschreibt Holtzclaw (1994, S. 24) mit dem „Transit Accessibility Index“. Um den Index für spezifische Gruppen zu schärfen, kann er mit deren räumlicher Verteilung verschnitten werden, wie es Karner (2018) beispielhaft für Arbeiter\*innen in Phoenix, Arizona/USA darstellt (S. 28, insb. unterer Teil von Figure 2).

In Bezug auf die Teststatistik ließe sich die Analyse um unterschiedliche räumliche Beziehungen erweitern, wo die vorgelegte Untersuchung lediglich symmetrische Nachbarschaftsbeziehungen unterstellt, die über einen konstanten Schwellenwert definiert sind. Da sich viele ÖPNV-bezogene Phänomene auf Haltestellen-Ebene abspielen (beispielsweise Abfahrten), während die Parameter der städtebaulichen Entwicklung eher auf der Ebene des Quartiers betrachtet werden (beispielsweise die Geschossflächenzahl und daraus folgend die Bevölkerungsdichte), könnte es zielführend sein, separate Nachbarschaftsmatrizen mit einem jeweils eigenen Schwellenwert zu berechnen. LeSage und Pace (2011) diskutieren dies umfassend, warnen allerdings vor dem „Fallstrick“, den Einfluss der Nachbarschaftsmatrizen auf die Schätzparameter der Regression zu überschätzen (S. 17; eigene, sinngemäße Übersetzung). Außerdem warnen sie vor Störeinflüssen, die mit einer steigenden Anzahl an Kanten in multiplen Matrizen auftreten (ebd., S. 19).

Darüber hinaus gibt es sogenannte hierarchische Modelle für Effekte auf verschiedenen Ebenen. Lacombe und McIntyre (2017) bieten einen Überblick über die methodische Entwicklung. Mit einem solchen Modell ließen sich lokale Muster der Tarif-Erreichbarkeit auf Haltestellen-Ebene mit globalen Mustern<sup>72</sup> des Einkommens auf Gemeinde-Ebene zu untersuchen.

Für die Anwendung eines solchen Modells gälte es zunächst eine eindeutige Hierarchie zu definieren: Wie Abbildung 13 auf Seite 61 beispielhaft für den VBB darstellt, verlaufen tarifliche Grenzen mitunter quer zu den politischen. Auch die Ringe und einige Zonen des HVV schneiden die administrativen Grenzen der Länder und Landkreise und an vielen Haltestellen überlagern sich mehrere Tarifzonen. Dies betrifft elf Prozent der Haltestellen, wobei ein Prozent der Haltestellen sogar drei oder vier Zonen zugeordnet sind (Stand 2022). Hierarchische Modelle beruhen allerdings auf der Annahme, dass die Einheiten verschachtelt sind (engl. „nested“; Lacombe und McIntyre 2017, S. 151), was in der Praxis bedeutet, dass eine Einheit nicht in mehreren Ebenen auftauchen sollte. Eine zukünftige Arbeit könnte eine kohärente räumliche Rangfolge für das ÖPNV-System definieren und damit die Tarif-Erreichbarkeit anhand eines hierarchischen Modells untersuchen. Die in dieser Forschungsarbeit generierten Haltestellen-Kennwerte eignen sich als Grundlage, sodass nur die Hierarchie zugewiesen werden müsste.

Optimieren ließe sich die Variable der Zentralität auf Gemeinde-Ebene, die stark vereinfachend als Median aller 100-m-Rasterzellen innerhalb einer Gemeinde gemessen wurde. Näher an der Realität wäre eine Bemessung der Zentralität vom Bevölkerungsschwerpunkt aus. Anzunehmen ist, dass sich durch eine solche verfeinerte Messung auch signifikante Beta-Schätzer in den multivariaten Modellen einstellen würden.

Abschließend laden die Ergebnisse zur Bevölkerungsdichte dazu ein, die Methodik in Bezug auf diese Variable zu schärfen. So rekurren das Ergebniskapitel und die Diskussion dieser Arbeit mehrfach auf den Befund, dass die Dichte deutlich weniger Einfluss ausübt als angenommen. Dies könnte bedeuten, dass sie tatsächlich zu vernachlässigen ist. Die Literatur, die den anderen Variablen eine starke Wechselwirkung mit der Dichte zuschreibt und die praktische Relevanz der Dichte in der ÖPNV-Netzplanung (Abschnitt 2.1.6) deuten allerdings darauf hin, dass sie indirekt doch auf die Tarif-Erreichbarkeit wirkt und ihr Einfluss im multivariaten Modell durch die Varianz anderer Variablen überlagert wird. Prüfen ließe sich dies, indem der Einfluss der Dichte mittels Moderations-Analyse in direkte und moderierende Effekte aufgetrennt wird. Einen Ansatz dafür beschreiben beispielsweise Pang et al. (2024), die mit einem SEM die moderierende Wirkung von Grünflächen auf den Zusammenhang aus Feinstaub-Exposition und Lungenkrebs-Prävalenz ermitteln. Nach dem Vorbild dieser Arbeit könnte die vorgestellte Methodik weiter geschärft werden, indem die hier vorgestellten Variablen in verschiedenen Modellsträngen jeweils derart kombiniert würden, dass die Dichte als Moderatorvariable läuft. Allgemein ist es überlegenswert, neben der Bevölkerungsdichte auch die Siedlungsdichte heranzuziehen, also die Personen pro Hektar Siedlungs- und Verkehrsfläche. Die Fachliteratur beruft sich mehrheitlich auf diesen Kennwert (Tabelle 3, S. 67), allerdings müsste er dafür zunächst kleinräumig erhoben oder approximiert werden, was im Rahmen dieser Forschungsarbeit nicht zu leisten war.

---

<sup>72</sup> „Global“ beschreibt auch hier Zusammenhänge innerhalb der betrachteten Systemgrenzen; vgl. Abschnitt 3.3.4.

### 5.3 Praxisbezug der Tarif-Erreichbarkeit

Wie in Abschnitt 1.2 ausgeführt, richten sich die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit neben der wissenschaftlichen Fachöffentlichkeit an Verantwortliche in der Verkehrs- und Sozialplanung. Abseits der methodischen Aspekte stellt sich daher die Frage, inwiefern das Vorgehen in die Praxis der ÖPNV-Planung überführt werden kann und welches Potenzial sich daraus ergibt.

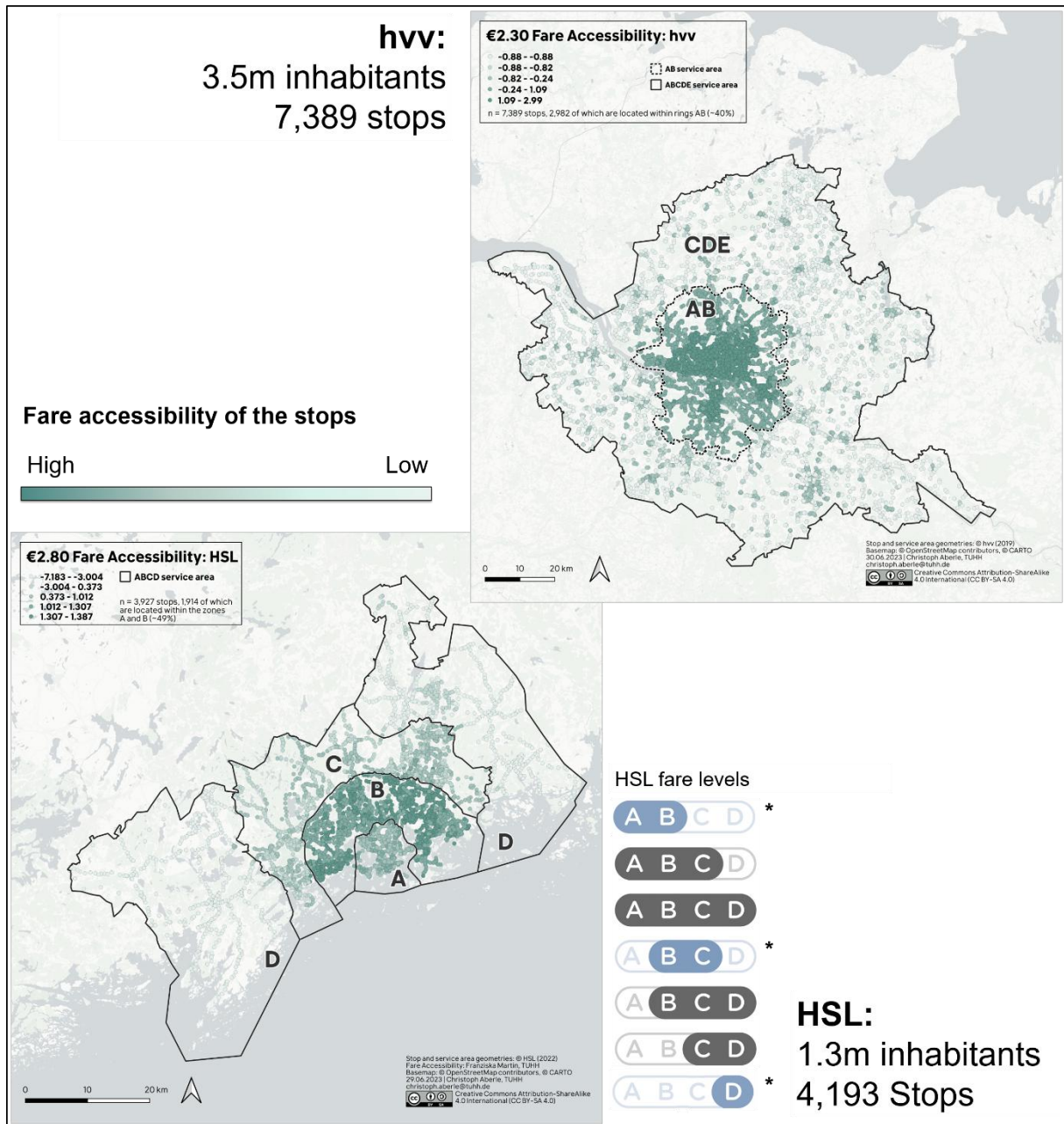
In technischer Hinsicht ist es mit vertretbarem Aufwand umsetzbar, die Tarif-Erreichbarkeit in bestehende Erhebungsverfahren einzugliedern. In ihrer Masterarbeit führt Martin (2023) den methodischen Nachweis, indem sie die Tarif-Erreichbarkeit für den Großraum Helsinki/Finnland per Python-Schnittstelle in PTV VISUM erhebt und verarbeitet. Die ganze Untersuchung kann also in der Software abgewickelt werden, die in Deutschlands ÖPNV-Planung einen de-facto-Standard darstellt. Auch eine Umsetzung mit quelloffener Software ist grundsätzlich möglich, wie das Methodenkapitel dieser Dissertationsschrift aufzeigt (Abschnitt 3.4).

Als zentrale Herausforderung beschreibt Martin allerdings den Umstand, dass die Daten für den Fallstudienvergleich in unterschiedlichen Klassifikationen und räumlichen Zuschnitten vorliegen (Martin 2023, S. 44–45). Damit benennt sie einen Teilaspekt der *Implementation Gap*, die in Abschnitt 2.1.4 beschrieben ist. Hier wäre also eine Standardisierung angebracht, insbesondere bezüglich der Parameter für Auflösung, Einzugsgebiete und Tarifstufen. Die Standardisierung hätte nicht notwendigerweise das Ziel, Ergebnisse in größtmöglicher Präzision hervorzubringen. Sie würde aber dazu beitragen, die Tarif-Erreichbarkeit über Verbünde und Regionen hinweg vergleichbar zu machen (Abbildung 57).

Neben der Frage der technischen Umsetzung stellt sich die Frage nach der Zweckmäßigkeit, die Tarif-Erreichbarkeit überhaupt zu erheben. Wie bereits in Abschnitt 5.1.1.1 diskutiert, bestehen signifikante Korrelationen u.a. mit dem ÖPNV-Index, der Reisezeit und der Zentralität. Für die Untersuchung im regionalen Maßstab ist der analytische Mehrwert der Tarif-Erreichbarkeit also überschaubar, da bestehende Maße einfacher zu erheben sind bzw. bereits erhoben werden. Dies ist zumindest in Stadtregionen der Fall, die ihre ÖPNV-Erreichbarkeit regelmäßig und methodisch konsistent evaluieren, etwa in den Metropolregionen Hamburg und München (vgl. Abschnitt 2.1.5). Für sie ergibt es nur wenig Sinn, einen methodisch anspruchsvollen und mit zahlreichen Annahmen hinterlegten Indikator zu berechnen, der im Ergebnis eine ähnliche Verteilung zeigt wie die bestehenden Kennzahlen.

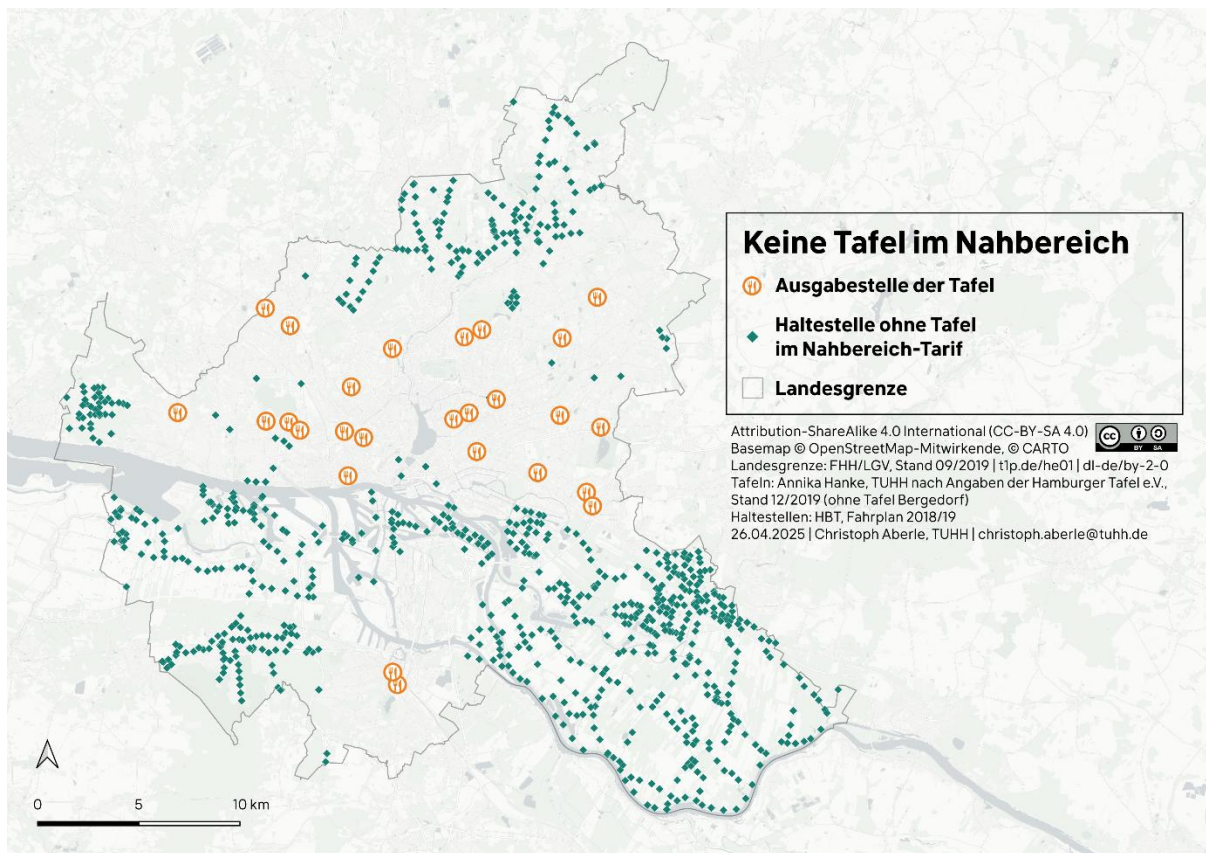
Wie Abbildung 58 illustriert, kann die Tarif-Erreichbarkeit allerdings in der Betrachtung einzelner Zielkategorien einen großen Nutzen stiften. Die Karte zeigt die Haltestellen auf hamburgischem Stadtgebiet, von denen die nächste Lebensmitteltafel nicht im Nahbereich-Tarif erreichbar ist. Von den gezeigten Haltestellen aus braucht es also mindestens ein Budget von 6,50 EUR, um eine 9-Uhr-Tageskarte für die Hin- und Rückfahrt zur Tafel zu lösen. An dieser Betrachtung von Einzelkategorien, die sich an Schwarzes Reiseaufwandsindikator orientiert (2015, S. 54), können Defizite ermittelt und Interventionen abgeschätzt werden. Die dynamische Aufbereitung der Tarif-Erreichbarkeit in Form des *Fare Accessibility Dashboard* bietet zudem das Potenzial, sowohl das stadtregionale Gesamtbild als auch kleinräumige Verteilungen auszuwerten (Abschnitt 4.4).

**Abbildung 57: Tarif-Erreichbarkeit im HVV und in der Region Helsinki.**



**Quelle:** Martin und Aberle (2023), Darstellung auf Haltestellenebene. Für den HVV werden Fahrpreise bis zu 2,30 EUR berücksichtigt. Für die Region Helsinki (HSL) sind Fahrpreise bis zu 2,80 EUR berücksichtigt (hellblau und Stern \* unten rechts). Für eine Zusammenfassung des Fallstudienvergleichs siehe Aberle et al. (2024).

**Abbildung 58: Tarif-Erreichbarkeit der Tafeln in Hamburg.**



**Quelle:** Eigene Darstellung. Gezeigt sind Haltestellen, von denen aus mit Kurzstrecke oder Nahbereich keine Ausgabestelle erreicht wird. Es handelt sich um eine strenge Auslegung der Erreichbarkeit: Günstigere Verbindungen, die mit einem Laufweg zu einer anderen Haltestelle verbunden sind, werden nicht beachtet. Daher gibt es vereinzelt Haltestellen, die räumlich nah an einer Tafel liegen, aber tariflich teuer sind. In der Zwischenzeit ist eine Ausgabestelle in Bergedorf hinzugekommen, die dem Trägerverein Hamburger Tafel e.V. zum Zeitpunkt der Analyse nicht bekannt war und hier nicht abgebildet ist. Herleitung der Karte im Forschungsblog: [mobileinclusion.de/hvv-tarif-kurzstrecke](https://mobileinclusion.de/hvv-tarif-kurzstrecke), archiviert unter DOI 10.15480/882.4307.

Abbildung 58 vermittelt die Aussage, dass Fahrgäste beim Einstieg an dezentralen Haltestellen mindestens 3,30 EUR pro Fahrt aufwenden müssen, um eine Tafel zu erreichen (oder einmalig 6,50 EUR für eine 9-Uhr-Tageskarte). Dies betrifft rund 17 Prozent der Bevölkerung,<sup>73</sup> wie aus der zweiten Spalte von Tabelle 25 hervorgeht (die anderen 83 Prozent erreichen mindestens eine Tafel). Im Abgleich mit dem 80-Prozent-Branchenstandard lässt sich somit konstatieren, dass dieser weitgehend erfüllt wird (vgl. Abschnitt 2.1.6): Mit Ausnahme von fünf Kategorien können mindestens 80 Prozent der Bevölkerung ein Ziel mit der Kurzstrecke zu 1,70 EUR erreichen. Mit dem Nahbereich zu 2,30 EUR kann nahezu die gesamte Bevölkerung mindestens ein Alltagsziel

<sup>73</sup> Im 2020 erschienenen Faktenblatt für die Stadt Hamburg werden 21 Prozent genannt. Die dortige Kennzahl bezieht sich ausschließlich auf Personen in „Hartz IV“-Bezug (Daubitz und Aberle 2020a, S. 6). Da deren Verteilung nicht kleinräumig für die HVV-Gemeinden außerhalb Hamburgs vorliegt, wird in Tabelle 25 konsistent auch für Hamburg die Gesamtbevölkerung betrachtet.

erreichen. Außerhalb Hamburgs hingegen sinkt die Tarif-Erreichbarkeit deutlich ab, sie liegt im gewichteten Mittel bei 28 Prozent für die Kurzstrecke bzw. die StadtKarte und bei 34 Prozent für den Nahbereich bzw. Eine Zone (Tabelle 25, letzte Zeile beim HVV).

Für Berlin und den VBB fallen diese Anteile sichtlich besser aus, wie die rechte Hälfte von Tabelle 25 aufzeigt. Das gewichtete Mittel liegt im VBB außerhalb der Metropole um knapp Faktor drei höher als im HVV, es können also mit 2,30 EUR Budget anteilig fast drei Mal so viele Menschen mindestens ein Ziel erreichen. Auch dies lässt sich aus der Tarifstruktur heraus erklären. So bietet der VBB in der Peripherie diverse Einzelkarten, die über die Kurzstrecke hinaus reichen (Tabelle 30 im Anhang A4). Beim HVV hingegen existieren im Budget von 2,30 EUR nur zwei Preisstufen, wobei eine Fahrt in der zweiten Stufe das Budget ausschöpft (Anhang A4). Die anschließenden Preisstufen, gültig für zwei Zonen (3 EUR) bzw. ein bis zwei Ringe (3,30 EUR), ermöglichen einen sprunghaften Anstieg der Tarif-Erreichbarkeit, wobei sie aufgrund der gewählten Budgetgrenze nicht ins Modell einfließen. Um diese Unschärfe im Vergleich zum VBB auszugleichen, könnte eine Kaufkraft-Bereinigung des Budgets die Analyse um den Aspekt der ‚realen Tarif-Erreichbarkeit‘ bereichern (Abschnitt 5.2.4).

Dem Rahmen dieser Forschungsarbeit geschuldet, wird dieser Ansatz nicht weiterverfolgt, sie beschränkt sich auf den Abgleich der Tarif-Erreichbarkeit mit dem 80-Prozent-Standard, der an den unterstrichenen Kennwerten der nachfolgenden Tabelle abzulesen ist. Bereits hier lässt sich der praktische Nutzen der Tarif-Erreichbarkeit erkennen. Erstmals schafft sie einen Kennwert für die Erreichbarkeit in verschiedenen Verkehrsverbänden, der die ÖPNV-Leistbarkeit zugrunde legt und an einem etablierten Mindeststandard gemessen werden kann.

**Quelle für Tabelle 25 auf der Folgeseite:** Eigene Darstellung. Aufsummiert ist jeweils der Anteil der Wohnbevölkerung, der mindestens ein Ziel erreichen kann, nach Zielkategorie und Preisschwelle. Bereits auszugsweise publiziert in Aberle und Gertz (2025). Unterstrichen sind Anteile in den Metropolen von weniger als 80 Prozent.

\*In Berlin gibt es keine Preisstufe zu 2,30 EUR. Die nächste Preisstufe ist Berlin AB zu 2,80 EUR mit 100 Prozent Tarif-Erreichbarkeit für alle Kategorien, da Berlin AB das komplette Stadtgebiet einschließt.

\*Aufgrund eines Datenbankfehlers wurden in Berlin nur 13 von 49 Hallenbädern berücksichtigt, daher ist dieser Wert als unplausibel zu verwerfen. Siehe hierzu Abschnitt 5.2.2.

Tabelle 25: Bevölkerungsanteil, der mindestens ein Ziel erreichen kann (Prozent).



**hvv**  
ohne Hamburg



ohne Berlin

Zielkategorie	1,70 EUR	2,30 EUR	1,70 EUR	2,30 EUR	1,70 EUR	2,30 EUR*	1,70 EUR	2,30 EUR
<b>Lebensmittel</b>	99	100	<u>47</u>	<u>51</u>	100	-	82	99
<b>Arztpraxis</b>	99	100	<u>45</u>	<u>48</u>	100	-	<u>71</u>	89
<b>Kita</b>	100	100	<u>43</u>	<u>49</u>	100	-	<u>68</u>	89
<b>Apotheke</b>	99	100	<u>50</u>	<u>52</u>	100	-	80	97
<b>Grundschule</b>	99	100	<u>40</u>	<u>46</u>	100	-	81	97
<b>Begegnungsstätte</b>	81	98	<u>18</u>	<u>26</u>	90	-	<u>40</u>	<u>67</u>
<b>Schwimmbad</b>	<u>64</u>	94	<u>14</u>	<u>25</u>	(21)*	-	<u>36</u>	<u>56</u>
<b>Krankenhaus</b>	<u>53</u>	87	<u>7</u>	<u>16</u>	89	-	<u>52</u>	<u>78</u>
<b>Tafel</b>	<u>59</u>	83	<u>16</u>	<u>27</u>	88	-	<u>50</u>	<u>76</u>
<b>Friedhof</b>	<u>61</u>	97	<u>9</u>	<u>16</u>	98	-	<u>64</u>	93
<b>Jobcenter</b>	<u>64</u>	90	<u>12</u>	<u>19</u>	<u>45</u>	-	<u>15</u>	<u>33</u>
<b>Bibliothek</b>	85	96	<u>31</u>	<u>38</u>	90	-	<u>59</u>	85
<b>Postfiliale</b>	97	99	<u>47</u>	<u>52</u>	100	-	<u>72</u>	91
<b>Bankfiliale</b>	97	100	<u>48</u>	<u>52</u>	100	-	81	98
<b>Buchladen</b>	80	96	<u>30</u>	<u>37</u>	97	-	<u>53</u>	<u>77</u>
<b>gewichtetes Mittel</b>	99	100	<u>28</u>	<u>34</u>	100	-	<u>77</u>	96

## 5.4 Das Deutschlandticket und seine Implikationen für den Bartarif

Seit Mai 2023 gilt das Deutschlandticket, das für 63 EUR/Monat eine bundesweite ÖPNV-Nutzung erlaubt (Stand 2026). Das Angebot folgte auf das dreimonatige 9-Euro-Ticket, das im Juni 2022 als indirekte Reaktion auf den russischen Angriffskrieg auf die Ukraine eingeführt worden war, um die Bevölkerung in Deutschland von steigenden Energiepreisen zu entlasten. Der Verband deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) beschreibt diese Entwicklung als wegweisende Veränderung in der ÖPNV-Tarifgestaltung: Zwei Jahrzehnte lang habe die Politik das Ziel vorgegeben, „ein Höchstmaß an Einzelfallgerechtigkeit zu schaffen“, was die Branche mit vielfältigen Preisstufen realisierte. Den Wechsel der Anforderung hin zur bundesweiten Einfachheit beschreibt der VDV indes als deutliche Neuausrichtung (Schilling 2022; Wortzitat bei Minute 66); zur Frage der Einzelfallgerechtigkeit im Tarif siehe auch Abschnitt 2.1.9 dieser Arbeit.

Insbesondere einkommensarmen Gruppen hatte die Einfachheit des 9-Euro-Tickets, in Kombination mit dem erschwinglichen Preis, einen enormen Freiheitsgewinn eröffnet, wie mehrere Studien herausarbeiten.<sup>74</sup> Ein bundesweit einheitlich gültiges Sozialticket scheiterte in der Bundesregierung, stattdessen schaffen sich zahlreiche Ländern und Kommunen eigene Ermäßigungen. Mit Stand Januar 2025 gibt es mindestens 31 bezuschusste Deutschlandtickets sowie über 200 lokale und regionale Angebote, die in Abbildung 59 kartiert sind. Anspruch auf ein bundesweites Ticket haben in Hamburg die Beziehenden gängiger Sozialleistungen (Grundsicherung nach SGB II, SGB XII, AsylbLG). Im restlichen HVV gibt es keinen Sozialtarif, wobei in sieben Gemeinden die Einführung diskutiert wurde.<sup>75</sup> Berlin bietet einen landesweiten Sozialtarif zu 19 EUR/Monat, im restlichen VBB gibt es verschiedene regionale Varianten (Aberle 2025). Bezogen auf die Untersuchungsräume dieser Arbeit wäre eine Intervention zunächst also im HVV-Gebiet zu erwägen, das noch kein Sozialticket hat. Abzüglich der Bevölkerung der Freien und Hansestadt Hamburg leben im HVV etwa 1,85 Millionen Menschen, von denen knapp 100 000 Personen Bürgergeld beziehen und somit von einem solchen Angebot profitieren könnten (Stand 2022).

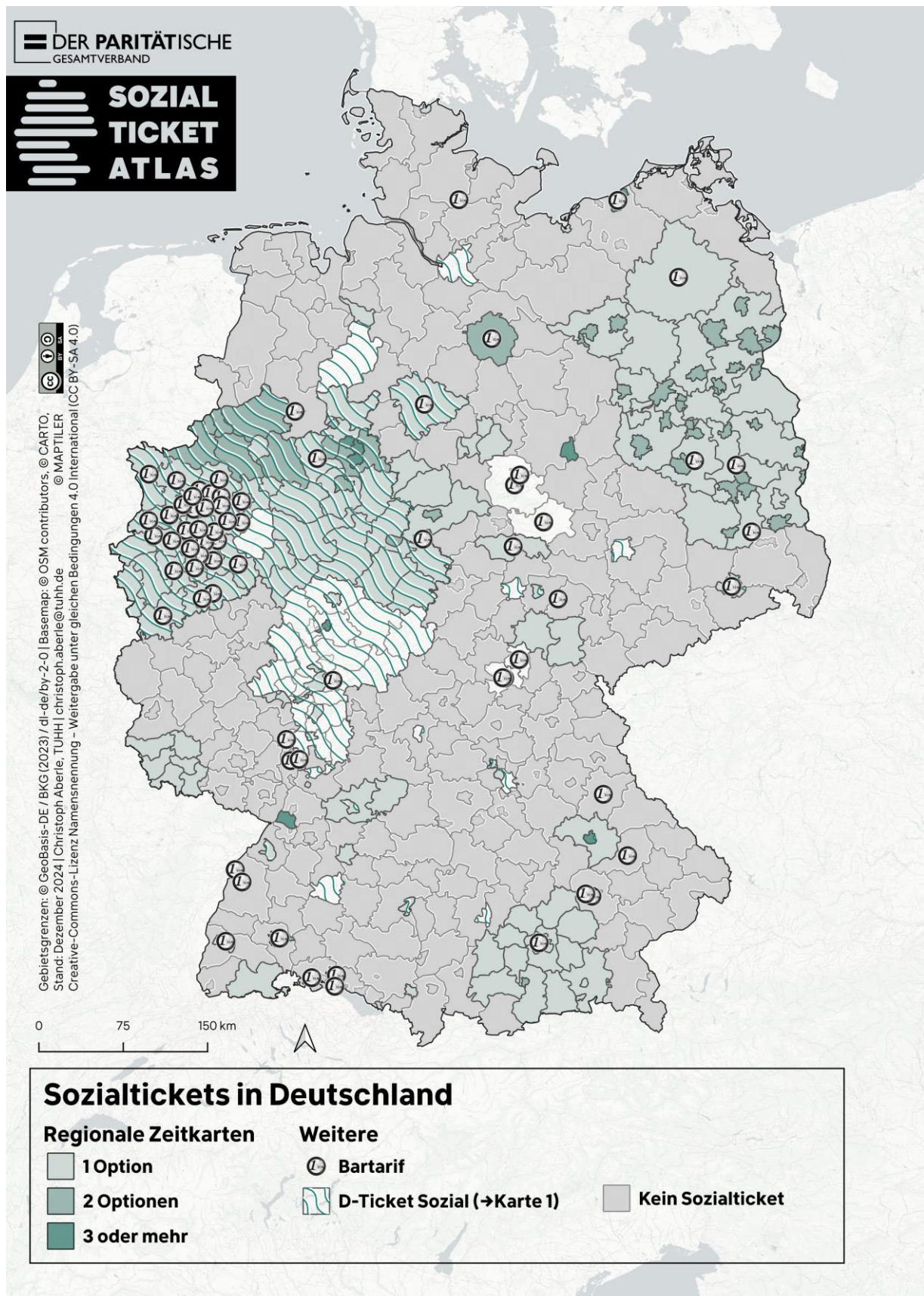
Bundesweit kann indes bereits knapp die Hälfte der Bürgergeld-Beziehenden ein bezuschusstes Deutschlandticket erwerben, der Kaufpreis rangiert zwischen 15 und 53 EUR/Monat (Aberle 2025). In einer repräsentativen Erhebung der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen (RWTH) geben Personen mit sehr niedrigem ökonomischen Status am häufigsten an, dass das Deutschlandticket ihre Aktivitätsmöglichkeiten verbessert oder sehr verbessert hat (Höing 2025, S. 11; n = 3 772 Personen mit Deutschlandticket; Stand Januar 2025). Gleichwohl gelangt die RWTH-Studie zu dem Befund, dass Personen mit einem geringen Haushaltseinkommen seltener über ein Deutschlandticket verfügen als der Bundesdurchschnitt (ebd., S. 4). Dies deutet darauf hin, dass Einkommensarme den Ausgabepreis trotz der regionalen Zuschüsse als zu teuer ansehen. Eine bundesweit einheitliche Sozialvariante für das Deutschlandticket ist weiterhin Gegenstand auf Arbeitsebene in der ÖPNV-Fachszene, allerdings möchte sich niemand namentlich zitieren lassen (Hintergrundgespräch auf einer Fachtagung am 24.05.2023 in Frankfurt am Main).

---

<sup>74</sup> Hille und Gather 2022 mit einer Befragung 1 157 einkommensarmer Haushalte in Erfurt, Aberle et al. 2022b mit einer qualitativen Befragung 30 einkommensarmer Personen im Einzugsgebiet des HVV, Rozynek 2024a mit einer Befragung zwölf einkommensarmer Elternteile in der Region Hannover.

<sup>75</sup> Erwägungen in der Lokalpolitik gab es seit der Jahrtausendwende in Lüneburg und Norderstedt sowie in den (Land-)Kreisen Pinneberg, Stormarn, Herzogtum Lauenburg Harburg und Stade. Die Pläne wurden unterschiedlich weit entwickelt, wurden aber alle schließlich politisch abgelehnt bzw. nicht weiter verfolgt (Aberle 2025, ergänzender Datensatz).

Abbildung 59: Sozialtickets in Deutschland sowie Kommunen ohne Sozialticket.



**Quelle:** Aberle 2025, S. 9. Es existieren über 200 Sozialtickets als Zeitkarten, davon 31 mit Bezug auf das Deutschlandticket, sowie 48 Angebote im Bartarif.

Mittelfristig könnten also noch deutlich mehr Einkommensarme von einem bundesweiten Modell profitieren als die Bezugsberechtigten in den 31 Gebieten mit bezuschusstem Deutschlandticket. Anzunehmen ist allerdings, dass es weiterhin einen Bartarif für Gelegenheits-Fahrgäste geben wird (Rozynek et al. 2023; Sigloch 2022). Darüber hinaus gibt es Menschen, die nicht von der Flatrate profitieren. Personen ohne Girokonto beispielsweise können kein Deutschlandticket buchen (wobei es seit 2016 ein Recht auf ein Basiskonto auch ohne Wohnsitz oder ohne Papiere gibt; §31 Zahlungskontengesetz/ZKG). Zudem haben viele Verkehrsverbände bislang die Kreditwürdigkeit durch private Auskunftsteile wie die *Schufa* oder *LogPay* prüfen lassen. Diese Praxis benachteiligt strukturell Menschen in Armut, indem ihnen ggf. der Zugang zum Abo verweigert wird. Der VBB und viele weitere Verbände und Verkehrsunternehmen kündigten an, beim Deutschlandticket auf die Bonitätsprüfung zu verzichten (rbb24 2023). Auf eine Medienanfrage hat auch der HVV dies geäußert (Willeke 2023); In seinen Geschäftsbedingungen behält sich der HVV die Prüfung indes weiterhin vor (HVV 2025a, 2025b).

## **5.5 Neuausrichtung des Forschungsvorhabens mit Einführung des Deutschlandtickets**

Angesichts vieler inzwischen vergleichsweise günstiger Sozialtickets ist davon auszugehen, dass Betroffene häufiger das Flatrate-Modell wählen anstatt sich auf sorgsam geplante Einzelfahrten zu beschränken. Damit büßt die Tarif-Erreichbarkeit an Relevanz ein: Zumindest in den 31 Kommunen und Ländern mit Zuschuss ist für viele Einkommensarme das Problem mindestens vorerst beseitigt (Aberle 2025). In Hamburg etwa ist das Sozialticket für 22,50 EUR/Monat kaufkraftbereinigt sogar etwas günstiger als bei der zwischenzeitlichen Abschaffung 2003 (Aberle 2026). Zudem weisen Befragungsdaten darauf hin, dass das Deutschlandticket ein gutes Drittel seiner Fahrgäste aus dem Bartarif abgeworben hat (VDV et al. 2023, S. 34; über alle Einkommensgruppen hinweg). In Berlin gilt derzeit ein Sozialticket für 19 EUR/Monat für das Tarifgebiet AB (SenASGIVA 2025). Nach heutigem Ermessen ist eine Analyse des Bartarifs also lange nicht so praxisrelevant wie im Bezugsjahr dieser Arbeit 2018/19.

Entsprechend der damaligen Tarifstruktur sah der Plan für dieses Dissertationsvorhaben vor, eine Intervention zu modellieren. Diese könnte praktisch dreierlei Form annehmen, indem (1) die Kurzstrecke räumlich erweitert würde, (2) ausgewählte Tarifzonen zusammengelegt würden, (3) der Ausgabepreis gesenkt würde (Abschnitt 5.1). Ein Variantenvergleich dieser drei Optionen hätte darstellen sollen, wie sich die jeweilige Veränderung auf die Tarif-Erreichbarkeit auswirkt, um daraus Handlungsempfehlungen für die Tarifplanung abzuleiten.

Dieser Plan wurde verworfen, nachdem Führungspersonen der Verkehrspolitik und ÖPNV-Branche noch vor dem Start des Deutschlandtickets eine tarifliche Konsolidierung andeuteten. So soll die Flatrate-Logik auch langfristig bestehen und absehbar der bestehende (HVV-)Bartarif abgelöst werden (stellvertretend Bundesverkehrsminister Wissing 2022; HVV-Geschäftsführerin Korbutt bei Hinkelmann 2022; BMDV-Staatssekretärin Henckel 2023). Nachdem sich die Umwälzung durch das 9-Euro-Ticket und die politischen Debatten um das spätere Deutschlandticket abzeichneten, wurde diese Forschungsarbeit daher methodisch neu ausgerichtet. Gemeinsam mit Studierenden wurde eigene Empirie zur Frage erhoben, wie sich das 9-Euro-Ticket bzw. ein Nachfolgeangebot auf das Erleben und Verhalten Einkommensarmer im ÖPNV auswirken würden. Diese Empirie stützt die Annahme, dass der vereinfachte Bartarif zwar noch eine Rolle spielen wird, dass seine Relevanz allerdings kleiner sein wird als bisher (siehe hierzu Aberle et al. 2022b; Aberle 2022; 2023; 2026; weitere Evidenz bei Hille und Gather 2022; Rozynek 2024a; VDV et al. 2023) Anstatt einen Bartarif zu optimieren, der schon bei Erscheinen der Dissertationsschrift nicht mehr existieren soll, richtet sich diese Arbeit daher auf den Vergleich dreier Untersuchungsebenen (Abschnitt 3.1.2) und beschreibt einen Neuzuschnitt der Tarifzonen nur überschlagsweise (Abschnitt 5.1.2.1).

Durch diese Richtungsentscheidung im Forschungsverlauf erscheint auch die Wahl der Modelle rückblickend in einem anderen Licht. Zwei der drei räumlichen Modelle, das SLX und das SDEM, bieten als entscheidende Stärke gegenüber dem OLS, dass sie Nachbarschaftseffekte ausweisen. Anhand einer modellierten Intervention hätten sich daraus praxisnahe Potenziale für die Förderung von Erreichbarkeit im Sinne der Mobilitätschancen ableiten lassen, zum Beispiel *„wenn der VBB die günstigste Einzelfahrt von zwei auf drei Waben erweitert, lässt sich die Erreichbarkeit von Tafeln in der Fläche von 50 Prozent auf X Prozent der Bevölkerung steigern. Y Prozentpunkte des Zuwachses kommen angrenzenden Gemeinden des Raumtyps rural zugute, die somit besonders von einer Tarifreform profitieren können“* (zur Tafel-Erreichbarkeit im VBB s. Tabelle 25 auf S. 211). Ohne die modellierte Tarifreform aber konnte die Forschungsarbeit diese entscheidende Stärke nicht ausspielen. Die indirekten Effekte werden im Ergebnisteil für jede Untersuchungsebene berichtet, beschreiben aber ‚nur‘ den gegenwärtigen Zustand, anstatt wie geplant einer Abschätzung tariflicher Maßnahmen zu dienen. Passgenauer für die Beschreibung des Status Quo wäre möglicherweise eine Moderations-Untersuchung, die einen stärkeren Schwerpunkt auf die Relevanz der Dichte legt (siehe hierzu auch Abschnitt 5.2.4). Einen deutlichen Mehrwert schaffen die räumlichen Modelle aber insofern, als dass sie die räumliche Autokorrelation kompensieren, die auf allen Untersuchungsebenen und in beiden Verkehrsverbänden festzustellen ist.

## 6 Fazit und Ausblick

Die Einführung dieser Dissertationsschrift in Kapitel 1 arbeitet einen Zielkonflikt in der Verkehrsentwicklungsplanung heraus. Mittels Sekundäranalyse der jüngsten verfügbaren MiD-Datensätze repliziert sie den Befund, dass einkommensarme Menschen seltener über Zugang zu einem Auto verfügen, stattdessen deutlich häufiger ÖPNV fahren. Allgemein legen sie kürzere Strecken zurück und nutzen dafür langsamere Verkehrsmittel. Neben der sozialen Teilhabe benennt die Einführung mit dem Klimaschutz ein weiteres übergeordnetes Ziel der integrierten Verkehrsplanung. Aus der Kombination beider Ziele leitet sie den Zielkonflikt ab, eine klimapolitisch obligatorische Abnahme an Verkehrsleistung so zu verteilen, dass Einkommensarme nicht (zusätzlich) in ihren Teilhabechancen beschnitten werden, im besten Falle sogar an Teilhabechancen gewinnen. Als planerisches Ziel bezieht sich die Einführung auf Hartmut Topps Idiom von „Mehr Mobilität bei weniger Verkehr“ und formuliert es zum strategischen Ziel aus, *Mobilitätschancen für Einkommensarme bei weniger Verkehr zu sichern*. Dieses Ziel lässt sich den verkehrspolitischen Handlungsfeldern *Haushaltsbudget* und *räumlich-zeitliche Flexibilität* zuordnen. Aus dem Ziel leitet die Einführung zwei Blöcke mit forschungsleitenden Fragen ab.

Die Mobilitätschancen operationalisiert die Arbeit anhand des Bartarifs im ÖPNV. Basierend auf internationaler Fachliteratur zur Erreichbarkeit (Kapitel 2) entwickelt sie mit der *Tarif-Erreichbarkeit* einen Indikator für die Lagegunst in Bezug zum Tarifsystem und zur Verteilung relevanter Aktivitätsziele (Kapitel 3). Die Tarif-Erreichbarkeit erweitert die Hansen Accessibility um den Aspekt des Fahrpreises, indem sie die Zahlungsgrenzen des ÖPNV-Systems als Widerstand zugrunde legt. Der Kumulationsindikator wird beispielhaft für die Haltestellen der Verkehrsverbünde HVV und VBB modelliert, wobei 2,30 EUR als Budget dienen. Die resultierende Verteilung wird in drei gestuften räumlichen Auflösungen anhand von jeweils vier Regressionsmodellen untersucht und die forschungsleitenden Fragen werden durch Prüfung von 13 Arbeitshypothesen beantwortet.

Wie die Ergebnisdarstellung in Kapitel 4 ausführt, lässt sich die räumliche Verteilung der Tarif-Erreichbarkeit nicht für die beiden Verbünde verallgemeinern. Während sie im HVV der Zentralität folgt und dementsprechende Schätzer in den statistischen Modellen generiert, bietet der VBB eine deutlich flächigere Verteilung. Anteil daran haben ein allgemein niedrigeres Preisniveau sowie großräumige Sondertarife. So existiert in zwei Landkreisen ein Sozialtarif, der bezugsberechtigten Fahrgästen zum Preis von 2,30 EUR einen Bewegungsradius von bis zu 25 Kilometern eröffnet. In beiden Verkehrsverbänden fällt auf, dass die Bevölkerungsdichte nicht in einem Maße auf die Tarif-Erreichbarkeit einwirkt wie vermutet, jedenfalls in den multivariaten Regressionsmodellen mit den gewählten Eingangsvariablen. Allerdings ist anzunehmen, dass die Dichte einen indirekten Einfluss auf andere Variablen ausübt, was auch in der einschlägigen Literatur benannt wird. Die methodisch orientierten Hypothesen lassen sich derweil weitgehend beibehalten: Die Sensitivität für Ungleichverteilung der Tarif-Erreichbarkeit steigt mit der Auflösung der Modelle, womit das *Modifiable Area Unit Problem* repliziert werden kann. Im VBB steigt auch die Modellgüte mit der Auflösung, während sie im HVV auf hohem Niveau in kleinem Ausmaß sinkt.

Das Diskussionskapitel 5 kontextualisiert die Ergebnisse. Es beantwortet die forschungsleitenden Fragen aus Kapitel 1 und ordnet die Ergebnisse in die Literatur ein, diskutiert den Praxisbezug der entwickelten Methode und benennt Einschränkungen. In der Anwendung wird der Zusatznutzen der Tarif-Erreichbarkeit dadurch begrenzt, dass sie mit bestehenden Maßen der Urbanität korreliert, beispielsweise dem Mietpreis, dem ÖPNV-Index oder der Luftliniendistanz zum nächsten Zentrum. Der Aufwand, lokale Tarifregelungen in Erreichbarkeitsmodelle zu überführen, erscheint also für großräumige Fragestellungen nicht unbedingt gerechtfertigt. Kaufkraft und Durchschnittsmiete beispielsweise werden seit Langem erhoben und sind als Zeitreihe verfügbar. In Kombination mit dem ÖPNV-Angebotsniveau, das aus Open-Data-Quellen für ganz Deutschland verfügbar ist,

können sie im stadtreionalen Maßstab einen guten Anhaltspunkt für das Zusammenspiel aus räumlicher Erreichbarkeit und sozialräumlicher Verteilung bieten, ohne den Umweg über das Tarifsysteem zu gehen. Abgesehen davon sind nicht alle Annahmen des vorgestellten Indikators empirisch abgesichert, beispielsweise die Gehzeiten zur/von der Haltestelle. Anders als in den USA sind in Deutschland keine Zählungen bekannt, die Branchenstandards haben sich hierzulande stattdessen im Wechselspiel von Planungspraxis und Fahrgastgewohnheiten entwickelt. Hinzu kommt die Einschränkung, dass sich die Tarifbedingungen der deutschen Verkehrsverbände stark unterscheiden und selbst innerhalb der Verbände deutlich variieren. Die Anpassung an neue Untersuchungsräume ist mit bestehender Software möglich, doch der Mehraufwand scheint nicht durch ein Ergebnis gerechtfertigt, das auf stadtreionaler Ebene einen ähnlichen Befund indiziert wie bestehende Kennzahlen, die deutlich einfacher zugänglich sind.

Einen Beitrag kann die Tarif-Erreichbarkeit allerdings leisten, wenn sie an einzelne Wohnlagen und Zielkategorien angelegt wird. Im beispielhaften Vergleich drückt sie den Anteil und die Verteilung der Bevölkerung aus, die mit der gewählten Preisstufe mindestens ein Ziel – oder eben kein Ziel – erreichen kann, und unterstreicht anhand hypothetischer Aufpreise den strukturellen Unterschied des ÖPNV in der Metropole und in der Fläche (Kapitel 5). Indem sie Defizite in der Kombination von Raumstruktur und Nahverkehrstarif aufzeigt, kann die Tarif-Erreichbarkeit dazu dienen, Lösungen in der Verteilung der Alltagsziele bzw. in den preislichen Rahmensetzungen zu erarbeiten. Wie die referenzierten Befragungen darlegen, knüpft sie somit direkt an das Erleben einkommensarmer Menschen an, deren Mobilitätsausgaben anteilig am Haushaltsbudget viel größer ausfallen als bei Nicht-Armen. Ohnehin seltener mit einem Pkw ausgestattet, weisen Einkommensarme eine kleinere Pkw-Fahrleistung und einen niedrigeren Modal Share im MIV auf und nutzen stattdessen viel häufiger den ÖPNV. Sie sind somit in besonderem Maße auf die Erreichbarkeit angewiesen, die ihnen das Tarifsysteem vermittelt (Kapitel 1). Diese alltägliche Relevanz der finanziellen Erreichbarkeit wurde in der Theorie schon vor langer Zeit erkannt, hat allerdings bislang selten ihren Weg in die praktische Methodik der Erreichbarkeitsmessung gefunden. Mit dem interaktiven *Fare Accessibility Dashboard* und dem ergänzenden Material schafft diese Forschungsarbeit erstmals eine Datenbasis dafür, diese Lücke zu schließen und die Diskussion um ÖPNV-Mindeststandards um den Aspekt der finanziellen Erreichbarkeit zu ergänzen.

Abschließend ist festzustellen: Die Tarif-Erreichbarkeit eignet sich dazu, einen zentralen Aspekt der Mobilitätschancen einkommensarmer Menschen zu operationalisieren. In der großräumigeren Stadt- und Regionalplanung gibt es zwar bereits einfachere Maße wie den ÖPNV-Index oder die Durchschnittsmiete, um Verkehrs- und Daseinsvorsorgeplanung zu unterstützen. Ihren Nutzen entfaltet die Tarif-Erreichbarkeit allerdings im kleinräumigen Maßstab, indem sie beispielsweise bemisst, wo die Bevölkerung keine Lebensmitteltafel (keine Arztpraxis, keinen Einzelhandel ...) mit einem Kurzstrecken-Ticket erreichen kann.

Durch die verkehrspolitischen Umwälzungen seit 2022 verliert der Bartarif an Relevanz für die Zielgruppe. Wie die ergänzenden Erhebungen aufzeigen, sind es insbesondere Einkommensarme, denen das 9-Euro-Ticket und das Deutschlandticket einen großen Nutzen gegenüber dem Bartarif eröffne(te)n. Aus der Perspektive einer integrierten Verkehrsplanung liegt der Schlüssel dafür, *Mobilitätschancen für Einkommensarme bei weniger Verkehr zu sichern*, also womöglich weniger im Zuschnitt der Zahlgrenzen von Einzeltarifen als in einem verstetigten und einheitlichen Sozialticket. Ein solches Deutschlandticket Sozial wäre im Handlungsfeld zu verorten, *das Budget betroffener Haushalte zu entlasten*, wobei mit einem bundesweiten Sozialticket auch mittelbar deren *räumlich-zeitliche Flexibilität* gestärkt würde. Während der Nutzen der Intervention für die Betroffenen enorm wäre, fiel die überschlägige Mehrnachfrage im ÖPNV-System gering aus, da Einkommensarme nur einen kleinen Teil der Bevölkerung darstellen, der bereits vergleichsweise häufig den ÖPNV nutzt.

Methodisch leistet die Arbeit einen innovativen Beitrag zur Erreichbarkeitsforschung. Seit deren Anfängen verfolgen Forschende das Ziel, die Mobilitätschancen für marginalisierte Gruppen zu quantifizieren und planerische Möglichkeiten für eine gerechtere Verteilung aufzuzeigen. Obwohl zahlreiche Arbeiten herausstellen, dass die etablierten Maße nicht hinreichen, um das Phänomen der Mobilitätsarmut zu beschreiben, erschöpfen sich die üblichen Indikatoren in der Reisezeit und vereinzelt in der Reisedistanz. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Tarife im ÖPNV nur schwer zu modellieren sind, zumal sie meist ortsspezifisch gelten und nur unter hohem Aufwand auf andere Fallgebiete übertragen werden können. Diese Herausforderung bewältigt die Arbeit beispielhaft für zwei Verbünde, indem sie den Fahrpreis als Widerstand anlegt. Mit der Untersuchung für den HVV und den VBB führt sie den Nachweis, dass ein Transfer der Methode möglich ist, wenngleich dieser in der Umsetzung einen großen Aufwand und vereinfachende Annahmen erfordert.

Wie das DFG-Projekt *MobileInclusion* herausarbeiten konnte, bildet der Fahrpreis im Öffentlichen Personennahverkehr für Einkommensarme in der Großstadt die zentrale Hürde im Mobilitätsalltag. Betroffene benennen den Tarif als Auslöser von Exklusion, als Barriere, die Angst und Beklemmung verursacht. Ihre Gefühle hinterlegt das vorgestellte Dissertationsvorhaben nun erstmalig mit einer Kennzahl: Die Tarif-Erreichbarkeit drückt quantitativ aus, was arme Menschen im Alltag erleben, wenn es kein (leistbares) Sozialticket gibt. Ihre Chance auf Teilhabe an der Gesellschaft entscheidet sich bisweilen an der Zahlungsgrenze des Kurzstreckentarifs. Die vorgelegte Arbeit leistet ihren Teil dazu, dieses Problem messbar – und somit lösbar – zu machen.

# Literaturverzeichnis

- Abdelwahab, Bilal; Palm, Matthew; Shalaby, Amer; Farber, Steven (2021): Evaluating the equity implications of ridehailing through a multi-modal accessibility framework. In: *Journal of Transport Geography* 95. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2021.103147.
- Aberle, Christoph (2020a): *Risiko-Karte für Berlin*. Online: <https://mobileinclusion.projects.tu-berlin.de/mi/risiko-berlin>. Letzter Zugriff: 24.08.2022. DOI: 10.15480/882.4550.
- Aberle, Christoph (2020b): *Risiko-Karte für Hamburg*. Online: <https://mobileinclusion.projects.tu-berlin.de/mi/risiko-hamburg>. Letzter Zugriff: 24.08.2022. DOI: 10.15480/882.4549.
- Aberle, Christoph (2020c): Who Benefits from Mobility as a Service? A GIS-Based Investigation of the Population Served by Four Ride-Pooling Schemes in Hamburg, Germany. In: *KN J. Cartogr. Geogr. Inf.* 22. DOI: 10.1007/s42489-020-00041-4.
- Aberle, Christoph (2022): *"Ich kann diese Freiheit gar nicht in Worte fassen": wie Einkommensarme im hvv das 9-Euro-Ticket genutzt haben: Video-Mitschnitt eines Fachvortrags bei Agora Verkehrswende*. Unter Mitarbeit von Franziska Havemann, Julian Weissinger und Laura Porsche. Online: [https://tore.tuhh.de/bitstream/11420/13736/1/AVW\\_9EuroTicket\\_Verkehrswende\\_Teil\\_2.mp4](https://tore.tuhh.de/bitstream/11420/13736/1/AVW_9EuroTicket_Verkehrswende_Teil_2.mp4). Letzter Zugriff: 22.01.2023. DOI: 10.15480/882.4626.
- Aberle, Christoph (2023): *Was bringt das Deutschlandticket? Das Deutschlandticket macht Mobilität einfach: Für 49 Euro geht es im Nahverkehr quer durch's Land. Wer profitiert besonders? Die Tarife in über 100 Verbänden geben Hinweise*. TUHH, Institut für Verkehrsplanung und Logistik. DOI: 10.15480/882.5196. Online: [www.WasBringt49.de](http://www.WasBringt49.de). Letzter Zugriff: 15.09.2023.
- Aberle, Christoph (2025): *Sozialticket-Atlas für Deutschland*. Wo der Staat den Öffentlichen Nahverkehr für einkommensarme Menschen bezuschusst. Paritätischer Wohlfahrtsverband – Gesamtverband. DOI: 10.15480/882.13683.
- Aberle, Christoph (2026): Die Soziale Frage, eine Sache der Verkehrspolitik? Der HVV zwischen Angebotsplanung, Sozialpolitik und Deutschlandticket. In: Christoph Haferburg, Katharina Manderscheid und Thomas Pohl (Hg.): *Umsteigen in Hamburg? Elemente der Verkehrswende in Metropole und Region*. Hamburg. DOI: 10.15480/882.13976.
- Aberle, Christoph; Busch-Geertsema, Annika; Dangschat, Jens S.; Herget, Melanie; Hölzel, David; Hülz, Martina et al. (2023): *Mobilität, Erreichbarkeit und soziale Teilhabe – für eine gerechtere Raum- und Verkehrsentwicklung*. ARL-Positionspapier. Akademie für Raumentwicklung in der Leibniz-Gemeinschaft. Hannover (144). DOI: 10.15480/882.8908.
- Aberle, Christoph; Daubitz, Stephan; Schwedes, Oliver; Gertz, Carsten (2022a): Mobilitätsbezogene soziale Exklusion in Großstädten: Empirische Bestandsaufnahme und Strategieentwicklung für Berlin und Hamburg. In: *Journal für Mobilität und Verkehr* 2022 (14). DOI: 10.15480/882.4558.2.
- Aberle, Christoph; Daubitz, Stephan; Schwedes, Oliver; Gertz, Carsten (2025): Measuring transport poverty with a mixed-methods approach. A comparative case study of the German cities Berlin and Hamburg. In: *Journal of Transport Geography* (125), Artikel 104140. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2025.104140.
- Aberle, Christoph; Gertz, Carsten (2025): Does a short journey get me to the food bank? An empirical study on fare-based public transport accessibility and its implications for social equity. In: *Journal of Transport Geography*. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2025.104348.
- Aberle, Christoph; Havemann, Franziska; Porsche, Laura; Weissinger, Julian (2022b): *„Endlich kann ich meine Enkelkinder öfter mal sehen“: wie einkommensarme hvv-Fahrgäste das 9-Euro-Ticket nutzen und was das Ende des Angebots für sie bedeutet : Zwischenergebnisse einer laufenden Befragung*. TUHH, Institut für Verkehrsplanung und Logistik; HVV. DOI: 10.15480/882.4562.2.
- Aberle, Christoph; Martin, Franziska; Gertz, Carsten (2024): How Much Freedom Does a Single Ticket Offer? Measuring Public Transport Accessibility by the Fare System. In: Heike Proff (Hg.): *Next Chapter in Mobility*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 751–764. DOI: 10.1007/978-3-658-42647-7\_50.
- Abgeordnetenhaus Berlin, Ausfertigung vom 30.03.2004: *Sozialkarte als kundenorientiertes Angebot der Verkehrsunternehmen*. Aktenzeichen: 15 / 2734. Mitteilung zur Kenntnisnahme.
- Ackermann, Till; Beck, Martell; Beer, Michael; Bestmann, Dirk; Castrillo, José-Luis; Hoppe, Katrin et al. (2012): *Aktiver Vertrieb*. Erlöspotenziale identifizieren und heben. Unter Mitarbeit von Annette Allweil, Manuel Bosch, Henrika Heintz, Philipp Kühn, Till N. Ponath und Svenja Rocklage. Hg. v. VDV. Köln. Online: <https://www.vdv.de/vdv-aktiver-vertrieb.pdf>. Letzter Zugriff: 17.01.2022.

- Agora Energiewende, Ausfertigung vom 13.05.2019: *Was die Bundesregierung jetzt tun muss, um das Klimaschutzziel 2030 sozial ausgewogen zu erreichen und Strafzahlungen von bis zu 60 Milliarden Euro zu vermeiden*. Berlin. Online: <https://www.agora-energiewende.de/presse/pressemitteilungen/was-die-bundesregierung-jetzt-tun-muss-um-das-klimaschutzziel-2030-sozial-ausgewogen-zu-erreichen-und-strafzahlungen-von-bis-zu-60-milliarden-euro-zu-vermeiden>. Letzter Zugriff: 09.11.2021.
- Agora Verkehrswende (2022): *ÖV-Atlas Deutschland 2022*. Online: <https://www.agora-verkehrswende.de/veroeffentlichungen/oev-atlas-deutschland>. Letzter Zugriff: 22.01.2023.
- Ahlmeyer, Florian; Wittowsky, Dirk (2018): Was brauchen wir in ländlichen Räumen? Erreichbarkeitsmodellierung als strategischer Ansatz der regionalen Standort- und Verkehrsplanung. In: *Raumforschung und Raumordnung* 76 (6), S. 531–550. DOI: 10.1007/s13147-018-0558-8.
- Allardt, Erik (1993): Having, loving, being: An alternative to the Swedish model of welfare research. In: Amartya Sen und Martha Craven Nussbaum (Hg.): *The Quality of life*. Oxford England, New York: Clarendon Press (WIDER studies in development economics), S. 88–94.
- Alshalalfah, B. W.; Shalaby, A. S. (2007): Case Study: Relationship of Walk Access Distance to Transit with Service, Travel, and Personal Characteristics. In: *J. Urban Plann. Dev.* 133 (2), S. 114–118. DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9488(2007)133:2(114).
- Altenburg, Sven; Gaffron, Philine; Gertz, Carsten (2009): *Teilhabe zu ermöglichen bedeutet Mobilität zu ermöglichen*. Diskussionspapier des Arbeitskreises Innovative Verkehrspolitik der Friedrich Ebert Stiftung. Hg. v. Friedrich-Ebert-Stiftung (Wiso-Diskurs. Expertisen und Dokumentationen zur Wirtschafts- und Sozialpolitik).
- Anselin, Luc (1988): *Spatial Econometrics. Methods and Models*. Dordrecht: Springer Science+Business Media (4). DOI: 10.1007/978-94-015-7799-1.
- Anselin, Luc (2007): *Local Indicators of Spatial Association (LISA)*. Online lecture. Online: <https://www.youtube.com/watch?v=xMzK1iNgDFE>. Letzter Zugriff: 18.12.2023.
- Anselin, Luc; Bera, Anil K. (1998): Spatial dependence in linear regression models with an introduction to spatial econometrics. In: Aman Ullah und David E. A. Giles (Hg.): *Handbook of applied economic statistics*. New York: Dekker (Statistics, 155), S. 237–290. Online: [http://www.econ.uiuc.edu/~hrtmrt2/Teaching/SE\\_2016\\_19/References/Spatial\\_Dependence\\_in\\_Linear\\_Regression\\_Models\\_With\\_an\\_Introduction\\_to\\_Spatial\\_Econometrics\\_281\\_29.pdf](http://www.econ.uiuc.edu/~hrtmrt2/Teaching/SE_2016_19/References/Spatial_Dependence_in_Linear_Regression_Models_With_an_Introduction_to_Spatial_Econometrics_281_29.pdf). Letzter Zugriff: 19.06.2023.
- BA (2019a): *Grundsicherung für Arbeitsuchende (Monatszahlen)*. Land Berlin, Dezember 2018. Bundesagentur für Arbeit. Berlin (Berichte: Analyse Arbeitsmarkt). Online: [https://statistik.arbeitsagentur.de/Statistikdaten/Detail/201812/analyse/analyse-grundsicherung-arbeitsuchende/analyse-grundsicherung-arbeitsuchende-11-0-201812-pdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://statistik.arbeitsagentur.de/Statistikdaten/Detail/201812/analyse/analyse-grundsicherung-arbeitsuchende/analyse-grundsicherung-arbeitsuchende-11-0-201812-pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=1). Letzter Zugriff: 19.01.2022.
- BA (2019b): *Grundsicherung für Arbeitsuchende (Monatszahlen)*. Land Brandenburg, Dezember 2018. Bundesagentur für Arbeit. Berlin (Berichte: Analyse Arbeitsmarkt). Online: [https://statistik.arbeitsagentur.de/Statistikdaten/Detail/201812/analyse/analyse-grundsicherung-arbeitsuchende/analyse-grundsicherung-arbeitsuchende-12-0-201812-pdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://statistik.arbeitsagentur.de/Statistikdaten/Detail/201812/analyse/analyse-grundsicherung-arbeitsuchende/analyse-grundsicherung-arbeitsuchende-12-0-201812-pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=1). Letzter Zugriff: 19.01.2022.
- BA (2019c): *Grundsicherung für Arbeitsuchende (Monatszahlen)*. Land Hamburg, Dezember 2018. Bundesagentur für Arbeit. Berlin (Berichte: Analyse Arbeitsmarkt). Online: [https://statistik.arbeitsagentur.de/Statistikdaten/Detail/201812/analyse/analyse-grundsicherung-arbeitsuchende/analyse-grundsicherung-arbeitsuchende-02-0-201812-pdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://statistik.arbeitsagentur.de/Statistikdaten/Detail/201812/analyse/analyse-grundsicherung-arbeitsuchende/analyse-grundsicherung-arbeitsuchende-02-0-201812-pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=1). Letzter Zugriff: 19.01.2022.
- BA (2019d): *Grundsicherung für Arbeitsuchende (Monatszahlen)*. Land Niedersachsen, Dezember 2018. Bundesagentur für Arbeit. Berlin (Berichte: Analyse Arbeitsmarkt). Online: [https://statistik.arbeitsagentur.de/Statistikdaten/Detail/201812/analyse/analyse-grundsicherung-arbeitsuchende/analyse-grundsicherung-arbeitsuchende-03-0-201812-pdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://statistik.arbeitsagentur.de/Statistikdaten/Detail/201812/analyse/analyse-grundsicherung-arbeitsuchende/analyse-grundsicherung-arbeitsuchende-03-0-201812-pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=1). Letzter Zugriff: 19.01.2022.
- BA (2019e): *Grundsicherung für Arbeitsuchende (Monatszahlen)*. Land Schleswig-Holstein, Dezember 2018. Bundesagentur für Arbeit. Berlin (Berichte: Analyse Arbeitsmarkt). Online: [https://statistik.arbeitsagentur.de/Statistikdaten/Detail/201812/analyse/analyse-grundsicherung-arbeitsuchende/analyse-grundsicherung-arbeitsuchende-01-0-201812-pdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://statistik.arbeitsagentur.de/Statistikdaten/Detail/201812/analyse/analyse-grundsicherung-arbeitsuchende/analyse-grundsicherung-arbeitsuchende-01-0-201812-pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=1). Letzter Zugriff: 19.01.2022.
- BA (2022): *Begriffserklärung: Hartz IV*. Bundesagentur für Arbeit. Online: <https://www.arbeitsagentur.de/lexikon/hartz-4>, zuletzt aktualisiert am 11.01.2022. Letzter Zugriff: 19.01.2022.
- Bae, Chang-Hee Christine; Mayeres, Inge (2005): Transportation and Equity. In: Kieran Donaghy, Stefan Poppelreuter und Georg Rudinger (Hg.): *Social dimensions of sustainable transport. Transatlantic perspectives*. Aldershot, Hants, England, Burlington, VT: Ashgate (Transport and society), S. 164–194.

- Baptista, Isabel; Marlier, Eric (2020): *Access to essential services for people on low incomes in Europe*. An analysis of policies in 35 countries. Luxembourg: Publications Office of the European Union. DOI: 10.2767/93987.
- Bartelheimer, Peter (2007): *Politik der Teilhabe. Ein soziologischer Beipackzettel*. Hg. v. Friedrich-Ebert-Stiftung Forum Berlin. Berlin (Fachforum: Analysen & Kommentare, 1). Online: <https://library.fes.de/pdf-files/do/04655.pdf>. Letzter Zugriff: 12.04.2025.
- Barter, Paul; Kenworthy, Jeff; Laube, Felix (2003): Lessons from Asia on Sustainable Urban Transport. In: Nicholas. P. Low und Brendan J. Gleeson (Hg.): *Making Urban Transport Sustainable*. Basingstoke: Palgrave Macmillan, London, S. 252–270. DOI: 10.1057/9780230523838\_15.
- Baubehörde der FHH; IVV Aachen; Ingenieurbüro Schickl (1976): *Untersuchungen zum Generalverkehrsplan Region Hamburg*. Band 1. Hamburg.
- Becker, Thilo (2016): *Sozialräumliche Verteilung von verkehrsbedingtem Lärm und Luftschadstoffen am Beispiel von Berlin*. Dissertation. Technische Universität Dresden, Dresden. Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“. Online: [http://www.qucosa.de/fileadmin/data/qucosa/documents/20306/Becker\\_Verteilung\\_Verkehrslaerm\\_Luftschadstoffe.pdf](http://www.qucosa.de/fileadmin/data/qucosa/documents/20306/Becker_Verteilung_Verkehrslaerm_Luftschadstoffe.pdf). Letzter Zugriff: 30.10.2018.
- BEHG, vom 03.11.2020, Ausfertigung vom 12.12.2019. Online: <https://www.gesetze-im-internet.de/behg/BJNR272800019.html>. Letzter Zugriff: 19.11.2021.
- Bezirksamt Bergedorf (Hg.) (2017): *Vier- und Marschlande*. Sozialraumbeschreibungen. Hamburg. Online: <https://www.hamburg.de/contentblob/9473098/7348603487c1c5977380c6aca2d93d23/data/sozialraumbeschreibungen-vm-do.pdf>. Letzter Zugriff: 07.06.2020.
- Biehl, Alec; Ermagun, Alireza; Stathopoulos, Amanda (2018): Community mobility MAUP-ing: A socio-spatial investigation of bikeshare demand in Chicago. In: *Journal of Transport Geography* 66, S. 80–90. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2017.11.008.
- Bivand, Roger S.; Pebesma, Edzer J.; Gómez-Rubio, Virgilio (2008): *Applied Spatial Data Analysis with R*. New York, NY: Springer New York. DOI: 10.1007/978-0-387-78171-6.
- Blumenberg, Evelyn; Hess, Daniel Baldwin (2002): *Measuring the Role of Transportation in Facilitating the Welfare-to-Work Transition: Evidence from Three California Counties*. UC Berkeley. Online: <https://escholarship.org/uc/item/2ww4c93w>. Letzter Zugriff: 13.02.2023.
- Blumenberg, Evelyn; Manville, Michael (2004): Beyond the Spatial Mismatch: Welfare Recipients and Transportation Policy. In: *Journal of Planning Literature* 19 (2), S. 182–205. DOI: 10.1177/0885412204269103.
- Blumenberg, Evelyn; Pierce, Gregory (2017): The Drive to Work. In: *Journal of Planning Education and Research* 37 (1). DOI: 10.1177/0739456X16633501.
- BMAS (2001): *Lebenslagen in Deutschland*. Der erste Armuts- und Reichtumsbericht der Bundesregierung. Bericht. Hg. v. Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) (1). Online: [https://www.armuts-und-reichtumsbericht.de/SharedDocs/Downloads/Berichte/lebenslagen-erster-armuts-reichtumsbericht.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.armuts-und-reichtumsbericht.de/SharedDocs/Downloads/Berichte/lebenslagen-erster-armuts-reichtumsbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=2). Letzter Zugriff: 08.11.2023.
- BMAS (2021a): *Lebenslagen in Deutschland*. Der Sechste Armuts- und Reichtumsbericht der Bundesregierung. Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS). Berlin. Online: [https://www.armuts-und-reichtumsbericht.de/SharedDocs/Downloads/Berichte/sechster-armuts-reichtumsbericht.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.armuts-und-reichtumsbericht.de/SharedDocs/Downloads/Berichte/sechster-armuts-reichtumsbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=6). Letzter Zugriff: 18.01.2022.
- BMAS (2021b): *Armutsrisikoquote*. Online: <https://www.armuts-und-reichtumsbericht.de/DE/Indikatoren/Armut/Armutsrisikoquote/armutsrisikoquote.html>, zuletzt aktualisiert am 01.11.2021. Letzter Zugriff: 18.01.2022.
- BMDV (2022): *MiD 2017 - Vertrag über die Nutzung der Mikrodaten der Erhebung „Mobilität in Deutschland (MiD) 2017“ zu Verkehrsforschungszwecken*.
- BMF (2021): *Bundeshaushalt im Jahresvergleich*. Bezugsjahr 2020, Ist-Haushalt. Online: <https://www.bundeshaushalt.de/#/2016/soll/ausgaben/einzelplan/12.html>, zuletzt aktualisiert am 29.12.2021. Letzter Zugriff: 29.12.2021.
- BMU (Hg.) (2019): *Klimaschutzplan 2050*. Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. 2. Aufl. Online: [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan\\_2050\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf). Letzter Zugriff: 18.11.2021.
- BMVI (Hg.) (2020): *Regionalstatistische Raumtypologie (RegioStaR)*. Online: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/regionalstatistische-raumtypologie.html>, zuletzt aktualisiert am 01/2020. Letzter Zugriff: 04.06.2020.
- Boisjoly, Geneviève; El-Geneidy, Ahmed (2021): Public transport equity outcomes through the lens of urban form. Die Seitenzahlen beziehen sich auf ein Preprint. In: C. Mulley und Jonathan K. Nelson (Hg.): *Urban Form and*

- Accessibility*. Amsterdam, Oxford, Cambridge: Elsevier, S. 223–241. DOI: 10.1016/b978-0-12-819822-3.00007-9.
- Boisjoly, Geneviève; El-Geneidy, Ahmed M. (2017): How to get there? A critical assessment of accessibility objectives and indicators in metropolitan transportation plans. In: *Transport and Social Exclusion* 55, S. 38–50. DOI: 10.1016/j.tranpol.2016.12.011.
- Bondemark, Anders; Andersson, Henrik; Wretstrand, Anders; Brundell-Freij, Karin (2021): Is it expensive to be poor? Public transport in Sweden. In: *Transportation* 48 (5), S. 2709–2734. DOI: 10.1007/s11116-020-10145-5.
- Bondorevsky, D. (2007): *Un Análisis Distributivo sobre el Efecto de los Subsidios al Transporte Público de Pasajeros entre 2002 y 2006 en la Región Metropolitana de Buenos Aires*. World Bank.
- Bosserhoff, Dietmar; Vogt, Walter (2006): *Hinweise zur Schätzung des Verkehrsaufkommens von Gebietstypen*. FGSV. Köln.
- BReg (2017): *Grundsicherung und Sozialhilfe: Höhere Regelsätze ab 2018*. Deutsche Bundesregierung. Online: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/hoehere-regelsaetze-ab-2018-412910>, zuletzt aktualisiert am 06.09.2017. Letzter Zugriff: 19.01.2022.
- BReg, Ausfertigung vom 20.08.2021: *Unterrichtung durch die Bundesregierung: Bericht der Bundesregierung über die Entwicklung der Kostendeckung im öffentlichen Personennahverkehr*. Aktenzeichen: Drucksache 19/32131. Online: <https://dserver.bundestag.de/btd/19/321/1932131.pdf>.
- BReg (2024): *Nullrunde für Regelsätze im Jahr 2025*. Deutsche Bundesregierung. Online: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/service/archiv/nullrunde-buergergeld-2309118>. Letzter Zugriff: 18.05.2025.
- Bremer, Jonas (2021): *Beurteilung der ÖPNV-Reisezeit für einkommensarme Menschen in den Städten Hamburg und Berlin*. Bachelorarbeit. Technische Universität Hamburg. Institut für Verkehrsplanung und Logistik.
- Bruns, André (2015): *Reurbanisierung und residenzielle Selbstselektion Determinanten der Standort- und Verkehrsmittelwahl bewusster Innenstadtbewohner*. Aachen: Institut für Stadtbauwesen und Stadtverkehr (Berichte, 58). Online: <https://publications.rwth-aachen.de/record/463847/files/463847.pdf>. Letzter Zugriff: 14.04.2025.
- BSW (2019): *Zentren – Raum für urbanes Leben!* Zentrenkonzept der Freien und Hansestadt Hamburg. Online: <https://www.hamburg.de/contentblob/13327376/25ad0ffad5d2c4415ad5e04a63464b02/data/hamburger-zentrenkonzept.pdf>. Letzter Zugriff: 18.06.2020.
- BSW (Hg.) (2021): *Sozialmonitoring Integrierte Stadtteilentwicklung*. Bericht 2021. Online: <https://www.hamburg.de/contentblob/15711330/727d2c0115b88daaa3514f87297932cb/data/d-sozialmonitoring-bericht-2021.pdf>. Letzter Zugriff: 20.06.2023.
- Bühler, Ralph; Kunert, Uwe (2008): *Trends und Determinanten des Verkehrsverhaltens in den USA und in Deutschland / Trends and Determinants of Travel Behavior in the USA and in Germany*. Endbericht. BMVBS; Rutgers University; Virginia Tech; DIW Berlin. Berlin (Projektnummer 70.0802/2006). Online: [https://www.diw.de/sixcms/media.php/17/buehler\\_kunert\\_verkehrsverhalten.pdf](https://www.diw.de/sixcms/media.php/17/buehler_kunert_verkehrsverhalten.pdf). Letzter Zugriff: 16.03.2023.
- Bundesamt für Raumentwicklung (2018): *Dichte und Mobilitätsverhalten*. Auswertungen des Mikrozensus Mobilität und Verkehr. Online: <https://www.are.admin.ch/are/de/home/medien-und-publikationen/publikationen/grundlagen/dichte-und-mobilitaetsverhalten.html>. Letzter Zugriff: 10.05.2025.
- Burchell, Robert. W.; Lowenstein, George.; Dolphin, William R.; Galley, Catherine C.; Downs, Anthony.; Seskin, Samuel N. et al. (2002): *COSTS OF SPRAWL – 2000*. TCRP Report 74. Washington, DC: National Academy Press (1073-4872, 74). Online: [https://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/tcrp/tcrp\\_rpt\\_74-c.pdf#\[0,{%22name%22:%22FitH%22},796\]](https://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/tcrp/tcrp_rpt_74-c.pdf#[0,{%22name%22:%22FitH%22},796]). Letzter Zugriff: 14.03.2023.
- Burger, Andreas; Bretschneider, Wolfgang (2021): *Umweltschädliche Subventionen in Deutschland*. Aktualisierte Ausgabe 2021. Nr. 44/2021. UBA. Dessau-Roßlau (Texte, 143/2021). Online: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte\\_143-2021\\_umweltschaedliche\\_subventionen.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_143-2021_umweltschaedliche_subventionen.pdf). Letzter Zugriff: 28.07.2022.
- Bürgerinitiative Für den Hauptsmoorwald (Hg.) (2018): *Verkehrsentwicklung*. Online: <https://rettetenhauptsmoorwald.de/verkehrsentwicklung>, zuletzt aktualisiert am 26.10.2021. Letzter Zugriff: 26.10.2021.
- Bürgerschaft der FHH, Ausfertigung vom 20.07.2018: *Entwicklung des von der Stadt geleisteten Verlustausgleichs an im HVV organisierte Unternehmen seit 2011: Schriftliche Kleine Anfrage des Abgeordneten Dennis Thering (CDU) vom 11.07.18 und Antwort des Senats*. Aktenzeichen: Drucksache 21/13774. Online: <https://>

- www.buergerschaft-hh.de/parldok/dokument/63156/entwicklung\_des\_von\_der\_stadt\_geleisteten\_verlustausgleichs\_an\_im\_hvv\_organisierte\_unternehmen\_seit\_2011.pdf.
- Bürgerschaft der FHH, Ausfertigung vom 22.11.2019: „Pünktlich oder Geld zurück!“ – Was bedeutet die „HVV-Garantie“ für die Kunden und wie hoch sind die Kosten für den HVV?: Schriftliche Kleine Anfrage des Abgeordneten Dennis Thering (CDU) vom 14.11.19 und Antwort des Senats. Aktenzeichen: Drucksache 21/18987. Online: [https://www.buergerschaft-hh.de/parldok/dokument/68674/puenktlich\\_oder\\_geld\\_zurueck\\_was\\_bedeutet\\_die\\_hvv\\_garantie\\_fuer\\_die\\_kunden\\_und\\_wie\\_hoch\\_sind\\_die\\_kosten\\_fuer\\_den\\_hvv](https://www.buergerschaft-hh.de/parldok/dokument/68674/puenktlich_oder_geld_zurueck_was_bedeutet_die_hvv_garantie_fuer_die_kunden_und_wie_hoch_sind_die_kosten_fuer_den_hvv).
- Bürgerschaft der FHH, Ausfertigung vom 17.05.2022: Knast für Fahren ohne Ticket? Schriftliche Kleine Anfrage der Abgeordneten Heike Sudmann (DIE LINKE) vom 09.05.22 und Antwort des Senats. Aktenzeichen: Drucksache 22/8252. Online: [https://www.buergerschaft-hh.de/parldok/dokument/79904/knast\\_fuer\\_fahren\\_ohne\\_ticket.pdf](https://www.buergerschaft-hh.de/parldok/dokument/79904/knast_fuer_fahren_ohne_ticket.pdf).
- Bürgerschaft der FHH, Ausfertigung vom 28.11.2023: Strategie Mobilitätswende. Aktenzeichen: Drucksache 22/13670. Online: [https://www.buergerschaft-hh.de/parldok/dokument/85690/strategie\\_mobilitaetswende.pdf](https://www.buergerschaft-hh.de/parldok/dokument/85690/strategie_mobilitaetswende.pdf).
- Burkey, Mark L. (2018a): *Overview of Spatial Econometric Models*. Online: <https://www.youtube.com/watch?v=6qZgchGCMds>. Letzter Zugriff: 12.12.2023.
- Burkey, Mark L. (2018b): *R Spatial Regression 2: All Spatial Models and Specification Tests*. Online: <https://www.youtube.com/watch?v=MbQ4s8lwqGI>. Letzter Zugriff: 12.12.2020.
- Burkey, Mark L. (2018c): Spatial Econometrics and GIS YouTube Playlist. In: *REGION 5* (3), R13-R18. DOI: 10.18335/region.v5i3.254.
- Burkey, Mark L. (2018d): *Spatial Regression [sic] in R 1: The Four Simplest Models*. Online: <https://www.youtube.com/watch?v=MbQ4s8lwqGI&t=930s>. Letzter Zugriff: 12.12.2020.
- Burkey, Mark L. (2025): *Spatial Hausman Test for SDEM?*, 18.05.2025. E-Mail an Christoph Aberle.
- Butterwegge, Christoph (2012): *Armut in einem reichen Land*. Wie das Problem verharmlost und verdrängt wird. 3., aktualisierte Auflage. Frankfurt am Main: Campus Verlag.
- Büttner, Benjamin; Keller, Johannes; Wulfhorst, Gebhard (2010): *Ein Erreichbarkeitsatlas für die Europäische Metropolregion München*. TU München, Fachgebiet für Siedlungsstruktur und Verkehrsplanung; Europäische Metropolregion München e.V. München. Online: [https://www.mos.ed.tum.de/fileadmin/w00ccp/sv/PDF/Team/Buettner\\_Veroeffentlichungen/Bericht\\_EMM-Erreichbarkeitsatlas.pdf](https://www.mos.ed.tum.de/fileadmin/w00ccp/sv/PDF/Team/Buettner_Veroeffentlichungen/Bericht_EMM-Erreichbarkeitsatlas.pdf). Letzter Zugriff: 22.01.2023.
- BVerfG, vom 05.11.2019, Aktenzeichen - 1 BvL 7/16 -, Rn. 1-225.
- BVerfG (2021): *Beschluss des Ersten Senats vom 24. März 2021 - 1 BvR 2656/18 -, Rn. 1-270*. Online: [https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Entscheidungen/DE/2021/03/rs20210324\\_1bvr265618.html](https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Entscheidungen/DE/2021/03/rs20210324_1bvr265618.html), zuletzt aktualisiert am 24.03.2021. Letzter Zugriff: 19.11.2021.
- BWVI (2018): *Einzugsbereiche von HVV-Haltestellen*. Online: <https://suche.transparenz.hamburg.de/dataset/einzugsbereiche-von-hvv-haltestellen4?forceWeb=true>. Letzter Zugriff: 13.01.2021.
- Camagni, Roberto; Gibelli, Maria Cristina; Rigamonti, Paolo (2002): Urban mobility and urban form: the social and environmental costs of different patterns of urban expansion. In: *Ecological Economics* 40 (2), S. 199–216. DOI: 10.1016/S0921-8009(01)00254-3.
- Canzler, Weert; Knie, Andreas (2018): *Taumelnde Giganten*. Gelingt der Autoindustrie die Neuerfindung? München: oekom verlag.
- CDU; CSU; SPD (2025): *Verantwortung für Deutschland*. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD. 21. Legislaturperiode. Online: [https://www.spd.de/fileadmin/Dokumente/Koalitionsvertrag\\_2025.pdf](https://www.spd.de/fileadmin/Dokumente/Koalitionsvertrag_2025.pdf). Letzter Zugriff: 13.04.2025.
- Cervero, Robert (1990): Transit pricing research. A review and synthesis. In: *Transportation* 17 (2), S. 117–139. DOI: 10.1007/BF02125332.
- Cervero, Robert (1991): Land Uses and Travel at Suburban Activity Centers. In: *Transportation Quarterly* 45 (4), S. 479–491. Online: <https://escholarship.org/uc/item/0d08h1bz>. Letzter Zugriff: 14.03.2023.
- Cervero, Robert; Sandoval, Onésimo; Landis, John (2002): Transportation as a stimulus of welfare-to-work: Private versus public mobility. In: *Journal of Planning Education and Research* (22), S. 50–63. DOI: 10.1177/0739456x0202200105.
- Church, A.; Frost, M.; Sullivan, K. (2000): Transport and social exclusion in London. In: *Transport Policy* 7 (3), S. 195–205. DOI: 10.1016/S0967-070X(00)00024-X.

- City of Ottawa (2021): *Official Plan* (File No 06-OP-205766). Online: <https://engage.ottawa.ca/8204/widgets/36458/documents/70507>. Letzter Zugriff: 28.04.2025.
- Cohen, Jacob (1992): A power primer. In: *Psychological bulletin* 112 (1), S. 155–159. DOI: 10.1037//0033-2909.112.1.155.
- Cui, Mengying; Levinson, David (2019): Measuring full cost accessibility by auto. In: *JTLU* 12 (1), S. 649–672. DOI: 10.2307/26911283.
- Currie, Graham (2010): Quantifying spatial gaps in public transport supply based on social needs. In: *Journal of Transport Geography* (18 (1)), S. 31–41. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2008.12.002.
- Currie, Graham; Delbosc, Alexa (2010): Modelling the social and psychological impacts of transport disadvantage. In: *Transportation*. (37 (6)), S. 953–966. DOI: 10.1007/s11116-010-9280-2.
- Currie, Graham; Wallis, I. (1992): Determining priorities for passenger transport funding: The needs assessment approach. In: *Papers of the Australasian Transport Research Forum* (Volume 17, Part 1), S. 55–57. Online: <https://trid.trb.org/view/377252>. Letzter Zugriff: 28.01.2023.
- Czarnetzki, Felix; Siek, Florian (2021): Dezentrale Mobilitätsstationen in urbanen Wohnquartieren. Auswirkungen auf den PKW-Besitz von Carsharing-Nutzenden. In: *Internationales Verkehrswesen* 73 (1), S. 72–77. DOI: 10.15480/882.3569.
- D'Ambrosio, Conchita; Jäntti, Markus; Lepinteur, Anthony (2020): Money and Happiness: Income, Wealth and Subjective Well-Being. In: *Soc Indic Res* 148 (1), S. 47–66. DOI: 10.1007/s11205-019-02186-w.
- Da Silva, Diego; Klumpenhouwer, Willem; Karner, Alex; Robinson, Mitchell; Liu, Rick; Shalaby, Amer (2022): Living on a fare: Modeling and quantifying the effects of fare budgets on transit access and equity. In: *Journal of Transport Geography* 101. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2022.103348.
- Dangschat, Jens S. (2020): Verkehrsmittelnutzung, soziales Milieu und Raum. In: Ulrike Reutter, Christian Holz-Rau, Janna Albrecht und Martina Hülz (Hg.): *Wechselwirkungen von Mobilität und Raumentwicklung im Kontext gesellschaftlichen Wandels*. Hannover: ARL - Akademie für Raumentwicklung in der Leibniz-Gemeinschaft (Forschungsberichte der ARL, 14), S. 102–135. Online: [https://www.arl-net.de/system/files/media-shop/pdf/fb/fb\\_014/05\\_dangschat.pdf](https://www.arl-net.de/system/files/media-shop/pdf/fb/fb_014/05_dangschat.pdf). Letzter Zugriff: 20.12.2023.
- Daubitz, Stephan (2013): Mobilitätsalltag von Einkommensarmen im städtischen Raum. In: Oliver Schwedes (Hg.): *Räumliche Mobilität in der zweiten Moderne. Freiheit und Zwang bei Standortwahl und Verkehrsverhalten*. Münster: LIT (Mobilität und Gesellschaft, 3), S. 113–133.
- Daubitz, Stephan (2016): Mobilitätsarmut: die Bedeutung der sozialen Frage im Forschungs- und Politikfeld Verkehr. In: Oliver Schwedes, Weert Canzler und Andreas Knie (Hg.): *Handbuch Verkehrspolitik*. 2. Aufl. Wiesbaden: Springer VS, S. 433–447.
- Daubitz, Stephan; Aberle, Christoph (2020a): *Mobilität und Soziale Exklusion in Berlin: Faktenblatt*. Unter Mitarbeit von TUHH Universitätsbibliothek. DOI: 10.15480/882.3020.
- Daubitz, Stephan; Aberle, Christoph (2020b): Neue Mobilitätsangebote: Gewährleisten sie gesellschaftliche Teilhabe für Einkommensarme? In: *Rethinking Spaces. Planning in a Changing World*, S. 139. DOI: 10.15480/882.2683.
- Daubitz, Stephan; Aberle, Christoph; Schwedes, Oliver; Gertz, Carsten (2023): *Mobilität und soziale Exklusion. Alltag – Strategien – Maßnahmen*. Münster: LIT. DOI: 10.52038/9783643250452.
- Davy, Benjamin (2018): Bodenmarkt/Bodenpolitik. In: *Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung*. Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (GW 560), S. 267–278. Online: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/225687/1/HWB-SRE-0267-0278.pdf>. Letzter Zugriff: 14.04.2025.
- Delbosc, Alexa; Currie, Graham (2011): Using Lorenz curves to assess public transport equity. In: *Journal of Transport Geography* 19 (6), S. 1252–1259. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2011.02.008.
- Deleja-Hotko, Verena (2021): *Fahren ohne Fahrschein: Wie der Staat Menschen ohne Geld einsperrt*. FragDenStaat. Online: <https://fragdenstaat.de/blog/2021/12/03/fahren-ohne-fahrschein>, zuletzt aktualisiert am 03.12.2021. Letzter Zugriff: 14.03.2022.
- Delmelle, Elizabeth Cahill; Casas, Irene (2012): Evaluating the spatial equity of bus rapid transit-based accessibility patterns in a developing country: The case of Cali, Colombia.. In: *Transport Policy* (20), S. 36–46. DOI: 10.1016/j.tranpol.2011.12.001.
- Der Paritätische; BUND (2021): *Eine Zukunftsagenda für die Vielen*. Online: [https://www.bund-hessen.de/fileadmin/hessen/Publikationen/Publikationen/bund\\_zukunftsagenda\\_fuer\\_die\\_vielen.pdf](https://www.bund-hessen.de/fileadmin/hessen/Publikationen/Publikationen/bund_zukunftsagenda_fuer_die_vielen.pdf). Letzter Zugriff: 19.11.2021.

- Dey, Andreas; Meyer-Wellmann, Jens (2023): *49-Euro-Ticket beim HVV– Hamburg plant Konten wie bei Netflix*. Interview mit Anjes Tjarks (Grüne) und HVV-Geschäftsführerin Anna-Theresa Korbütt. In: *Hamburger Abendblatt*, 02.05.2023. Online: <https://www.abendblatt.de/hamburg/kommunales/article238259821/49-Euro-Ticket-Hamburg-plant-Familienkonto-wie-bei-Netflix.html>. Letzter Zugriff: 13.11.2023.
- DIE LINKE (2021): *Mobilität für alle: ökologisch und sozial gerecht*. Online: <https://www.die-linke.de/themen/mobilitaet>, zuletzt aktualisiert am 26.10.2021. Letzter Zugriff: 26.10.2021.
- Ding, Hao; Loukaitou-Sideris, Anastasia; Wasserman, Jacob L. (2022): Homelessness on public transit: A review of problems and responses. In: *Transport Reviews* 42 (2), S. 134–156. DOI: 10.1080/01441647.2021.1923583.
- Duvarci, Yavuz; Mizokami, Shoshi (2009): A suppressed demand analysis method of the transportation disadvantaged in policy making. In: *Transportation Planning and Technology* 32 (2), S. 187–214. DOI: 10.1080/03081060902861400.
- Ecke, Lisa; Chlond, Bastian; Magdolen, Miriam; Vallée, Jan; Vortisch, Peter (2021): *Deutsches Mobilitätspanel (MOP) – Wissenschaftliche Begleitung und Auswertungen Bericht 2020/2021: Alltagsmobilität und Fahrleistung*. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Verkehrswesen. DOI: 10.5445/IR/1000140958.
- Eißel, Dieter (2008): Ungleichheit und Armut als Moven von Wachstum und Wohlstand? In: Ernst-Ulrich Huster, Jürgen Boeckh und Hildegard Mogge-Grotjahn (Hg.): *Handbuch Armut und Soziale Ausgrenzung*. 1. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage, Wiesbaden, S. 54–71.
- El-Geneidy, Ahmed; Grimsrud, Michael; Wasfi, Rania; Tétréault, Paul; Surprenant-Legault, Julien (2014): New evidence on walking distances to transit stops: identifying redundancies and gaps using variable service areas. In: *Transportation* 41 (1), S. 193–210. DOI: 10.1007/s11116-013-9508-z.
- El-Geneidy, Ahmed; Levinson, David; Diab, Ehab; Boisjoly, Genevieve; Verbich, David; Loong, Charis (2016): The cost of equity. Assessing transit accessibility and social disparity using total travel cost. Abweichende Seitenzahlen beziehen sich auf eine Autorenkopie. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 91, S. 302–316. DOI: 10.1016/j.tra.2016.07.003.
- Ewing, Reid; Cervero, Robert (2010): Travel and the Built Environment. In: *Journal of the American Planning Association* 76 (3), S. 265–294. DOI: 10.1080/01944361003766766.
- Ewing, Reid; Pendall, Rolf; Chen, Don (2003): Measuring Sprawl and Its Transportation Impacts. In: *Transportation Research Record* 1831 (1), S. 175–183. DOI: 10.3141/1831-20.
- Fahrmeir, Ludwig; Heumann, Christian; Künstler, Rita; Pigeot, Iris; Tutz, Gerhard (2023): *Statistik*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-662-67526-7.
- Fahrmeir, Ludwig; Kneib, Thomas; Lang, Stefan (2007): *Regression. Modelle, Methoden und Anwendungen*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-540-33933-5.
- Ferguson, Erin M.; Duthie, Jennifer; Unnikrishnan, Avinash; Waller, S. Travis (2012): Incorporating equity into the transit frequency-setting problem. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 46 (1), S. 190–199. DOI: 10.1016/j.tra.2011.06.002.
- FGSV (2015): *Hinweise zu Mobilität und sozialer Exklusion*. Forschungsstand zum Zusammenhang von Mobilitäts- und Teilhabechancen. Unter Mitarbeit von Bastian Chlond, Kerstin Conrad, Frank Fiedler, Carsten Gertz, Michael Krech, Ulrike Reutter et al. Köln (FGSV W1 - Wissensdokumente).
- Field, Andy; Miles, Jeremy; Field, Zoë (2012): *Discovering statistics using R*. Repr. Los Angeles, CA, USA: SAGE.
- Fina, Stefan; Gerten, Christian; Gehrig-Fitting, Katinka; Rönsch, Jutta (2019): *Geomonitring und die große Transformation*. Methoden zur kritischen Bewertung nachhaltiger Raumentwicklung. Hg. v. ILS – Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung gGmbH Dortmund (ILS-TRENDS, 12). Online: [https://www.ils-forschung.de/files\\_publicationen/pdfs/130120\\_Trends\\_extra\\_online\\_S4\\_neu.pdf](https://www.ils-forschung.de/files_publicationen/pdfs/130120_Trends_extra_online_S4_neu.pdf). Letzter Zugriff: 16.04.2020.
- Fischer, Alena; Rozynek, Caroline; Henkel, Franziska; Sommer, Carsten (2024): Forschungsstand und Konzepte zum Zusammenhang zwischen Mobilität und sozialer Exklusion. In: Carsten Sommer, Martin Lanzendorf, Moritz Engbers und Tobias Wermuth (Hg.): *Soziale Teilhabe und Mobilität*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (Studien zur Mobilitäts- und Verkehrsforschung), S. 17–41. DOI: 10.1007/978-3-658-42536-4\_3.
- Florida, Richard (2015): *Inequality and Economic Segregation Are on the Rise in European Cities, Too*. CityLab (16.11.2015). Online: <https://www.citylab.com/life/2015/11/economic-segregation-and-inequality-in-european-cities/415920>. Letzter Zugriff: 31.01.2019.
- Flowerdew, Robin (2011): How serious is the modifiable areal unit problem for analysis of English census data? In: *Population trends* (145), S. 102–114. DOI: 10.1057/pt.2011.20.

- Follmer, Robert; Ruppenthal, Merle (2025a): *Ergebnisse der Studie Mobilität in Deutschland (MiD) – hvv. infas; DLR; IVT; infas 360.*
- Follmer, Robert; Ruppenthal, Merle (2025b): *Ergebnisse der Studie Mobilität in Deutschland (MiD) – Stadt Hamburg.* infas; DLR; IVT; infas 360.
- Forth, Tom (2023): *Transport Open Data in 2023.* Online: <https://tomforth.co.uk/transportin2023>, zuletzt aktualisiert am 07.01.2023. Letzter Zugriff: 22.01.2023.
- Foth, Nicole; Manaugh, Kevin; El-Geneidy, Ahmed M. (2013): Towards equitable transit. Examining transit accessibility and social need in Toronto, Canada, 1996–2006. In: *Journal of Transport Geography* 29, S. 1–10. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2012.12.008.
- Frank, Lawrence; Chapman, James; Bradley, Mark; Lawton, T. Keith (2005): *Travel Behavior, Emissions & Land Use Correlation Analysis in the Central Puget Sound.* Washington State Transportation Commission; U.S. Department of Transportation. Washington DC (WA-RD 625.1). Online: <https://www.wsdot.wa.gov/research/reports/fullreports/625.1.pdf>. Letzter Zugriff: 14.03.2023.
- Frank, Lawrence D.; Pivo, Gary (1994): Impacts of Mixed Use and Density on Utilization of Three Modes of Travel: Single-Occupant Vehicle, Transit, and Walking. In: *Transportation Research Record* (1466), S. 44–52. Online: <http://www.reconnectingamerica.org/assets/uploads/frank-and-pivo.pdf>. Letzter Zugriff: 15.03.2023.
- FTA (2012): *Title VI Requirements and Guidelines for Federal Transit Administration Recipients.* Circular FTA C 4702.1B. Washington DC. Online: [https://www.transit.dot.gov/sites/fta.dot.gov/files/docs/FTA\\_Title\\_VI\\_FINAL.pdf](https://www.transit.dot.gov/sites/fta.dot.gov/files/docs/FTA_Title_VI_FINAL.pdf). Letzter Zugriff: 03.02.2023.
- Galton, Francis (1881): *Isochronic Passage Chart for Travellers.* London: Royal Geographical Society. Online: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Isochronic\\_Passage\\_Chart\\_Francis\\_Galton\\_1881.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Isochronic_Passage_Chart_Francis_Galton_1881.jpg). Letzter Zugriff: 22.09.2023.
- García, Robert; Rubin, Thomas A. (2004): Crossroad blues: the MTA Consent Decree and just transportation. In: Karen Lucas (Hg.): *Running on empty. Transport, social exclusion and environmental justice.* 1. publ. Bristol: Policy Press, S. 221–256.
- Garrett, Mark; Taylor, Brian (1999): Reconsidering Social Equity in Public Transit. In: *Planning Journal* 13 (1). DOI: 10.5070/BP313113028.
- Gaßdorf, Ulrich; Ulrich, Friederike (2012): *Ein Geisterbahnhof in der HafenCity.* In: *Hamburger Abendblatt*, 02.11.2012. Online: <https://www.abendblatt.de/hamburg/article110547327/Ein-Geisterbahnhof-in-der-HafenCity.html>. Letzter Zugriff: 29.12.2022.
- Gather, Matthias; Hille, Claudia (2021): Grenzenlos mobil? Eine ethische Betrachtung unseres Verkehrs- und Mobilitätssystems. In: Uta Breuer und Dieter D. Genske (Hg.): *Ethik in den Ingenieurwissenschaften.* Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 245–268. DOI: 10.1007/978-3-658-29476-2\_11.
- Gehlke, C. E.; Biehl, Katherine (1934): Certain Effects of Grouping Upon the Size of the Correlation Coefficient in Census Tract Material. In: *Journal of the American Statistical Association* 29 (185), S. 169. DOI: 10.2307/2277827.
- Gemeinsame Landesplanungsabteilung (2023): *Umsetzung der Raumordnungspläne in Berlin und Brandenburg.* Einblicke ins kommunale Planungsgeschehen zur Siedlungsentwicklung. Stand Juli 2023. Online: <https://mil.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/LEP%20Monitoringbericht%20Siedlungsentwicklung.pdf>. Letzter Zugriff: 14.01.2024.
- Gemeinsame Landesplanungsabteilung Berlin-Brandenburg (2022): *Landesentwicklungsplan Hauptstadtregion.* Online: <https://gl.berlin-brandenburg.de/landesplanung/landesentwicklungsplan-hauptstadtregion-berlin-brandenburg-lep-hr>, zuletzt aktualisiert am 28.02.2024. Letzter Zugriff: 11.08.2024.
- Gerike, Regine; Hubrich, Stefan; Ließke, Frank; Wittig, Sebastian; Wittwer, Rico (2020): *Sonderauswertung zum Forschungsprojekt „Mobilität in Städten – SrV 2018“.* Stadtgruppe: SrV-Städtepegel. TU Dresden, Professur für Integrierte Verkehrsplanung und Straßenverkehrstechnik. Dresden. Online: [https://tu-dresden.de/bu/verkehr/ivs/srv/ressourcen/dateien/SrV2018\\_Tabellenbericht\\_SrV-Staedtepegel.pdf?lang=de](https://tu-dresden.de/bu/verkehr/ivs/srv/ressourcen/dateien/SrV2018_Tabellenbericht_SrV-Staedtepegel.pdf?lang=de). Letzter Zugriff: 19.01.2022.
- Geurs, Karst T.; van Wee, Bert (2004): Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. In: *Journal of Transport Geography* 12 (2), S. 127–140. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005.
- Golgher, André Braz; Voss, Paul R. (2016): How to Interpret the Coefficients of Spatial Models. Spillovers, Direct and Indirect Effects. In: *Spat Demogr* 4 (3), S. 175–205. DOI: 10.1007/s40980-015-0016-y.

- Goodwin, P. B. (1974): Generalised time and the problem of equity in transport studies. In: *Transportation* 3 (1), S. 1–23. DOI: 10.1007/BF02351839.
- Gössling, Stefan; Ceron, Jean-Paul; Dubois, Ghislain; Hall, Michael C. (2009): Hypermobile Travellers. In: Stefan Gössling und Paul Upham (Hg.): *Climate change and aviation. Issues, challenges and solutions*. London: Earthscan (Earthscan climate), S. 131–150.
- Grengs, Joe (2010): Job accessibility and the modal mismatch in Detroit. In: *Journal of Transport Geography* 18 (1), S. 42–54. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2009.01.012.
- Grengs, Joe (2015): Nonwork Accessibility as a Social Equity Indicator. In: *International Journal of Sustainable Transportation* 9 (1), S. 1–14. DOI: 10.1080/15568318.2012.719582.
- Gruschwitz, Dana (2021): *Mobilität für alle!? Das sagen uns die Daten*. Mobilität: arm - reich - gerecht? Wie kann die Mobilität der Zukunft alle verbinden? Hochschule RheinMain; IMPACT RheinMain. Online-Ringvorlesung, 01.12.2021.
- Guarda, Pablo; Galilea, Patricia; Paget-Seekins, Laurel; Ortúzar, Juan de Dios (2016): What is behind fare evasion in urban bus systems? An econometric approach. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 84, S. 55–71. DOI: 10.1016/j.tra.2015.10.008.
- Guzman, Luis A.; Oviedo, Daniel (2018): Accessibility, affordability and equity. Assessing 'pro-poor' public transport subsidies in Bogotá. In: *Transport Policy* 68, S. 37–51. DOI: 10.1016/j.tranpol.2018.04.012.
- Guzman, Luis A.; Oviedo, Daniel; Rivera, Carlos (2017): Assessing equity in transport accessibility to work and study. The Bogotá region. In: *Journal of Transport Geography* 58, S. 236–246. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2016.12.016.
- Haas, Anette (2013): Zur wachsenden Bedeutung berufsbedingten Pendelns – neu gewonnene Freiheit oder Sachzwang? In: Oliver Schwedes (Hg.): *Räumliche Mobilität in der zweiten Moderne. Freiheit und Zwang bei Standortwahl und Verkehrsverhalten*. Münster: LIT (Mobilität und Gesellschaft, 3), S. 259–274.
- Hägerstrand, Torsten (1970): What about people in Regional Science? In: *Papers in Regional Science* 24 (6), S. 7–21.
- Hägerstrand, Torsten (1989): Reflections on "what about people in regional science?". In: *Papers in Regional Science* 66 (1), S. 1–6. DOI: 10.1111/j.1435-5597.1989.tb01166.x.
- Hamidi, Shima; Ewing, Reid; Preuss, Ilana; Dodds, Alex (2015): Measuring Sprawl and Its Impacts: An Update. In: *Journal of Planning Education and Research* 35 (1), S. 35–50. DOI: 10.1177/0739456X14565247.
- Hansen, Walter G. (1959): How Accessibility Shapes Land Use. In: *Journal of the American Institute of Planners* 25 (2), S. 73–76. DOI: 10.1080/01944365908978307.
- Haugen, Katarina (2011): The Advantage of 'Near': Which Accessibilities Matter to Whom? In: *European Journal of Transport and Infrastructure Research* 11 (4), S. 368–388. DOI: 10.18757/ejtir.2011.11.4.2941. Letzter Zugriff: 30.03.2021.
- Hausman, J. A. (1978): Specification Tests in Econometrics. In: *Econometrica* 46 (6), S. 1251–1271. DOI: 10.2307/1913827.
- Heinrich-Böll-Stiftung (Hg.) (2019): *Mehr Mobilität mit weniger Verkehr*. Unter Mitarbeit von Ellen Ueberschär. Online: <https://www.boell.de/de/2019/11/05/mehr-mobilitaet-mit-weniger-verkehr>, zuletzt aktualisiert am 26.10.2021. Letzter Zugriff: 26.10.2021.
- Hekler, Martina; Drews, Fabian; Gertz, Carsten; Schwedes, Oliver (2022): Push & Pull: Aktueller Forschungsstand. In: *Internationales Verkehrswesen* 74 (4), S. 20–24. DOI: 10.5555/iv202240020. Online: [https://www3.tuhh.de/vpl/pushundpull/wp-content/uploads/sites/2/2022/11/Hekler\\_Drews\\_Gertz\\_Schwedes-2022-PushPull-Intern.Verkehrswesen.pdf](https://www3.tuhh.de/vpl/pushundpull/wp-content/uploads/sites/2/2022/11/Hekler_Drews_Gertz_Schwedes-2022-PushPull-Intern.Verkehrswesen.pdf). Letzter Zugriff: 31.05.2025.
- Henckel, Susanne (2023): *Das Deutschland-Ticket: Disruption im ÖPNV-Tarif*. Vortrag auf der Fachtagung "Deutschland-Ticket, und nun?" in der Evangelischen Akademie. Frankfurt am Main, 24.05.2023.
- Henkel, Franziska; Sommer, Carsten (2024): Entwicklung eines Index zur Quantifizierung von Mobilitätsoptionen. In: Carsten Sommer, Martin Lanzendorf, Moritz Engbers und Tobias Wermuth (Hg.): *Soziale Teilhabe und Mobilität*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (Studien zur Mobilitäts- und Verkehrsforschung), S. 149–183. DOI: 10.1007/978-3-658-42536-4\_7.
- Henninger, Kathrin; van Heiss, Niklas; Guérin, Valerie; Schwark, André; Mantel, Rebekka (2024): *Mobilitätshebung Hamburg 2022 / MobiHam*. Studie vom Ingenieurbüro Helmert im Auftrag der Behörde für Verkehr und Mobilitätswende der Freien und Hansestadt Hamburg. BVM. Aachen, Hamburg. Online: <https://www.hamburg.de/contentblob/18103430/d2dce1fa99c39b3c41d4c03de53fb977/data/ergebnisbericht-mobiham-2022.pdf>. Letzter Zugriff: 13.02.2024.

- Hensher, David A.; Chen, Xiaofen (2010): *What does it cost to travel in Sydney? Spatial and equity contrasts across the metropolitan region*. University of Sydney, Institute of Transport and Logistics Studies (ITLS Working Paper, ITLS-WP-10-04). Online: <https://ses.library.usyd.edu.au/bitstream/handle/2123/19372/itls-wp-10-04.pdf>. Letzter Zugriff: 05.05.2023.
- Herszenhut, Daniel; Pereira, Rafael H.M.; Da Portugal, Licinio Silva; Oliveira, Matheus Henrique de Sousa (2022): The impact of transit monetary costs on transport inequality. In: *Journal of Transport Geography* 99. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2022.103309.
- HHA (2007): *Von null auf hundert in nur sechs Jahren*. 1906 bis 1912 - wir bauen Hamburgs erste U-Bahn. 2. Aufl. Hamburg: Völker-Verlag (100 Jahre die Zukunft im Blick).
- Hickey, Robert L.; Lu, Alex; Reddy, Alla (2010): Using Quantitative Methods in Equity and Demographic Analysis to Inform Transit Fare Restructuring Decisions. In: *Transportation Research Record* 2144 (1), S. 80–92. DOI: 10.3141/2144-10.
- Hieb, Christine; Mönning, Jasper; Härterich, Claudia; Sütterlin, Sabine; Amberger, Julia; Sixtus, Frederick; Hinz, Catherina (2025): *Teilhabeatlas Kinder und Jugendliche*. Wie sich ihre Lebensverhältnisse in Deutschland unterscheiden und was ihnen wichtig ist. Hg. v. Berlin-Institut für Bevölkerung und Entwicklung, Wüstenrot Stiftung und Deutsche Kinder- und Jugendstiftung. Online: [https://www.berlin-institut.org/fileadmin/Redaktion/Publikationen/Teilhabeatlas\\_Kinder\\_und\\_Jugendliche\\_online.pdf](https://www.berlin-institut.org/fileadmin/Redaktion/Publikationen/Teilhabeatlas_Kinder_und_Jugendliche_online.pdf). Letzter Zugriff: 13.05.2025.
- Hille, Claudia; Gather, Matthias (2022): „Das 9-Euro-Ticket hat mir gezeigt, dass man nicht alleine sein muss.“ – Mit dem 9-Euro-Ticket zu mehr sozialer Teilhabe? Ergebnisse einer Befragung von einkommensschwachen Haushalten zur Wirkung des 9-Euro-Tickets auf das Mobilitätsverhalten und ausgewählte Dimensionen der sozialen Teilhabe. FH Erfurt. Erfurt (Berichte des Instituts Verkehr und Raum, 29 (2022)). Online: [https://ivr.fh-erfurt.de/fileadmin/Dokumente/IVR/IVR\\_Schriftenreihe/Band\\_29\\_final/IVR\\_Band\\_29\\_9EuroTicket.pdf](https://ivr.fh-erfurt.de/fileadmin/Dokumente/IVR/IVR_Schriftenreihe/Band_29_final/IVR_Band_29_9EuroTicket.pdf). Letzter Zugriff: 23.03.2023.
- Hinkelmann, Christian (2020): „Ich wünsche mir, dass mich der Busfahrer einfach mal an der Haltestelle stehen lässt“. NahverkehrHAMBURG. Online: <https://www.nahverkehrhamburg.de/ich-wuensche-mir-dass-mich-der-busfahrer-einfach-mal-an-der-haltestelle-stehen-laesst-189101>, zuletzt aktualisiert am 29.11.2020. Letzter Zugriff: 04.03.2023.
- Hinkelmann, Christian (2021): *Genehmigung ist da: Bau der U5 startet jetzt am Wochenende*. NahverkehrHAMBURG. Online: <https://www.nahverkehrhamburg.de/genehmigung-ist-da-bau-der-u5-startet-jetzt-am-wochenende-192323>, zuletzt aktualisiert am 01.10.2021. Letzter Zugriff: 20.01.2022.
- Hinkelmann, Christian (2022): „Ich will im HVV keine Tarifzonen und Ringe mehr haben“. Interview mit Anna-Theresa Korbitt. NahverkehrHAMBURG. Online: <https://www.nahverkehrhamburg.de/ich-will-im-hvv-keine-tarifzonen-und-ringe-mehr-haben-196072>, zuletzt aktualisiert am 24.10.2022. Letzter Zugriff: 04.03.2023.
- Hinkelmann, Christian (2023): *Kostenexplosion bei der U5 in Hamburg: Lohnt sich der Bau jetzt noch?* Online: <https://www.nahverkehrhamburg.de/kostenexplosion-bei-der-u5-in-hamburg-lohnt-sich-der-bau-jetzt-noch-198518>, zuletzt aktualisiert am 26.04.2023. Letzter Zugriff: 05.05.2023.
- Hinkelmann, Christian (2025): *Über 75 Prozent aller Mobilitätsversprechen erfüllt: Starke Bilanz für Hamburgs Verkehrssenator*. Online: <https://www.nahverkehrhamburg.de/75-prozent-aller-mobilitaetsversprechen-erfuellt-starke-bilanz-fuer-hamburgs-verkehrssenator-207321>, zuletzt aktualisiert am 26.02.2025. Letzter Zugriff: 28.04.2025.
- Hochstenbach, Cody; Musterd, Sako (2018): Gentrification and the suburbanization of poverty: changing urban geographies through boom and bust periods. In: *Urban Geography* 39 (1), S. 26–53. DOI: 10.1080/02723638.2016.1276718.
- Höing, Niklas (2025): *Mehr drin als gedacht – Einblicke in das Deutschlandticket*. Praxisforum Verkehrsforschung. infas. Berlin, 03.06.2025.
- Holtzclaw, John (1990): *Explaining urban density and transit impacts on auto use*. Paper Presented to the State of California Energy Resources Conservation and Development Commission by Natural Resources Defense Council and the Sierra Club. Online: <https://trid.trb.org/view/336313>. Letzter Zugriff: 12.03.2023.
- Holtzclaw, John (1994): *Using Residential Patterns and Transit To Decrease Auto Dependence and Costs*. Natural Resources Defense Council; California Home Energy Efficiency Rating Systems. Online: [https://assets.nrdc.org/sites/default/files/sma\\_09121401a.pdf](https://assets.nrdc.org/sites/default/files/sma_09121401a.pdf). Letzter Zugriff: 12.03.2023.
- Holz-Rau, Christian; Friedrich, Bernhard; Friedrich, Markus; Gerike, Regine; Gerlach, Jürgen; Gertz, Carsten et al. (2019): CO2-Bepreisung und Entfernungspauschale – Die eingebilddete Steuererhöhung. In: *Internationales*

- Verkehrswesen* 71 (6). Online: <http://www.vpl.tu-dortmund.de/cms/de/Aktuelles/Meldungen/Pillepalle/CO2-Bepreisung-und-Entfernungspauschale-Bilder/Die-eingebildete-CO2-Steuer-kurz-korrigiert-2019-10-11.pdf>.  
 Letzter Zugriff: 05.09.2024.
- Holz-Rau, Christian; Wachter, Isabelle; Feiertag, Patricia; Scheiner, Joachim; Wächter, Laura; Zimmermann, Karsten (2022): Mobilitätswende – wider den lähmenden Optimismus. In: *Nachrichten der ARL* (01/2022), S. 16–21.  
 Online: [https://shop.arl-net.de/media/direct/pdf/nachrichten/2022-1/04\\_holz-rau\\_wachter\\_feiertag\\_etal.pdf](https://shop.arl-net.de/media/direct/pdf/nachrichten/2022-1/04_holz-rau_wachter_feiertag_etal.pdf).
- Hong, Jinhyun; Shen, Qing (2013): Residential density and transportation emissions: Examining the connection by addressing spatial autocorrelation and self-selection. In: *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 22, S. 75–79. DOI: 10.1016/j.trd.2013.03.006.
- Hong, Jinhyun; Shen, Qing; Zhang, Lei (2014): How do built-environment factors affect travel behavior? A spatial analysis at different geographic scales. In: *Transportation* 41 (3), S. 419–440. DOI: 10.1007/s11116-013-9462-9.
- Horner, Mark W.; Murray, Alan T. (2002): Excess Commuting and the Modifiable Areal Unit Problem. In: *Urban Studies* 39 (1), S. 131–139. DOI: 10.1080/00420980220099113.
- Hubrich, Stefan; Ließke, Frank; Wittwer, Rico; Wittig, Sebastian; Gerike, Regine (2019): *Methodenbericht zum Forschungsprojekt „Mobilität in Städten – SrV 2018“*. TU Dresden, Professur für Integrierte Verkehrsplanung und Straßenverkehrstechnik. Dresden. Online: [https://tu-dresden.de/bu/verkehr/ivs/srv/ressourcen/dateien/SrV2018\\_Methodenbericht.pdf?lang=de](https://tu-dresden.de/bu/verkehr/ivs/srv/ressourcen/dateien/SrV2018_Methodenbericht.pdf?lang=de). Letzter Zugriff: 19.01.2022.
- HVV (2017): *Wohn- und Mobilitätskostenrechner*. Online: <https://womorechner.de/app>. Letzter Zugriff: 23.01.2024.
- HVV (2019a): *Fahrpreise des HVV-Gemeinschaftstarifs*. Online: [https://www.vog-bus.de/fileadmin/user/tickets/hvv-gemeinschaftstarif\\_2019.pdf](https://www.vog-bus.de/fileadmin/user/tickets/hvv-gemeinschaftstarif_2019.pdf). Letzter Zugriff: 02.02.2024.
- HVV (2019b): *Gemeinschaftstarif des Hamburger Verkehrsverbundes (HVV) für die Verbundverkehrsunternehmen*. Gültig ab 1. August 2019 [Preistabelle auf S. 34 mit Stand Januar 2019]. Online: <https://www.erixx.de/downloads/HVV-Befoederungsbedingungen-2019.pdf>. Letzter Zugriff: 02.02.2024.
- HVV (2025a): *Datenschutz*. Letzter Zugriff: 25.05.2025.
- HVV (2025b): *Fahrkartenkauf*. Online: <https://www.hvv.de/de/service/fragen-und-antworten/fahrkartenkauf-hvv-de-hvv-app>. Letzter Zugriff: 25.05.2025.
- Ihlanfeldt, Keith R. (1993): Intra-urban Job Accessibility and Hispanic Youth Employment Rates. In: *Journal of Urban Economics* 33 (2), S. 254–271. DOI: 10.1006/juec.1993.1016.
- infas; DLR (2010): *MiD 2008: Ergebnisbericht*. Online: [http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2008\\_Abschlussbericht\\_I.pdf](http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2008_Abschlussbericht_I.pdf). Letzter Zugriff: 13.04.2025.
- infas; DLR; IVT; infas 360 (2018a): *MiD 2017 - Tabellarische Grundausswertung*. Bonn/Berlin. Online: [https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/mid-2017-tabellenband.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/mid-2017-tabellenband.pdf?__blob=publicationFile).  
 Letzter Zugriff: 08.11.2023.
- infas; DLR; IVT; infas 360 (2018b): *Mobilität in Deutschland 2017*. MiD Ergebnisbericht. Bonn, Berlin. Online: [http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017\\_Ergebnisbericht.pdf](http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017_Ergebnisbericht.pdf). Letzter Zugriff: 08.11.2023.
- infas; DLR; IVT; infas 360 (Hg.) (2019a): *MiD - Zeitreihenbericht 2002 – 2008 – 2017*. Online: [http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017\\_Zeitreihenbericht\\_2002\\_2008\\_2017.pdf](http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017_Zeitreihenbericht_2002_2008_2017.pdf). Letzter Zugriff: 08.11.2023.
- infas; DLR; IVT; infas 360 (2019b): *MiD 2017 - Nutzerhandbuch*. Bonn/Berlin. Online: [http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017\\_Nutzerhandbuch.pdf](http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017_Nutzerhandbuch.pdf). Letzter Zugriff: 08.11.2023.
- infas; DLR; IVT; infas 360 (2019c): *Ergebnisse der Studie Mobilität in Deutschland (MiD) – Metropolregion Hamburg und HVV*. Präsentation für die Metropolregion Hamburg. Online: <https://metropolregion.hamburg.de/mobilitaet/12739928/mid2017>. Letzter Zugriff: 13.04.2025.
- infas; DLR; IVT; infas 360 (2019d): *Ergebnisse der Studie Mobilität in Deutschland (MiD) – Stadt Hamburg*. Präsentation für die Metropolregion Hamburg. Online: <https://metropolregion.hamburg.de/mobilitaet/12739928/mid2017>. Letzter Zugriff: 08.11.2023.
- infas; DLR; IVT; infas 360 (2025a): *MiD 2023 - Kurzbericht*. Bonn, Berlin. Online: [https://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2023\\_Kurzbericht.pdf](https://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2023_Kurzbericht.pdf). Letzter Zugriff: 09.05.2025.
- infas; DLR; IVT; infas 360 (2025b): *Mobilitätsarmut, Teilhabe und Gendereffekte: Analysen entlang persönlicher Merkmale und Haushaltstypen*. Bonn/Berlin. Online: [https://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2023\\_Vortrag\\_TeilhabeMobilitaetsarmutGendereffekte.pdf](https://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2023_Vortrag_TeilhabeMobilitaetsarmutGendereffekte.pdf). Letzter Zugriff: 13.04.2025.
- Ingram, D. R. (1971): The concept of accessibility: A search for an operational form. In: *Regional Studies* 5 (2), S. 101–107. DOI: 10.1080/09595237100185131.

- ioki (2018): *Mehr Mobilität, weniger Verkehr: Das war das erste ioki Mobility Network Symposium*. Online: <https://ioki.com/mehr-mobilitaet-weniger-verkehr-das-war-das-erste-ioki-mobility-network-symposium>, zuletzt aktualisiert am 10.12.2019. Letzter Zugriff: 26.10.2021.
- Javanmard, Reyhane; Lee, Jinyung; Kim, Junghwan; Liu, Luyu; Diab, Ehab (2023): The impacts of the modifiable areal unit problem (MAUP) on social equity analysis of public transit reliability. In: *Journal of Transport Geography* 106, Artikel 103500. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2022.103500.
- Johnson, Andy (2003): Bus Transit and Land Use: Illuminating the Interaction. In: *JPT* 6 (4), S. 21–39. DOI: 10.5038/2375-0901.6.4.2.
- Kain, John F. (1968): Housing Segregation, Negro Employment, and Metropolitan Decentralization. In: *The quarterly journal of economics* 82 (2), S. 175. DOI: 10.2307/1885893.
- Kain, John F. (1992): The spatial mismatch hypothesis: three decades later. In: *Housing policy debate* 3 (2), S. 371–460. DOI: 10.1080/10511482.1992.9521100.
- Kamoun, Cyrine; Duran, David (2025): Framework for Developing an International Mobility (In)Justice Atlas. UNPUBLISHED PREPRINT. DOI: 10.2139/ssrn.5098758.
- Kaplan, Sigal; Popoks, Dmitrijs; Prato, Carlo Giacomo; Ceder, Avishai (2014): Using connectivity for measuring equity in transit provision. In: *Journal of Transport Geography* 37, S. 82–92. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2014.04.016.
- Kapoor, Mohit; Song, SaeBom; Jehling, Mathias (2022): Offen und effektiv? Kommunale Open-Data-Portale für die Stadtentwicklung am Beispiel Berlins. Rhombos-Verlag Berlin. In: Gotthard Meinel, Tobias Krüger, Martin Behnisch und Denise Ehrhardt (Hg.): *Flächennutzungsmonitoring XIV: Beiträge zu Flächenmanagement, Daten, Methoden und Analysen*: Rhombos, S. 192–203. DOI: 10.26084/14dfns-p020.
- Karner, Alex (2018): Assessing public transit service equity using route-level accessibility measures and public data. In: *Journal of Transport Geography* 67, S. 24–32. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2018.01.005.
- Karner, Alex; Golub, Aaron (2015): Comparison of Two Common Approaches to Public Transit Service Equity Evaluation. In: *Transportation Research Record* 2531 (1), S. 170–179. DOI: 10.3141/2531-20.
- Kawabata, Mizuki (2003): Job Access and Employment among Low-Skilled Autoless Workers in US Metropolitan Areas. In: *Environ Plan A* 35 (9), S. 1651–1668. DOI: 10.1068/a35209.
- Kelley Pace, R.; LeSage, James P. (2008): A spatial Hausman test. In: *Economics Letters* 101 (3), S. 282–284. DOI: 10.1016/j.econlet.2008.09.003.
- Kerrigan, Mike; Bull, David (1992): Measuring Accessibility - A Public Transport Accessibility Index. In: *Environmental issues. Proceedings of seminar B held at the PTRC Transport, Highways and Planning Summer Annual Meeting, University of Manchester, Institute of Science and Technology, England, from 14 - 18 September 1992*. London: PTRC Education and Research Services Ltd (Proceedings / Planning and Transport Research and Computation Co., PTRC, 354), S. 245–256.
- Kersten, Jens; Neu, Claudia; Vogel, Berthold (2015): *Regionale Daseinsvorsorge: Begriff, Indikatoren, Gemeinschaftsaufgabe*. Gutachten im Auftrag der Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik der Friedrich-Ebert-Stiftung. Online: <https://library.fes.de/pdf-files/wiso/11182.pdf>. Letzter Zugriff: 11.04.2025.
- Kersting, Martin (2009): *Steilshoop. ... aus dem Hause tretend möchte ich Bäume sehen ... ; die Geschichte des Stadtteils von den Anfängen bis zur Gegenwart*. 2., unveränd. Aufl. Hamburg: Distichon Verl. Goswin Luksch.
- Kinigadner, Julia Helen (2020): *Carbon-based accessibility analysis: Characteristics, operationalization, theoretical basis, and practical relevance of a planning tool for low carbon mobility options*. Technische Universität München. Online: <https://mediatum.ub.tum.de/doc/1546083/1546083.pdf>.
- Kirchhoff, Peter (2002): *Städtische Verkehrsplanung*. Konzepte, Verfahren, Maßnahmen. Wiesbaden: Vieweg+Teubner. DOI: 10.1007/978-3-322-84800-0.
- Kissel, Lukas (2024): *Prepaidkarten-Fiasko beim Hamburger Verkehrsverbund: Wenn der Abschied vom Bargeld richtig wehtut*. In: *DER SPIEGEL*, 07.01.2024. Online: <https://www.spiegel.de/auto/hamburg-verkehrsverbund-hvv-prepaidkarten-fiasko-bargeld-aus-in-bussen-frustriert-fahrgaeste-a-75d17272-a877-4642-85c4-4527c239527a>. Letzter Zugriff: 08.01.2024.
- Klaas, Katharina; Kaas Elias, Alexander (2020): *Die Verkehrswende ist sozial gerecht!* VCD Fact Sheet 11/2020. Hg. v. VCD. Online: [https://www.vcd.org/fileadmin/user\\_upload/Redaktion/Themen/soziale\\_Verkehrswende/VCD\\_Fact\\_Sheet\\_-\\_Die\\_Verkehrswende\\_ist\\_sozial\\_gerecht.pdf](https://www.vcd.org/fileadmin/user_upload/Redaktion/Themen/soziale_Verkehrswende/VCD_Fact_Sheet_-_Die_Verkehrswende_ist_sozial_gerecht.pdf). Letzter Zugriff: 31.08.2021.

- Klassen, Ann C.; Curriero, Frank C.; Hong, Jean Hee; Williams, Chyvette; Kulldorff, Martin; Meissner, Helen I. et al. (2004): The role of area-level influences on prostate cancer grade and stage at diagnosis. In: *Preventive medicine* 39 (3), S. 441–448. DOI: 10.1016/j.ypmed.2004.04.031.
- Kleining, Gerhard (1971): Die Veränderungen der Mobilitätschancen in der Bundesrepublik Deutschland. In: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 23 (4), S. 789–807.
- Koerner, Joseph Leo (2017): Die «Stelle» in der unbegrenzten Großstadt. In: Alfred Fogarassy (Hg.): *Otto Wagner. Die Wiener Stadtbahn*. Berlin: Hatje Cantz Verlag, S. 37–43.
- Kosfeld, Reinhold (2018): Methoden der Raumanalyse, ökonomische. In: *Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung*. Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (GW 560), S. 1475–1485. Online: <https://hdl.handle.net/10419/225797>. Letzter Zugriff: 13.04.2025.
- Krause, Reinhard (2012): *100 Jahre Hamburger Hochbahn AG*: Hamburger Hochbahn AG.
- Krumholz, Norman (1982): A Retrospective View of Equity Planning: Cleveland 1969–1979. In: *Journal of the American Planning Association* 48 (2), S. 163–174. DOI: 10.1080/01944368208976535.
- Krumholz, Norman; Forester, John (1990): *Making Equity Planning Work*. LEADERSHIP in the PUBLIC SECTOR. Philadelphia: Temple University Press (Conflicts in urban and regional development). Online: <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10451012>. Letzter Zugriff: 05.03.2023.
- Kubicek, Herbert; Jarke, Juliane (2020): Offene Daten (Open Data). In: Tanja Klenk, Frank Nullmeier und Götztrik Wewer (Hg.): *Handbuch Digitalisierung in Staat und Verwaltung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 1–15. DOI: 10.1007/978-3-658-23669-4\_5-1.
- Kutter, Eckhard (2019): *Stadtstruktur und Erreichbarkeit in der postfossilen Zukunft*. Berlin: Erich Schmidt Verlag (Schriftenreihe für Verkehr und Technik, Band 99).
- Kwan, Mei-Po; Weber, Joe (2008): Scale and accessibility: Implications for the analysis of land use–travel interaction. In: *Applied Geography* 28 (2), S. 110–123. DOI: 10.1016/j.apgeog.2007.07.002.
- Lacombe, Donald J.; McIntyre, Stuart G. (2017): Hierarchical Spatial Econometric Models in Regional Science. In: Randall Jackson und Peter Schaeffer (Hg.): *Regional Research Frontiers - Vol. 2. Methodological Advances, Regional Systems Modeling and Open Sciences*. Cham: Springer International Publishing (Advances in Spatial Science), S. 151–167. DOI: 10.1007/978-3-319-50590-9\_9.
- Lahrer Zeitung (Hg.) (2020): "Mehr Mobilität bei weniger Verkehr". Unter Mitarbeit von Stefan Maier. Online: <https://www.lahrer-zeitung.de/inhalt.lahr-mehr-mobilitaet-bei-weniger-verkehr.78221d2d-dc1a-4725-8e1c-dc278720ae5f.html>, zuletzt aktualisiert am 10.09.2020. Letzter Zugriff: 26.10.2021.
- Lampert, T.; Kroll, L.; Müters, S.; Stolzenberg, H. (2013): Messung des sozioökonomischen Status in der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). In: *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 56 (5), S. 631–636. DOI: 10.1007/s00103-012-1663-4.
- Landkreis Dahme-Spreewald, Ausfertigung vom 05.05.2009: *Weiterführung des „Sozialticket LDS“ bis 2010*. Online: <https://www.dahme-spreewald.info/de/seite/4199.html>. Letzter Zugriff: 24.01.2022.
- Lebuhn, Henrik; Holm, Andrej; Junker, Stephan; Neitzel, Kevin (2017): *Wohnverhältnisse in Deutschland*. Eine Analyse der sozialen Lage in 77 Großstädten. Hans-Böckler-Stiftung. Online: [https://www.boeckler.de/pdf\\_fof/99313.pdf](https://www.boeckler.de/pdf_fof/99313.pdf). Letzter Zugriff: 08.08.2024.
- Lehmann, Hendrik; Wittlich, Helena; Müller, Kai; Gennies, Sidney; Hubmann, Georg; Siebenmorgen, Arne et al. (2017): *Verkehrslücken*. Tagesspiegel; CHORA Conscious City; Zentrum Technik und Gesellschaft; TU Berlin. Berlin. Online: <https://verkehrsluecken.tagesspiegel.de/>. Letzter Zugriff: 22.01.2023.
- LeSage, James P.; Pace, R. Kelley (2021): Interpreting Spatial Econometric Models. In: Manfred M. Fischer und Peter Nijkamp (Hg.): *Handbook of regional science*. 2nd ed. 2021. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; Imprint Springer (Springer eBook Collection), S. 2201–2218. DOI: 10.1007/978-3-662-60723-7\_91.
- LeSage, James P.; Pace, Robert Kelley (2011): Pitfalls in Higher Order Model Extensions of Basic Spatial Regression Methodology. In: *Review of Regional Studies* 41 (1). DOI: 10.52324/001c.8141.
- Levinson, David M.; Wu, Hao (2020): Towards a general theory of access. In: *JTLU* 13 (1), S. 129–158. DOI: 10.5198/jtlu.2020.1660.
- Litman, Todd (2019): *Smart Congestion Relief*. Comprehensive Evaluation of Traffic Congestion Costs and Congestion Reduction Strategies. Hg. v. Victoria Transport Policy Institute. Online: [https://www.vtpi.org/cong\\_relief.pdf](https://www.vtpi.org/cong_relief.pdf). Letzter Zugriff: 18.06.2020.

- Liu, Dong; Kwan, Mei-Po (2020): Measuring Job Accessibility Through Integrating Travel Time, Transit Fare And Income: A Study Of The Chicago Metropolitan Area. In: *Tijds. voor econ. en Soc. Geog.* 111 (4), S. 671–685. DOI: 10.1111/tesg.12415.
- Lucas, Karen (2004): Towards a 'social welfare' approach to transport. In: Karen Lucas (Hg.): *Running on empty. Transport, social exclusion and environmental justice*. 1. publ. Bristol: Policy Press, S. 291–298.
- Lucas, Karen (2012): Transport and social exclusion. Where are we now? In: *Transport Policy* 20, S. 105–113. DOI: 10.1016/j.tranpol.2012.01.013.
- Lucas, Karen; Mattioli, Giulio; Verlinghieri, Ersilia; Guzman, Alvaro (2016a): Transport poverty and its adverse social consequences. In: *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Transport* 169 (6), S. 353–365. DOI: 10.1680/jtran.15.00073.
- Lucas, Karen; van Wee, Bert; Maat, Kees (2016b): A method to evaluate equitable accessibility. Combining ethical theories and accessibility-based approaches. In: *Transportation* 43 (3), S. 473–490. DOI: 10.1007/s11116-015-9585-2.
- Lyons, Torrey; Ewing, Reid (2021): Does transit moderate spatial mismatch? The effects of transit and compactness on regional economic outcomes. In: *Cities* 113. DOI: 10.1016/j.cities.2021.103160.
- Managh, Kevin; El-Geneidy, Ahmed (2012): Who benefits from new transportation infrastructure? Using accessibility measures to evaluate social equity in public transport provision. In: Karst Geurs, Kevin Krizek und Aura Reggiani (Hg.): *Accessibility Analysis and Transport Planning*: Edward Elgar Publishing, S. 211–227. DOI: 10.4337/9781781000113.00021.
- Martin, Franziska (2023): *Comparison of the Fare Accessibility in Helsinki and Hamburg with a Focus on Low-Income Population*. Master's Thesis. Technische Universität Hamburg, Hamburg. Institute for Transport Planning and Logistics.
- Martin, Franziska; Aberle, Christoph (2023): *Fare accessibility: An indicator for Public Transport Affordability*. Poster at the 9th EUGEO Congress on 4-7 September 2023. Barcelona. DOI: 10.15480/882.8597.
- Matthes, Gesa (2010): *Reurbanisierung in Hamburg und ihre Auswirkungen auf die Verkehrsentwicklung*. ECTL Working Paper 43. Diplomarbeit. Technische Universität Hamburg-Harburg, Hamburg. Institut für Verkehrsplanung und Logistik. Online: [http://www.vsl.tu-harburg.de/vsl\\_2/Archiv/wp/ECTL\\_Working\\_Paper\\_43\\_14092010.pdf](http://www.vsl.tu-harburg.de/vsl_2/Archiv/wp/ECTL_Working_Paper_43_14092010.pdf). Letzter Zugriff: 19.07.2019.
- Mattioli, Giulio (2016): Transport needs in a climate-constrained world. A novel framework to reconcile social and environmental sustainability in transport. In: *Energy Research & Social Science* 18, S. 118–128. DOI: 10.1016/j.erss.2016.03.025.
- McAllister, Donald M. (1976): Equity and Efficiency in Public Facility Location. In: *Geographical Analysis* 8 (1), S. 47–63. DOI: 10.1111/j.1538-4632.1976.tb00528.x.
- Mehlert, Christian (2001): Die Einführung des AnrufBus im ÖPNV. Praxiserfahrungen und Handlungsempfehlungen. In: *Schriftenreihe für Verkehr und Technik* (91).
- Mendiola, Lorea; González, Pilar; Cebollada, Àngel (2015): The relationship between urban development and the environmental impact mobility: A local case study. In: *Land Use Policy* 43, S. 119–128. DOI: 10.1016/j.landusepol.2014.11.003.
- Meyer, Helmuth (2021): *CO<sub>2</sub>-Steuer – was Autofahrer dazu wissen müssen*. Hg. v. ADAC. Online: <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/auto-kaufen-verkaufen/kfz-steuer/co2-steuer>, zuletzt aktualisiert am 04.11.2021. Letzter Zugriff: 04.11.2021.
- Miraß, Tilman (2019): *Mietenwatch — Berlins Mietmarkt unter der Lupe*. Online: <https://www.mietenwatch.de/leistung/#wo-wohnen>. Letzter Zugriff: 22.01.2023.
- Mitra, Raktim; Buliung, Ron N. (2012): Built environment correlates of active school transportation: neighborhood and the modifiable areal unit problem. In: *Journal of Transport Geography* 20 (1), S. 51–61. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2011.07.009.
- Moniruzzaman, Md; Páez, Antonio (2012): Accessibility to transit, by transit, and mode share: application of a logistic model with spatial filters. In: *Journal of Transport Geography* 24, S. 198–205. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2012.02.006.
- Moseley, Malcolm J. (1979): *Accessibility: The rural challenge*. London: Methuen. Online: <https://trid.trb.org/view/148143>. Letzter Zugriff: 28.01.2023.
- MRH; Urbanista; Rabe Landschaften (2023): *Räumliches Leitbild 2045 der Metropolregion Hamburg*. Kompass für eine dynamische Entwicklung der Metropolregion Hamburg. Fachlich-verdichteter Entwurf, Stand: 14.

- Dezember 2023. Hamburg. Online: <https://metropolregion.hamburg.de/contentblob/17772650/6a235de04ad16ee838d55b4d3102c896/data/entwurf-broschuere-rl.pdf>. Letzter Zugriff: 11.08.2024.
- National Advisory Commission on Health Manpower (1967): *Report of the National Advisory Commission on Health Manpower*. National Advisory Commission on Health Manpower. Washington DC (Volume I / ED 029 108 / VT 007 894). Online: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED029108.pdf>. Letzter Zugriff: 22.01.2023.
- Naumann, Matthias (2024): Mobilitätsarmut – ein Thema für die bundesdeutsche Raumentwicklung? In: *Standort* 48 (3), S. 227–232. DOI: 10.1007/s00548-023-00888-5.
- NDR (2024): *Keine Bargeld-Zahlung mehr in Hamburgs Bussen möglich*. Online: <https://www.ndr.de/nachrichten/hamburg/Keine-Bargeld-Zahlung-mehr-in-Hamburgs-Bussen-moeglich,hvv762.html>, zuletzt aktualisiert am 03.01.2024. Letzter Zugriff: 09.06.2025.
- Nelson, Jonathan K.; Brewer, Cynthia A. (2015): Evaluating data stability in aggregation structures across spatial scales: revisiting the modifiable areal unit problem. In: *Cartography and Geographic Information Science* 44 (1). DOI: 10.1080/15230406.2015.1093431.
- Nelson/Nygaard Consulting Associates (1995): *Land Use and Transit Demand: The Transit Orientation Index*. Chapter 3 of Primary Transit Network Study (Draft). Portland, Oregon.
- Neuburger, H. (1971): User Benefit in the Evaluation of Transport and Land Use Plans. In: *Journal of Transport Economics and Policy* 5 (1), S. 52–75. Online: <http://www.jstor.org/stable/20052213>. Letzter Zugriff: 22.01.2023.
- Neumayer, Kathrin (2019): Zum Umgang mit Bedürftigkeit und Konsumeinschränkung vor dem Hintergrund von Scham und Stigmatisierung – Ernährungsstrategien der „Tafelkundin“ Andrea. In: Gunther Hirschfelder und Sarah Thanner (Hg.): *Prekäre Lebenswelten im Prisma der Ernährung*. Münster, New York: Waxmann (Regensburger Schriften zur Volkskunde/Vergleichenden Kulturwissenschaft, Band 38), S. 133–156.
- Neutens, Tijs (2015): Accessibility, equity and health care: review and research directions for transport geographers. In: *Journal of Transport Geography* 43, S. 14–27. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2014.12.006.
- Newman, Peter; Kenworthy, Jeffrey R. (2006): Urban design to reduce automobile dependence. In: *Opolis* 2 (1), S. 35–52. Online: <https://escholarship.org/uc/item/2b76f089>. Letzter Zugriff: 12.03.2023.
- Newman, Peter W.; Kenworthy, Jeffrey R. (1989): *Cities and automobile dependence*. A sourcebook. Aldershot: Gower Technical.
- Niemeier, Debbie A. (1997): Accessibility. An evaluation using consumer welfare. In: *Transportation* 24 (4), S. 377–396.
- Nordbakke, Susanne; Schwanen, Tim (2014): Well-being and Mobility: A Theoretical Framework and Literature Review Focusing on Older People. In: *Mobilities* 9 (1), S. 104–129. DOI: 10.1080/17450101.2013.784542.
- Openshaw, Stan (1983): *The Modifiable Areal Unit Problem*. Norwich: Geo Books (Concepts and techniques in modern geography, 38). Online: <https://alexsingleton.files.wordpress.com/2014/09/38-maup-openshaw.pdf>. Letzter Zugriff: 05.03.2023.
- Openshaw, Stan (1996): Developing GIS-relevant zone-based spatial analysis methods. Seitenzahlen beziehen sich auf einen PDF-Export der genannten Online-Ressource. In: Paul Longley und Michael Batty (Hg.): *Spatial analysis. Modelling in a GIS environment*. New York: Wiley, S. 55–74. Online: <https://www.geog.leeds.ac.uk/papers/96-7>. Letzter Zugriff: 10.05.2025.
- Openshaw, Stan; Rao, L. (1995): Algorithms for reengineering 1991 census geography. In: *Environment and Planning A: Economy and Space* 27 (3), S. 425–446.
- Owen, David (2004): *Green Manhattan*. Everywhere should be more like New York. In: *The New Yorker*, 18.10.2004, S. 111–123. Online: <https://www.davidowen.net/files/green-manhattan.pdf>. Letzter Zugriff: 12.03.2023.
- Paez, Antonio; Mercado, Ruben G.; Farber, Steven; Morency, Catherine; Roorda, Matthew (2010): Accessibility to health care facilities in Montreal Island: an application of relative accessibility indicators from the perspective of senior and non-senior residents. In: *Int J Health Geogr* 9 (1). DOI: 10.1186/1476-072X-9-52.
- Pampel, Fritz (1959): *Zur Frage der künftigen Verkehrsmittel für den öffentlichen Personennahverkehr*. Vortrag anlässlich der VÖV-Jahrestagung am 18. Juni 1959 in Bad Kreuznach. Original und digitale Bereitstellung: Staats- und Universitätsbibliothek Hamburg Carl von Ossietzky, Signatur 1024853462. Bielefeld: Erich Schmidt Verlag (Schriftenreihe für Verkehr und Technik, 5). Online: <https://resolver.sub.uni-hamburg.de/kitodo/PPN1024853462>. Letzter Zugriff: 11.12.2023.

- Pang, Zhe; Xie, Bo; An, Zihao; Wang, Lan (2024): Spatial and moderating effects of greenspace on the association between air pollution and lung cancer incidence. In: *Applied Geography* 164, S. 103207. DOI: 10.1016/j.apgeog.2024.103207.
- PBefG, vom 03.12.2020. Online: <https://www.gesetze-im-internet.de/pbefg/BJNR002410961.html>.  
Letzter Zugriff: 23.11.2021.
- Pereira, Rafael H. M.; Banister, David; Schwanen, Tim; Wessel, Nate (2019): Distributional effects of transport policies on inequalities in access to opportunities in Rio de Janeiro. In: *JTLU* 12 (1). DOI: 10.5198/JTLU.2019.1523.
- Pereira, Rafael H. M.; Braga, Carlos Kauê Vieira; Servo, Luciana Mendes; Serra, Bernardo; Amaral, Pedro; Gouveia, Nelson; Paez, Antonio (2021): Geographic access to COVID-19 healthcare in Brazil using a balanced float catchment area approach. In: *Social science & medicine* 273. DOI: 10.1016/j.socscimed.2021.113773.
- Pereira, Rafael H. M.; Schwanen, Tim; Banister, David (2016): Distributive justice and equity in transportation. In: *Transport Reviews*. DOI: 10.1080/01441647.2016.1257660.
- Persönliche Korrespondenz mit Fachleuten des HVV (Karsten Auzins, Marcus Peter, Matthias Winkler) und des Verkehrserhebungs-Dienstleisters WVI (Jochen Sauer), im Februar 2023.
- Peter, Marcus (2021): *Die Berechnung kleinräumiger und multimodaler Erreichbarkeiten auf regionaler Ebene*. Dissertation. Die Seitenzahlen beziehen sich auf ein Manuskript. TUHH, Hamburg. Institut für Verkehrsplanung und Logistik. DOI: 10.15480/882.3673.4.
- Peter, Marcus; Gertz, Carsten (2017): *Leitprojekt Regionale Erreichbarkeitsanalysen*. Abschlussbericht und Erreichbarkeitsatlas. Hg. v. Metropolregion Hamburg. Hamburg. Online: [tuhh.de/t3resources/vpl/layout2021/pdf/projekte/Gertz/Leitprojekt\\_Regionale\\_Erreichbarkeitsanalysen\\_Abschlussbericht\\_Erreichbarkeitsatlas.pdf](http://tuhh.de/t3resources/vpl/layout2021/pdf/projekte/Gertz/Leitprojekt_Regionale_Erreichbarkeitsanalysen_Abschlussbericht_Erreichbarkeitsatlas.pdf). Letzter Zugriff: 12.06.2018.
- Pfeiffer, Sabine (2009): *Hunger in der Überflusgesellschaft*. Die gesellschaftliche (Nicht-) Bewältigung eines als überwunden geglaubten Phänomens. Vortragstext zur Habilitation, 2009. Online: <https://www.sabine-pfeiffer.de/files/downloads/Pfeiffer-Hunger-Ueberflusgesellschaft.pdf>. Letzter Zugriff: 21.03.2019.
- Pfertner, Maximilian (2025): *Akteure und Prozesse der Erreichbarkeitsplanung*. Vortrag auf dem Fachworkshop „Erreichbarkeitsplanung im Praxistest“. FGSV. Berlin, 27.05.2025.
- Piétron, Dominik; Ruhaak, Anouk; Niebler, Valentin (2021): *Öffentliche Mobilitätsplattformen*. Digitalpolitische Strategien für eine Sozial-ökologische Mobilitätswende. Hg. v. Rosa-Luxemburg-Stiftung. Berlin. Online: [https://www.rosalux.de/fileadmin/images/Dossiers/Spurwechsel/Studien\\_8-21\\_Mobilit%C3%A4tswende\\_Web.pdf](https://www.rosalux.de/fileadmin/images/Dossiers/Spurwechsel/Studien_8-21_Mobilit%C3%A4tswende_Web.pdf). Letzter Zugriff: 31.08.2021.
- Pouyanne, Guillaume (2005): *Land Use mix and Daily Mobility - the Case of Bordeaux, France*. 45th Congress of the European Regional Science Association: "Land Use and Water Management in a Sustainable Network Society", 23-27 August 2005. European Regional Science Association (ERSA). Amsterdam, Louvain-la-Neuve. Online: <http://hdl.handle.net/10419/117426>. Letzter Zugriff: 14.03.2023.
- Preston, John; Rajé, Fiona (2007): Accessibility, mobility and transport-related social exclusion. In: *Journal of Transport Geography* 15 (3), S. 151–160. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2006.05.002.
- Preston, Valerie; McLafferty, S.; Liu, X. F. (1998): Geographical Barriers to Employment for American-born and Immigrant Workers. In: *Urban Studies* 35 (3), S. 529–545. DOI: 10.1080/0042098984899.
- Preuss, Malte; Reuter, Wolf Heinrich; Schmidt, Christoph M. (2019): *Verteilungswirkung einer CO2-Bepreisung in Deutschland*. Arbeitspapier 08/2019. Hg. v. Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung. Online: [https://www.sachverstaendigenrat-wirtschaft.de/fileadmin/dateiablage/Arbeitspapiere/Arbeitspapier\\_08\\_2019.pdf](https://www.sachverstaendigenrat-wirtschaft.de/fileadmin/dateiablage/Arbeitspapiere/Arbeitspapier_08_2019.pdf). Letzter Zugriff: 09.05.2025.
- Pucher, John (1982): Discrimination in Mass Transit. In: *Journal of the American Planning Association* 48 (3), S. 315–326. DOI: 10.1080/01944368208976181.
- Pucher, John; Renne, John L. (2003): Socioeconomics of urban travel. Evidence from the 2001 NHTS. In: *0278-9434*. Online: <https://repository.difu.de/jspui/handle/difu/126088>. Letzter Zugriff: 22.02.2023.
- Pusch, Charlotte (2020): Anwender im Fokus – Nutzerbeteiligung bei der Entwicklung des digitalen Daseinsvorsorgeatlas. In: Gesa Matthes (Hg.): *Urban Rural SOLUTIONS. Innovationen im regionalen Daseinsvorsorgemanagement durch Unterstützung von interkommunalen Kooperationen*. Endbericht. Hamburg: readbox unipress, 187-222. DOI: 10.15480/882.2782.

- Pushkarev, B. S.; Zupan, Jeffrey (1982): Where transit works: Urban densities for public transportation. In: Herbert S. Levinson und Robert A. Weant (Hg.): *Urban transportation: Perspectives and Prospects*. Westport, Conn., S. 341–344.
- Pushkarev, Boris; Zupan, Jeffrey Michael (1977): *Public transportation and land use policy*. A Regional Plan Association book. Bloomington: Indiana University Press. Online: <https://archive.org/details/publictransporta0000push/page/n5/mode/2up>. Letzter Zugriff: 25.06.2023.
- Quartiersmanagement Hellersdorfer Promenade (2017): *HELLE ORTE*. Quartierskarte für Hellersdorf. Berlin. Online: <http://www.helle-orte.de/>. Letzter Zugriff: 25.10.2018.
- Rammert, Alexander (2025): *Grundlagen der Erreichbarkeitsplanung*. Vortrag auf dem Fachworkshop „Erreichbarkeitsplanung im Praxistest“. FGSV. Berlin, 27.05.2025.
- Rammler, Stephan; Schwedes, Oliver (2018): *Mobilität für alle!* Gedanken zur Gerechtigkeitslücke in der Mobilitätspolitik. 1. Auflage. Friedrich-Ebert-Stiftung. Berlin. Online: <https://library.fes.de/pdf-files/dialog/14779.pdf>. Letzter Zugriff: 11.09.2019.
- Randelhoff, Martin (2018): *ÖPNV-orientierte Siedlungsentwicklung: Transit Oriented Development (TOD) vs. Transit Adjacent Development (TAD)*. Online: <https://www.zukunft-mobilitaet.net/166082/analyse/oepnv-orientierte-siedlungsentwicklung-transit-oriented-development-tod-vs-transit-adjacent-development-tad>, zuletzt aktualisiert am 31.03.2018. Letzter Zugriff: 16.12.2023.
- rbb24 (2023): "Deutschlandticket" in der Region weitgehend ohne Schufa-Prüfung erhältlich. Online: <https://www.rbb24.de/wirtschaft/beitrag/2023/04/berlin-brandenburg-deutschlandticket-49-euro-ticket-schufa-bonitaetspruefung.html>, zuletzt aktualisiert am 13.04.2023. Letzter Zugriff: 10.08.2023.
- Ricciardi, Anthony Michael; Xia, Jianhong (Cecilia); Currie, Graham (2015): Exploring public transport equity between separate disadvantaged cohorts: a case study in Perth, Australia. In: *Journal of Transport Geography* (43), S. 111–122. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2015.01.011.
- Rockström, Johan; Steffen, Will; Noone, Kevin; Persson, Åsa; Chapin III, F. Stuart; Lambin, Eric et al. (2009): Planetary boundaries. Exploring the safe operating space for humanity. In: *Ecology and society* 14 (2). Online: <https://www.jstor.org/stable/26268316>. Letzter Zugriff: 25.06.2018.
- Root, Elisabeth Dowling (2012): Moving Neighborhoods and Health Research Forward: Using Geographic Methods to Examine the Role of Spatial Scale in Neighborhood Effects on Health. In: *Annals of the Association of American Geographers*. *Association of American Geographers* 102 (5), S. 986–995. DOI: 10.1080/00045608.2012.659621.
- Rozynek, Caroline (2024a): Imagine the financial barrier to public transport use disappears. The impact of the 9-Euro-Ticket on the mobility and social participation of low-income households with children. In: *Transport Policy* (149), S. 80–90. DOI: 10.1016/j.tranpol.2024.02.003.
- Rozynek, Caroline (2024b): Wie finanzielle Armut Mobilitätspraktiken prägt. Eine qualitative Studie zum Zusammenhang von finanzieller Armut, Mobilität und sozialer Teilhabe am Beispiel von älteren Menschen und Haushalten mit Kindern. In: Carsten Sommer, Martin Lanzendorf, Moritz Engbers und Tobias Wermuth (Hg.): *Soziale Teilhabe und Mobilität*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (Studien zur Mobilitäts- und Verkehrsforschung), S. 45–87. DOI: 10.1007/978-3-658-42536-4\_4.
- Rozynek, Caroline; Mattioli, Giulio; Aberle, Christoph (2023): *Was darf die ÖPNV-Nutzung im Kontext sozialer Teilhabe kosten?* DOI: 10.21248/gups.69034.
- Rudzio, Kolja (2020): *1,67 Euro für einen Kühlschrank*. Seit 2021 beträgt der Anteil für Verkehr am "Hartz IV"-Regelbedarf 40,27 Euro; Zum 1. Januar 2022 ist der gesamte Regelbedarf um 3 Euro gestiegen (ausgehend von einer alleinstehenden Person). In: *DIE ZEIT*, 2020 (32). Online: <https://www.zeit.de/2020/32/hartz-iv-satz-anpassung-grundsicherung-existenzminimum/komplettansicht>. Letzter Zugriff: 07.09.2022.
- Ruiz-Pérez, Maurici; Seguí-Pons, Joana Maria (2021): Bus Service Level and Horizontal Equity Analysis in the Context of the Modifiable Areal Unit Problem. In: *IJGI* 10 (3), Artikel 111. DOI: 10.3390/ijgi10030111.
- Runge, Diana (2005): *Mobilitätsarmut in Deutschland?* Berlin: TU Berlin, Fachgebiet Integrierte Verkehrsplanung (IVP-Schriften, 06).
- Rupasingha, Anil; Goetz, Stephan J. (2007): Social and political forces as determinants of poverty: A spatial analysis. In: *The Journal of Socio-Economics* 36 (4), S. 650–671. DOI: 10.1016/j.socsec.2006.12.021.
- Sacramento Rapid Transit (1987): *Design Guide for Bus and Rail Facilities*.
- Sanchez, Thomas W. (2008): Poverty, policy, and public transportation. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 42 (5), S. 833–841. DOI: 10.1016/j.tra.2008.01.011.

- Schilling, Jan (2022): *Fachvortrag*. Veranstaltung „Das 49€-Ticket als Schwungrad für den Ausbau des ÖPNV?“. Friedrich-Ebert-Stiftung; DGB; verdi. Berlin, 13.12.2022. Online: <https://www.youtube.com/watch?v=PVh5HNM9ZkY>. Letzter Zugriff: 15.08.2023.
- Schnieder, Lars (2015): *Betriebsplanung im öffentlichen Personennahverkehr*. Berlin, Heidelberg: Springer. DOI: 10.1007/978-3-662-46456-4.
- Schüller, Stefanie (2013): *U-Bahn-Fahrt ins vorläufige Nichts*. In: *Wiener Zeitung*, 04.10.2013. Online: [https://www.wienerzeitung.at/nachrichten/politik/wien-politik/578306\\_U-Bahn-Fahrt-ins-Nichts.html](https://www.wienerzeitung.at/nachrichten/politik/wien-politik/578306_U-Bahn-Fahrt-ins-Nichts.html). Letzter Zugriff: 29.12.2022.
- Schulten, Thorsten (2020): Der Niedriglohnsektor in der Corona-Krise. In: *Aus Politik und Zeitgeschichte* (39-40), S. 16–21. Online: <https://www.bpb.de/apuz/315575/der-niedriglohnsektor-in-der-corona-krise>. Letzter Zugriff: 17.12.2021.
- Schumann, Jochen (1992): *Grundzüge der mikroökonomischen Theorie*. Sechste, überarbeitete und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg, s.l.: Springer Berlin Heidelberg (Springer eBook Collection Business and Economics). DOI: 10.1007/978-3-662-07614-9.
- Schwarze, Björn (2015): *Eine Methode zum Messen von Naherreichbarkeit in Kommunen*. Dissertation. DOI: 10.17877/DE290R-16514. Online: <https://eldorado.tu-dortmund.de/handle/2003/34458?mode=full>. Letzter Zugriff: 12.06.2018.
- Schwedes, Oliver (2019): Am Steuer? Instrumente und Anwendungsfelder der Verkehrspolitik. In: *Aus Politik und Zeitgeschichte* (43), S. 19–27. Online: <https://www.bpb.de/apuz/298744/instrumente-und-anwendungsfelder-der-verkehrspolitik>. Letzter Zugriff: 08.10.2020.
- Schwedes, Oliver; Daubitz, Stephan; Rammert, Alexander; Sternkopf, Benjamin; Hoor, Maximilian (2018): *Kleiner Begriffskanon der Mobilitätsforschung*. 2. Aufl. Hg. v. Fachgebiet Integrierte Verkehrsplanung IVP. Technische Universität Berlin. Berlin (IVP Discussion Paper). Online: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/200083/1/ivp-dp-2018-1.pdf>. Letzter Zugriff: 28.01.2021.
- Schwerdtfeger, Stefanie (2019): *Fahren ohne (gültigen) Fahrschein*. Motive, soziale Akzeptanz und alternative Finanzierungsinstrumente. Wiesbaden (Studien zur Mobilitäts- und Verkehrsforschung). DOI: 10.1007/978-3-658-26064-4.
- Schwerdtfeger, Stefanie (2021): ÖPNV für alle? Soziale Aspekte und aktuelle Verschiebungen im Kontext von Fahrkarten und Tarifen. In: Johanna Betz, Svenja Keitzel, Jürgen Schardt, Sebastian Schipper, Sara Schmitt Pacífico und Felix Wiegand (Hg.): *Frankfurt am Main - eine Stadt für alle? Konfliktfelder, Orte und soziale Kämpfe*. Bielefeld: Transcript, 99–110. Seitenzahlen beziehen sich auf das Manuskript.
- Searle, Geoffrey (1987): Value for money from rural public transport subsidies: a summary of the Lewes approach. In: *Transport Subsidy*, S. 65–83. Online: <https://trid.trb.org/view/243526>. Letzter Zugriff: 28.01.2023.
- SenASGIVA (2025): *Das Berlin-Ticket 5 und weitere Vergünstigungen*. Online: <https://www.berlin.de/sen/soziales/soziale-sicherung/bn-berlin-ticket-s>, zuletzt aktualisiert am 28.01.2025. Letzter Zugriff: 07.02.2025.
- Senatskanzlei Berlin, Ausfertigung vom 10.10.2023: *Das 9-Euro-Ticket gilt bis Ende 2025*. Online: <https://www.berlin.de/rbmskzl/aktuelles/pressemitteilungen/2023/pressemitteilung.1373806.php>. Letzter Zugriff: 10.01.2024.
- Senkbeil, Carsten. HVV, Ausfertigung vom 27.08.2020.
- SenStadtUm (2019): *Monitoring Soziale Stadtentwicklung 2019*. Online: [https://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/basisdaten\\_stadtentwicklung/monitoring/download/2019/MSS\\_Fortschreibung2019\\_Langfassung.pdf](https://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/basisdaten_stadtentwicklung/monitoring/download/2019/MSS_Fortschreibung2019_Langfassung.pdf). Letzter Zugriff: 18.01.2022.
- SenStadtWohn (2019): *Stadtentwicklungsplan Zentren 2030*. Lebendige Zentren und wohnungsnaher Versorgung für die wachsende Stadt. WFS für Geodaten zur Zentrenhierarchie: <https://gdi.berlin.de/geonetwork/srv/api/records/6243db16-e92c-30b0-91b6-ab9d51256794>. Online: [https://www.berlin.de/sen/stadtentwicklung/\\_assets/planung/stadtentwicklungplaene/step\\_zentren\\_2030.pdf?ts=1705017669](https://www.berlin.de/sen/stadtentwicklung/_assets/planung/stadtentwicklungplaene/step_zentren_2030.pdf?ts=1705017669). Letzter Zugriff: 20.01.2024.
- Serebrisky, Tomás; Gómez-Lobo, Andrés; Estupiñán, Nicolás; Muñoz-Raskin, Ramón (2009): Affordability and Subsidies in Public Urban Transport: What Do We Mean, What Can Be Done? In: *Transport Reviews* 29 (6), S. 715–739. DOI: 10.1080/01441640902786415.
- Seskin, Samuel N.; Cervero, Robert; Zupan, Jeffrey (1996): *Transit and Urban Form*. Transportation Research Board. Washington, DC (Transit Cooperative Research Program, 16).

- Sharma, Gajanand; Patil, Gopal R. (2024): Urban spatial structure and equity for urban services through the lens of accessibility. In: *Transport and Social Exclusion* 146, S. 72–90. DOI: 10.1016/j.tranpol.2023.10.017.
- Shen, Qing (2000): Spatial and Social Dimensions of Commuting. In: *Journal of the American Planning Association* 66 (1), S. 68–82. DOI: 10.1080/01944360008976085.
- Sherman, Len; Barber, Brian; Kondo, Walter (1974): Method for evaluating metropolitan accessibility. In: *TRAVEL DEMAND, MODE CHOICE, AND SYSTEM ANALYSIS* (499). Online: <https://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/trr/1974/499/499-006.pdf>. Letzter Zugriff: 28.01.2023.
- Sigloch, Andreas (2022): *Redebeitrag*. Webinar „Das 9-Euro-Ticket und die Verkehrswende (Teil 3) – Ausblick: Was muss die Politik jetzt für den ÖV tun?“. Agora Verkehrswende, 15.11.2022. Online: <https://www.agora-verkehrswende.de/veroeffentlichungen/das-9-euro-ticket-und-die-verkehrswende-teil-3>. Letzter Zugriff: 25.01.2023.
- Sommer, Carsten; Deutsch, Volker (2021): Grundlagen und Formen des ÖPNV. In: Dirk Vallée, Barbara Engel und Walter Vogt (Hg.): *Stadtverkehrsplanung*. 3. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg, S. 207–254.
- Sommer, Carsten; Lanzendorf, Martin; Engbers, Moritz; Wermuth, Tobias (Hg.) (2024): Soziale Teilhabe und Mobilität. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (Studien zur Mobilitäts- und Verkehrsforschung).
- SPD; GRÜNE (2020): *Zuversichtlich, solidarisch, nachhaltig – Hamburgs Zukunft kraftvoll gestalten*. Koalitionsvertrag über die Zusammenarbeit in der 22. Legislaturperiode der Hamburgischen Bürgerschaft. Hamburg. Online: <https://www.hamburg.de/contentblob/13987852/6fe48c4ee381262cba8626759266d60f/data/d-koalitionsvertrag.pdf>. Letzter Zugriff: 26.08.2020.
- SPD; GRÜNE; FDP (2021): *Mehr Fortschritt wagen Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit*. Koalitionsvertrag 2021 – 2025 zwischen der Sozialdemokratischen Partei Deutschlands (SPD), BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN und den Freien Demokraten (FDP). Online: [https://www.spd.de/fileadmin/Dokumente/Koalitionsvertrag/Koalitionsvertrag\\_2021-2025.pdf](https://www.spd.de/fileadmin/Dokumente/Koalitionsvertrag/Koalitionsvertrag_2021-2025.pdf). Letzter Zugriff: 06.12.2021.
- SPD-Bundestagsfraktion (2021): *Mehr Mobilität, weniger Verkehr*. Online: <https://www.spdfraktion.de/themen/mehr-mobilitaet-weniger-verkehr>, zuletzt aktualisiert am 05.03.2021. Letzter Zugriff: 26.10.2021.
- Stadt Templin (2019): *Information "Fahrscheinfreier Stadtverkehr"*. Templin. Online: [https://www.templin.de/wp-content/uploads/2023/07/Fahrscheinfreier-Stadtverkehr-Stadt-Templin\\_2020.pdf](https://www.templin.de/wp-content/uploads/2023/07/Fahrscheinfreier-Stadtverkehr-Stadt-Templin_2020.pdf). Letzter Zugriff: 01.08.2023.
- Stadt Templin, Ausfertigung vom 2022: *Satzung der Stadt Templin über die Erhebung eines Kurbeitrages*. Fundstelle: Amtsblatt für die Stadt Templin. Online: <https://templin.de/wp-content/uploads/2023/03/Kurbeitragsatzung.pdf>. Letzter Zugriff: 06.08.2024.
- Staisch, Erich (1979): *Die Hamburger S-Bahn*. Chronik eines modernen Verkehrsmittels. 1. Auflage. Hamburg: Hoffmann und Campe.
- Stark, Kerstin (2017): Mobilitätsarmut in der sozialwissenschaftlichen Debatte. In: Katrin Großmann, André Schaffrin und Christian Smigiel (Hg.): *Energie und soziale Ungleichheit. Zur gesellschaftlichen Dimension der Energiewende in Deutschland und Europa*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 79–100. DOI: 10.1007/978-3-658-11723-8\_3.
- Stark, Kerstin; Kehlbacher, Ariane; Mattioli, Giulio (2023): *Mobilitätsarmut und soziale Teilhabe in Deutschland*. Studie für Agora Verkehrswende. Unter Mitarbeit von Benjamin Fischer und Janna Aljets. DLR. Berlin. Online: [https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2023/Mobilitaetsarmut\\_Hintergrund/DLR-Agora\\_Studie\\_Mobilitaetsarmut.pdf](https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2023/Mobilitaetsarmut_Hintergrund/DLR-Agora_Studie_Mobilitaetsarmut.pdf). Letzter Zugriff: 14.09.2023.
- Starzer, Moritz (2018): *Räumliche Effekte in der Bodenpreismodellierung*. Diplomarbeit. TU Wien. Institut für Raumplanung. DOI: 10.34726/HSS.2018.59984.
- Statista (2021a): *Pkw-Bestand in Berlin 2011 bis 2021*. Unter Mitarbeit von Martin Kords. Online: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/255179/umfrage/bestand-an-pkw-in-berlin>, zuletzt aktualisiert am 03.09.2021. Letzter Zugriff: 26.10.2021.
- Statista (2021b): *Pkw-Bestand in Hamburg 2011 bis 2021*. Unter Mitarbeit von Martin Kords. Online: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/255132/umfrage/bestand-an-pkw-in-hamburg>, zuletzt aktualisiert am 03.09.2021. Letzter Zugriff: 26.10.2021.
- Statistik Nord (2021): *Hamburger Stadtteilprofile*. Online: [https://www.statistik-nord.de/fileadmin/maps/Stadtteil\\_Profile\\_2021/atlas.html](https://www.statistik-nord.de/fileadmin/maps/Stadtteil_Profile_2021/atlas.html). Letzter Zugriff: 29.12.2022.
- Steffen, Will; Richardson, Katherine; Rockström, Johan; Cornell, Sarah E.; Fetzer, Ingo; Bennett, Elena M. et al. (2015): Planetary boundaries. Guiding human development on a changing planet. In: *Science* 347 (6223), S. 1259855. DOI: 10.1126/science.1259855.

- Stein, Wilhelm (1948): Der Wiederaufbau der Großstädte und der Ortsverkehr. In: *Verkehr und Technik* (34), S. 53.
- Steinke, Ronen (2022): *Vor dem Gesetz sind nicht alle gleich*. Die neue Klassenjustiz. Berlin: Berlin.
- Strupp, Christoph (2009): Hamburger Nahverkehr im Nationalsozialismus. In: *Mobile Köpfe. Menschen, die Hamburg bewegen*. Hamburg (100 Jahre die Zukunft im Blick, Band 3), S. 52–81.
- Strupp, Christoph (2010): *Nahverkehr und Nationalsozialismus*. Die Hamburger Hochbahn AG im "Dritten Reich". Die Seitenzahlen beziehen sich auf eine Korrekturfahne. München, Hamburg: Dölling und Galitz (Forum Zeitgeschichte, 22). DOI: 60006.
- Tack, Achim; Nefzger, Emil; Stotz, Patrick (2021): *Wo die schöne Welt der neuen Mobilität endet*. In: *SPIEGEL Online*, 17.06.2021. Online: <http://hdl.handle.net/11420/9841>. Letzter Zugriff: 22.01.2023.
- te Brömmelstroet, Marco; Curtis, Carey; Larsson, Anders; Milakis, Dimitris (2016): Strengths and weaknesses of accessibility instruments in planning practice: technological rules based on experiential workshops. In: *European Planning Studies* 24 (6), S. 1175–1196. DOI: 10.1080/09654313.2015.1135231.
- Thorenz, Lukas (2025): *Experteninput: Erfahrungen aus dem Regionalen Planungsverband Oberes Elbtal / Osterzgebirge*. Vortrag auf dem Fachworkshop „Erreichbarkeitsplanung im Praxistest“. FGSV. Berlin, 27.05.2025.
- Titz, Nora (2022): *Open Data: Wie ein Datenstandard die digitale Verwaltung öffnen kann*. Gastbeitrag. Netzpolitik.org. Online: <https://netzpolitik.org/2022/open-data-wie-ein-datenstandard-die-digitale-verwaltung-oeffnen-kann>, zuletzt aktualisiert am 01.12.2022. Letzter Zugriff: 22.01.2023.
- Tjarks, Anjes (2025): *Grußwort zur MiD-Ergebnispräsentation*, 22.05.2025.
- Tobler, W. R. (1970): A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region. In: *Economic Geography* 46, S. 234–240. DOI: 10.2307/143141.
- Topp, Hartmut (1994): Weniger Verkehr bei gleicher Mobilität? In: *Internationales Verkehrswesen* 46 (9), S. 486–493. Online: <https://trid.trb.org/view/999217>. Letzter Zugriff: 31.08.2021.
- Trabert, Gerhard (2021): Armut und Gesundheit. In: *Praktische Theologie* 56 (4), S. 211–214. DOI: 10.14315/prth-2021-560407.
- TransitCenter (2022): *TransitCenter Equity Dashboard*. Online: [https://dashboard.transitcenter.org/map/nyc?key=CE01\\_P\\_c60\\_AM\\_autoN\\_fareY&zone=msa&date=2022-03-27&demo=pop\\_poverty](https://dashboard.transitcenter.org/map/nyc?key=CE01_P_c60_AM_autoN_fareY&zone=msa&date=2022-03-27&demo=pop_poverty). Letzter Zugriff: 19.04.2023.
- Transport for London (2006): *Transport 2025: Transport Vision for a Growing World City*. London. Online: <https://trid.trb.org/view/790816>. Letzter Zugriff: 05.05.2023.
- Transportforschungsdelegationen (1981a): *PLANK - Planeringshandbok för kollektivtrafik*. Metodbilaga Landsbygd. Stockholm (1981:10).
- Transportforschungsdelegationen (1981b): *PLANK - Planeringshandbok för kollektivtrafik*. Metodbilaga Tätort. Stockholm (1981:9).
- Travisi, Chiara; Camagni, Roberto; Nijkamp, Peter (2006): *Analysis of Environmental Costs of Mobility Due to Urban Sprawl a Modelling Study on Italian Cities* (Tinbergen Institute Discussion Paper, 2006-042/3). DOI: 10.2139/ssrn.901180.
- TRUST (2020): *Members*. Online: <https://trustriders.org/members>, zuletzt aktualisiert am 07.02.2023. Letzter Zugriff: 07.02.2023.
- TUM (2024): *TUM Mobilitäts(un)gerechtigkeitsatlas*. Online: <http://accessibility-atlas.de/>, zuletzt aktualisiert am 09.07.2024. Letzter Zugriff: 07.06.2025.
- U.S. Census Bureau (2024): *Households by Size: 1960 to Present* (Historical Households Tables, HH-4). Online: <https://www2.census.gov/programs-surveys/demo/tables/families/time-series/households/hh1.xls>. Letzter Zugriff: 04.01.2024.
- Uckermärkische Verkehrsgesellschaft (2023): *Deutschlandticket*. Online: <https://uvg-online.com/deutschlandticket2>, zuletzt aktualisiert am 06.08.2024. Letzter Zugriff: 06.08.2024.
- van der Vlugt, Anna-Lena (2025): *Operationalisierung individueller und wahrgenommener Erreichbarkeit*. Vortrag auf dem Fachworkshop „Erreichbarkeitsplanung im Praxistest“. FGSV. Berlin, 27.05.2025.
- VBB (2018): *Tarifinformation 2018*. Gemeinsamer Tarif der im Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg zusammenwirkenden Verkehrsunternehmen. Online: [https://www.vbb.de/fileadmin/user\\_upload/VBB/Dokumente/Tickets-Abonnements/Der\\_VBB-Tarif.pdf](https://www.vbb.de/fileadmin/user_upload/VBB/Dokumente/Tickets-Abonnements/Der_VBB-Tarif.pdf). Letzter Zugriff: 02.10.2019.

- VDV (2019): *Verkehrerschließung, Verkehrsangebot und Netzqualität im ÖPNV*. Unter Mitarbeit von Dirk Artschwager, Holger Becker, Lars Degen, Volker Deutsch, Dirk Domhardt, Brigitte Gemmer et al. Köln (VDV-Schrift, 4).
- VDV; DB AG; DB Regio AG (2023): *Evaluation zum Deutschland-Ticket*. Bericht zur bundesweiten Marktforschung - Berichtszeitraum Mai bis August 2023.
- VDV; DB AG; DB Regio AG (2024): *Interpretierende Zusammenfassung*. Kernaussagen der bundesweiten Marktforschung zum Deutschland-Ticket. Berichtszeitraum 1. Halbjahr 2024. Online: <https://www.vdv.de/evaluation-deutschland-ticket-interpretationsbericht-1.-hj-2024.pdf?forced=true>. Letzter Zugriff: 04.11.2024.
- Vickrey, William (1961): On the Prevention of Gerrymandering. In: *Political Science Quarterly* 76 (1), S. 105–110. DOI: 10.2307/2145973.
- Vortisch, Peter; Chlond, Bastian; Weiß, Christine; Streit, Tatjana; Wirtz, Matthias; Zumkeller, Dirk (2012): *Deutsches Mobilitätspanel (MOP) wissenschaftliche Begleitung und erste Auswertungen, Bericht 2011/2012: Alltagsmobilität und Tankbuch*. DOI: 10.5445/IR/1000087248.
- VTA Transit (2007): *Bus Rapid Transit Service Design Guidelines*. Online: [https://nacto.org/docs/usdg/service\\_design\\_guidelines\\_vta.pdf](https://nacto.org/docs/usdg/service_design_guidelines_vta.pdf). Letzter Zugriff: 05.01.2024.
- Wachs, Martin; Kumagai, T.Gordon (1973): Physical accessibility as a social indicator. In: *Socio-Economic Planning Sciences* 7 (5), S. 437–456. DOI: 10.1016/0038-0121(73)90041-4.
- Walwei, Ulrich (2019): Hartz IV – Gesetz, Grundsätze, Wirkung, Reformvorschläge. In: *Aus Politik und Zeitgeschichte* (44/45), S. 12–21. Online: <https://www.bpb.de/shop/zeitschriften/apuz/299220/hartz-iv-gesetz-grundsaeetze-wirkung-reformvorschlaege>.
- Welch, Timothy F.; Mishra, Sabyasachee (2013): A measure of equity for public transit connectivity. In: *Journal of Transport Geography* 33, S. 29–41. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2013.09.007.
- Wien 3420 aspern Development AG (2022): *Leben in Wien + Arbeiten in Europa*. Online: [https://www.aspern-seestadt.at/jart/prj3/aspern/data/uploads/220914\\_Factsheet.pdf](https://www.aspern-seestadt.at/jart/prj3/aspern/data/uploads/220914_Factsheet.pdf). Letzter Zugriff: 22.01.2023.
- Wilde, Mathias; Klinger, Thomas (2017): Integrierte Mobilitäts- und Verkehrsforschung: zwischen Lebenspraxis und Planungspraxis. In: Mathias Wilde, Matthias Gather, Cordula Neiberger und Joachim Scheiner (Hg.): *Verkehr und Mobilität zwischen Alltagspraxis und Planungstheorie: Ökologische und soziale Perspektiven*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 5–24.
- Willberg, Elias; Tenkanen, Henriikki; Miller, Harvey J.; Pereira, Rafael H. M.; Toivonen, Tuuli (2024): Measuring just accessibility within planetary boundaries. In: *Transport Reviews* 44 (1), S. 140–166. DOI: 10.1080/01441647.2023.2240958.
- Willeke, Felix (2023): *Hamburg: Lohnt sich das Deutschlandticket?* In: *SZENE HAMBURG*, 04.05.2023. Online: <https://szene-hamburg.com/lohnt-sich-das-deutschlandticket-fuer-hamburg>. Letzter Zugriff: 10.08.2023.
- Wissing, Volker (2022): *Keynote-Vortrag*. Veranstaltung „Das 49€-Ticket als Schwungrad für den Ausbau des ÖPNV?“. Friedrich-Ebert-Stiftung; DGB; verdi. Berlin, 13.12.2022. Online: <https://www.youtube.com/watch?v=PVh5HNM9ZkY>. Letzter Zugriff: 08.11.2023.
- Witherspoon, Robert (1982): Transit and Urban Economic Development. In: Herbert S. Levinson und Robert A. Weant (Hg.): *Urban transportation: Perspectives and Prospects*. Westport, Conn., S. 344–351.
- Wu, Belinda M.; Hine, Julian P. (2003): A PTAL approach to measuring changes in bus service accessibility. In: *Transport and Social Exclusion* 10 (4), S. 307–320. DOI: 10.1016/s0967-070x(03)00053-2.
- Wulfhorst, Gebhard (2025): *Einführung*. Vortrag auf dem Fachworkshop „Erreichbarkeitsplanung im Praxistest“. FGSV. Berlin, 27.05.2025.
- Xu, Pengpeng; Huang, Helai; Dong, Ni; Abdel-Aty, Mohamed (2014): Sensitivity analysis in the context of regional safety modeling: identifying and assessing the modifiable areal unit problem. In: *Accident; analysis and prevention* 70, S. 110–120. DOI: 10.1016/j.aap.2014.02.012.
- ZKG, Ausfertigung vom 11.04.2016: *Zahlungskontengesetz*. Fundstelle: BGBl. I S. 720, 2018 I S. 668. Online: <https://www.buzer.de/s1.htm?g=ZKG&a=31>. Letzter Zugriff: 10.08.2023.
- Zumkeller, Dirk; Chlond, Bastian; Ottmann, Peter; Kagerbauer, Martin; Kuhnimhof, Tobias (2007): *Mobilitätspanel: Panelauswertung 2006*. Datenaufbereitung, Plausibilisierung, erste Auswertungen zu den Erhebungen zur Alltagsmobilität 2004/06 sowie zu Fahrleistungen und Treibstoffverbräuchen 2005/07 für das Mobilitätspanel. Universität Karlsruhe, Institut für Verkehrswesen. Karlsruhe. Online: [https://mobilitaetspanel.ifv.kit.edu/downloads/Bericht\\_MOP\\_06\\_07.pdf](https://mobilitaetspanel.ifv.kit.edu/downloads/Bericht_MOP_06_07.pdf). Letzter Zugriff: 18.01.2022.

Zumkeller, Dirk; Chlond, Bastian; Ottmann, Peter; Kagerbauer, Martin; Kuhnimhof, Tobias (2008): *Mobilitätspanel: Panellauswertung 2007*. Deutsches Mobilitätspanel (MOP) – Wissenschaftliche Begleitung und erste Auswertungen / Zwischenbericht Erhebungswellen zur Alltagsmobilität (Herbst 2007) sowie zu Fahrleistungen und Treibstoffverbräuchen (Frühjahr 2008). Universität Karlsruhe, Institut für Verkehrswesen. Karlsruhe. Online: [https://mobilitaetspanel.ifv.kit.edu/downloads/Bericht\\_MOP\\_07\\_08.pdf](https://mobilitaetspanel.ifv.kit.edu/downloads/Bericht_MOP_07_08.pdf). Letzter Zugriff: 18.01.2022.

Zwick, Felix (2022): *Modeling the current use of ride-pooling and its future applications with automated vehicles*. Doctoral thesis. ETH Zurich. DOI: 10.3929/ethz-b-000592685.

# Anhang

## A1 Einteilung des ökonomischen Status nach der MiD-Methodik

Tabelle 26: Klassifikation des ökonomischen Status nach *Mobilität in Deutschland*.

Ökonomischer Status	Einkommen (EUR/Monat, netto)
sehr niedrig	< 900
niedrig	< 1 500
mittel	< 2 600
hoch	< 4 000
sehr hoch	≥ 4 000

**Quelle:** infas et al. 2019b, S. 17–18. Hier für eine Haushaltsgröße von 1, also für alleinlebende Personen. Mit steigender Haushaltsgröße steigen auch die Einkommensgrenzen, wobei diese Steigerung nicht linear verläuft.

## A2 Zielkategorien für die Erreichbarkeits-Untersuchung

Tabelle 27: 15 Kategorien der Aktivitätsziele.

Kategorie	Anzahl der Aktivitätsziele				Gewichtung (%)
	Berlin	Hamburg	VBB (exkl. B)	HVV (exkl. HH)	VBB und HVV
<b>Lebensmittel</b>	818	640	783	356	19
<b>Arztpraxis</b>	2 842	1 070	716	526	15
<b>Park / Wald</b>	1 682	1 946	-	-	-
<b>Kita</b>	2 554	1 100	332	336	13
<b>Apotheke</b>	746	417	542	326	11
<b>Grundschule</b>	362	235	386	216	10
<b>Spielplätze</b>	1 815	763	-	-	-
<b>Begegnungsstätte</b>	171	97	99	84	6
<b>Schwimmbad</b>	13*	33	35	26	5
<b>Krankenhaus</b>	86	34	151	26	5
<b>Tafel</b>	45	27	71	35	5
<b>Friedhof</b>	208	89	590	86	4
<b>Kleingärten (Schrebergärten)</b>	902	556	-	-	-
<b>Jobcenter</b>	12	28	18	16	3
<b>Bibliothek</b>	95	155	137	67	1
<b>Postfiliale</b>	197	206	285	272	1
<b>Bankfiliale</b>	414	309	476	332	1
<b>Selbsthilfewerkstatt</b>	44	21	-	-	-
<b>Buchladen</b>	277	99	99	75	1
<b>Summe</b>	13 283	7 825	4 720	2 779	100

**Quelle:** Eigene Darstellung. Ursprünglich waren im Rahmen des Forschungsprojekts *MobileInclusion* etwa doppelt so viele Kategorien aufbereitet worden, die u.a. weiterführende Schulen und Religionsorte umfassten. Diese waren aus einer Literaturrecherche hervorgegangen, die wissenschaftliche Publikationen umfasste (Haugen 2011; Nordbakke und Schwanen 2014; Schwarze 2015; Allardt 1993; infas und DLR 2010) und durch eine Stadtteilkarte aus Berlin ergänzt wurde (Quartiersmanagement Hellersdorfer Promenade 2017). In einem Abgleich mit den Interview-Ergebnissen (Daubitz et al. 2023, Kapitel 4.2) wurden die Kategorien auf die 19 gezeigten eingegrenzt. Die Kategorien Selbsthilfewerkstatt und Tafel wurden erst durch die Interviews als relevant erkannt und nachträglich aufgenommen. \*Datenfehler, es gab 49 Hallen- und Vereinsbäder (vgl. Abschnitt 5.2.1). Im VBB und HVV konnten vier Kategorien nicht berücksichtigt werden, da keine plausiblen Geodaten für diese Ziele vorlagen. Diese hätten händisch kartiert werden müssen, wofür im Rahmen dieser Dissertation keine Ressourcen vorhanden waren. Es verbleiben für VBB und HVV also 15 Zielkategorien.

### A3 Fortschreibung der Raumtypologie für Hamburg

Um den Raumtypen zu bestimmen, wurde auf die Typologie von Matthes (2010) zurückgegriffen (Abschnitt 3.1.1). Stadtteile wurden wie folgt zugeordnet:

**Tabelle 28: Kleinräumige Zuordnung der hamburgischen Stadtteile zu den Raumtypen von Matthes (2010) bzw. zu der RegioStaR-Typologie.**

Kürzel	Raumtyp, mit Beispielen  Matthes 2010, S. 102	Raumtyp (RegioStaR)	Raumtyp (binär)	Raumtyp (RegioStaR)	Raumtyp (VDV)	Einzugsradius SPNV/U			Einzugsradius BUS/TRAM/FÄHRE			
						VDV (2019, S.15)			VDV (2019, S.15)			
						Minuten	m Luft	m Isochronen	Minuten	m Luft	m Isochronen	
c	City <i>Neustadt, HH-Altstadt, Klostertor</i>	111	1	städtisch, dicht besiedelt	Metropole (metropolitan)	Kernbereich	7	400	490	5	300	350
i	Innere Stadt <i>Winterhude, Altona- Altstadt, Hamm, Harburg, Barmbek- Nord, Eppendorf, Wandsbek, Wilhelmsburg</i>	112	1	städtisch, dicht besiedelt	Großstadt (metropolitan)	Gebiet mit hoher Nutzungsichte	10	600	700	7	400	490
z	Zwischenzone <i>Allermöhe, Marienthal, Stellingen, Veddel, Bahrenfeld, Steilshoop</i>	113	1	städtisch, dicht besiedelt	Mittelstadt (metropolitan)	Gebiet mit hoher Nutzungsichte	10	600	700	7	400	490
s	Stadtrand <i>Bergstedt, Hausbruch, Osdorf, Marmstorf, Sülldorf</i>	114	0	ländlich, dünn besiedelt, Gewerbe	Städtischer Raum (metropolitan)	Gebiet mit geringer Nutzungsichte	17	1 000	1 190	10	600	700

g	Gewerbe <i>Altenwerder, Billbrook, Hammerbrook*, Steinwerder, Waltershof</i>	115	0	ländlich, dünn besiedelt, Gewerbe	Kleinstädtischer, dörflicher Raum (metropolitan)	Gebiet mit geringer Nutzungsichte	17	1 000	1 190	10	600	700
I	Ländliches HH <i>Altengamme, Cranz, Neuland, Rönneburg, Wohldorf-Ohlstedt</i>	115	0	ländlich, dünn besiedelt, Gewerbe	Kleinstädtischer, dörflicher Raum (metropolitan)	Gebiet mit geringer Nutzungsichte	17	1 000	1 190	10	600	700

**Quelle:** Eigene Darstellung.

Bei der Zuordnung gab es neun Abweichungen zwischen der Raumtypologie von Matthes (2010) und den Stadtteilen der Stadt Hamburg (Stand 2014):

**Tabelle 29: Abweichungen bei der Zuordnung der Raumtypen und Entscheidung über die Zuordnung.**

Nur bei Matthes (2010) gelistet	Entscheidung über Zuordnung	Nur bei FHH (2014) gelistet	Entscheidung über Zuordnung
Klostertor	keine <i>Stadtteil bei Gebietsneuordnung 2008 aufgelöst und jeweils teilweise den Stadtteilen HafenCity und Hammerbrook zugeordnet</i>	HafenCity	Innere Stadt <i>hervorgegangen aus Hamburg-Altstadt [City], Rothenburgsort [Zwischenzone] und Klostertor [City]. Aufgrund der städtischen Planung als citynahes und gut erschlossenes Wohn- und Gewerbequartier als Innere Stadt zugeordnet</i>
Hamm-Mitte	keine <i>Stadtteil bei Gebietsneuordnung 2011 in Hamm aufgegangen</i>	Hamm	Innere Stadt <i>2008 aus Hamm Mitte/Nord/Süd hervorgegangen, die alle diesem Raumtyp zugeordnet sind</i>
Hamm-Nord	-"-	Neuallermöhe	Zwischenzone <i>2011 aus Teilen Allermöhes und Bergedorfs hervorgegangen. Da der größere Teil auf ehemaligem Gebiet Allermöhes liegt, wird entsprechend Matthes (2010) der Raumtyp Zwischenzone zugeordnet</i>
Hamm-Süd	-"-	Neuwerk	ländliches Hamburg / wird ignoriert <i>Exklave außerhalb des Untersuchungsraums</i>
		Sternschanze	Innere Stadt <i>2007 aus Teilen von Eimsbüttel, St. Pauli, Altona-Nord, Altona-Altstadt und Rotherbaum hervorgegangen, die alle diesem Raumtyp zugeordnet sind</i>

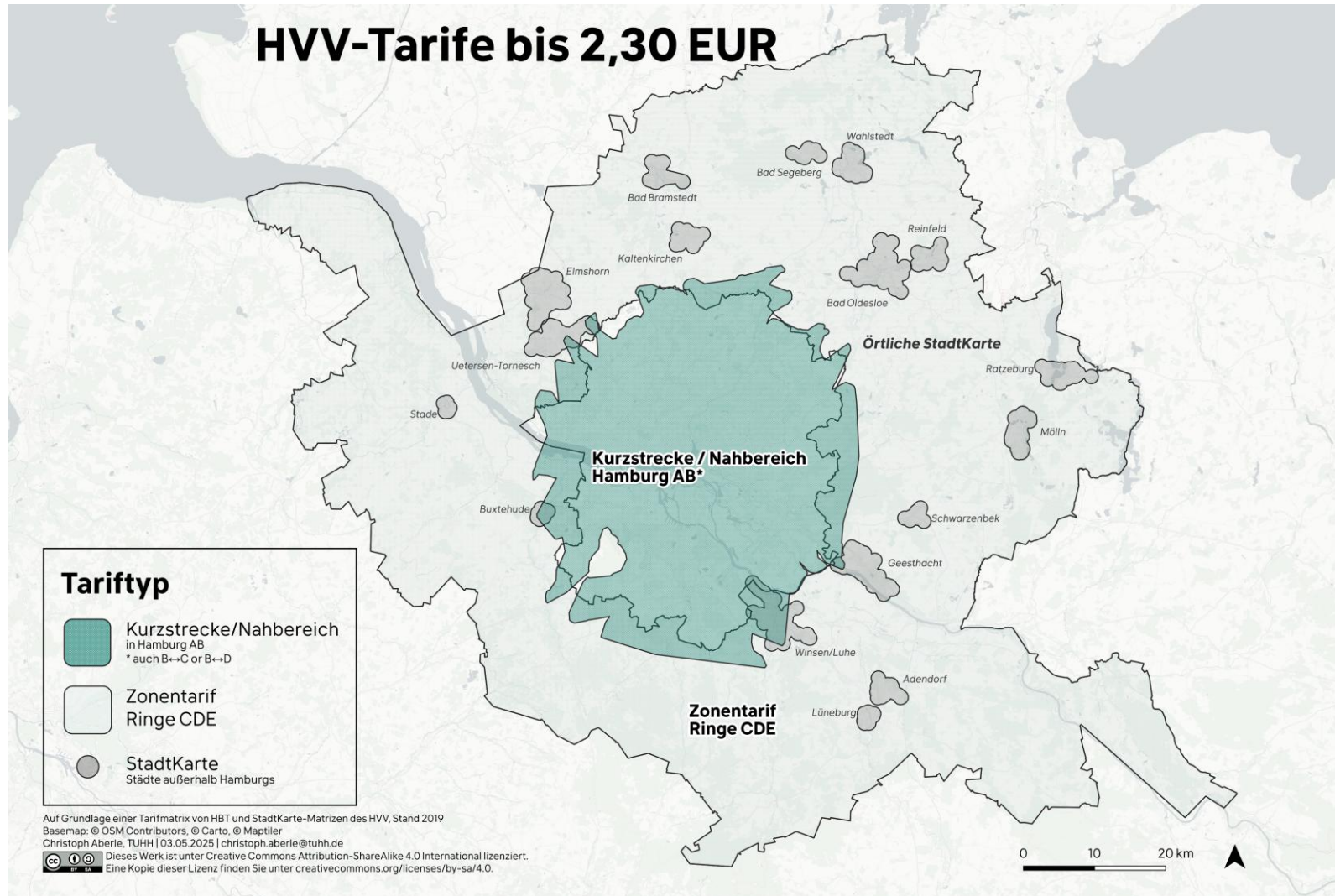
**Quelle:** Eigene Darstellung.

## **A4 Modellierung des HVV-Tarifs**

Für das Tarifgebiet Hamburg AB wurden die Kurzstrecke zu 1,70 EUR sowie der Nahbereich zu 2,30 EUR berücksichtigt (zur Definition siehe Tabelle 8 auf Seite 112). Darüber hinaus gilt in einigen Gemeinden bzw. Zusammenschlüssen in den Ringen CDE die StadtKarte: Für 1,70 EUR darf eine definierte Auswahl an zentralen Haltestellen angefahren werden. Diese Auswahl rangiert zwischen 13 Haltestellen in der Hansestadt Stade und 107 Haltestellen in Elmshorn. Die zugrundeliegenden Daten wurden freundlicherweise durch den Verkehrsverbund bzw. dessen Dienstleister HBT bereitgestellt, sodass sie zu Tarifmatrizen aufbereitet werden konnten.

Außerhalb dieser Geltungsgebiete wurde die günstigste Einzelfahrt angenommen. Mit 2,30 EUR liegt die Einzelfahrt 1 Zone preislich gleichauf mit dem Nahbereich und erlaubt eine Fahrt bis zur ersten Zahlgrenze. Die Tarifmatrix für die Ringe CDE wurde händisch auf der Grundlage des HVV-Zonenplans erstellt (HVV 2019b, S. 36).

Abbildung 60: HVV-Tarife bis 2,30 EUR.



**Quelle zu Abbildung 60 auf der Vorseite:** Eigene Darstellung auf Grundlage von Daten des HVV, Stand 2019. Eine VBB-Tarifkarte ist in Abbildung 13 auf Seite 61 zu finden.

## **A5 Modellierung des VBB-Tarifs**

Tabelle 30 auf den Folgeseiten listet alle VBB-Tarife auf, die vom Verbund im Fahrplanjahr 2018/19 angeboten wurden und den Kriterien dieser Arbeit entsprechen (Abschnitt 3.2.3.1). Werden die Haustarife einzeln gezählt, ergeben sich 21 Tarife, deren Geltungsgebiete in Abbildung 13 auf Seite 61 kartiert sind.

Für Berlin und Potsdam wurde die Kurzstrecke zu 1,70 EUR angenommen. Diese ist an der Anzahl der Haltestellen definiert, die mit einer Fahrkarte durchfahren werden dürfen (Tabelle 8). In anderen Gebieten gelten ortsspezifische Regelungen, die sich etwa an flächigen Tarifbereichen orientieren (bspw. Brandenburg/Havel AB) oder die Entfernung zugrunde legen (bspw. Kurzstrecke bei drei Verkehrsunternehmen im Landkreis Potsdam-Mittelmark).

Das zentrale Einschlusskriterium für die Tarif-Erreichbarkeit war der Preis: Es wurden Relationen berücksichtigt, die maximal 2,30 EUR kosten. Als Referenz galt der günstigste Regeltarif im HVV abseits der Kurzstrecke im Fahrplanjahr 2018/19 (Einzelfahrt 1 Zone in den Ringen CDE).

**Tabelle 30: VBB-Tarife, die für diese Untersuchung modelliert wurden.**

<b>Geltungsbereich</b>	<b>Kodierung aus der Tarifdatenbank wo nicht anders vermerkt: <i>matrix_agg</i></b>	<b>Tarifregel</b>	<b>Umsetzung im Modell</b>	<b>Fundstelle in Tariffinformation</b>
Berlin <sup>76</sup>	5556	Kurzstrecke 3 Stationen U-Bahn/S-Bahn <i>oder</i> 6 Stationen Tram/Bus (Umstieg jeweils erlaubt)	exakt	VBB (2018, S. 145–146)
Brandenburg an der Havel <sup>76</sup>	2122, 2224	Kurzstrecke (keine) AB oder BC: 1,70 EUR	AB und BC	VBB (2018, S. 129)
Cottbus <sup>76</sup>	3132, 3233	-"-	-"-	-"-
Frankfurt (Oder) <sup>76</sup>	4142, 4244	-"-	-"-	-"-
Potsdam <sup>76</sup>	5758	Kurzstrecke: 1,50 EUR <i>Bus/Tram</i> : vier Haltestellen in Potsdam ABC, auch Relationen durch Berlin (bspw. Rote-Kreuz-Straße ↔ Am Gehölz, dazwischen liegen zwei Haltestellen auf Berliner Gebiet), Umstieg nur im Netz des ausgebenden Verkehrsunternehmens	exakt, nur Kurzstrecke	-"-

<sup>76</sup> eigener Zuschnitt der Ringe ABC gemäß VBB (2018, S. 34).

Geltungsbereich	Kodierung aus der Tarifdatenbank wo nicht anders vermerkt: <i>matrix_agg</i>	Tarifregel	Umsetzung im Modell	Fundstelle in Tariffinformation
		<i>Fähre</i> : eine Fahrt <ul style="list-style-type: none"> <li>• AB: 2,10 EUR</li> <li>• BC: 1,80 EUR</li> </ul>		
Drei Verkehrsunternehmen in den Landkreisen Potsdam-Mittelmark und Havelland	über die VU kodiert, 51640	Kurzstrecke: 1,30 EUR ≤3 km, Haltestellenabstand nach Fahrtroute, keine Unterbrechung oder Umstieg, nicht in Potsdam AB Nur bei drei Verkehrsunternehmen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Havelbus Verkehrsgesellschaft mbH</li> <li>• Fritz Behrendt OHG</li> <li>• regiobus Potsdam Mittelmark GmbH</li> </ul>	exakt	VBB (2018, S. 147) bzw. telefonische Auskunft durch regiobus am 17.11.2021
Landkreis Oberhavel	99903	Kurzstrecke: 1,30 EUR ≤ 3 km, nur im Landkreis OHV, Nur für BVG und OVG	nahezu exakt <sup>77</sup>	VBB (2018, S. 147)

<sup>77</sup> Anders als in den meisten anderen Fällen kann das Modell hier nicht anhand der VBB-Fahrinfo plausibilisiert werden. Diese gibt stellenweise den Standardtarif für zwei Zonen aus, obwohl Haltestellen im Landkreis OHV deutlich weniger als 3 km auseinander liegen. Beispielsweise *Löwenberg (Mark)*, *Abzweig Hoppenrade – Löwenberg (Mark)*, *Kirche (2 630 m)*, *Friedrichsthal (OHV)*, *Dorfplatz – Friedrichsthal (OHV)*, *Havelaue (341 m)* oder *Menz, Am Friedensplatz – Neuroofen, Wendepplatz (2 809 m)*. Der Autor hat den Fehler am 11.01.2022 einer VBB-Mitarbeiterin am Servicetelefon mitgeteilt und am 21.03.2022 per E-Mail dokumentiert. Die Relationen aus dem Modell sind aber in sich plausibel.

<b>Geltungsbereich</b>	<b>Kodierung aus der Tarifdatenbank wo nicht anders vermerkt: <i>matrix_agg</i></b>	<b>Tarifregel</b>	<b>Umsetzung im Modell</b>	<b>Fundstelle in Tariffinformation</b>
Senftenberg	7765	Sozialtarif 0,50 EUR innerhalb Senftenbergs	exakt	VBB (2018, S. 95)
Landkreis Teltow-Fläming	idkreis = 72, matrix IN (7201, 7202, 7203, 7204)	Sozialtarif: 50% des VBB-Bartarifs (relevant bis Stufe L6 bzw. R2 mit Nennpreis 4,30 EUR → 2,15 EUR) (keine Fahrradmitnahme)	Nahezu exakt <sup>78</sup>	VBB (2018, S. 98)
Dahme-Spreewald	idkreis = 61, matrix IN (6101, 6102, 6103, 6104)	Sozialtarif: 50% des VBB-Bartarifs (relevant bis Stufe L6 bzw. R2 mit Nennpreis 4,30 EUR → 2,15 EUR) (keine Fahrradmitnahme)	exakt	VBB (2018, S. 100–101)
Haustarif Havelbus	über das VU kodiert, 999666	Linientarif Bus 666 (Nauen) 0,50 EUR	exakt	VBB (2018, S. 88)
Haustarif Schöneicher- Rüdersdorfer Straßenbahn/Woltersdorfer Straßenbahn	über das VU und die Linie kodiert, 99988, 99987	Linientarif Tram 88: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preisstufe 1 1,20 EUR</li> <li>• Preisstufe 2 1,50 EUR</li> <li>• Preisstufe 3 1,90 EUR</li> </ul> Linientarif Tram 87: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurzstrecke 0,90 EUR</li> <li>• Einzelfahrt 1,30 EUR</li> </ul>	exakt	VBB (2018, S. 89–90)

<sup>78</sup> Es gibt eine Sonderregel: Der Sozialtarif gilt nicht auf den Linien 619 und 621. Diese Regel konnte nicht unter vertretbarem Aufwand umgesetzt werden, da die VBB-Tarifdatenbank die Relationen nicht linienscharf abbildet. Eine grobe Plausibilitätsprüfung wurde vorgenommen.

Geltungsbereich	Kodierung aus der Tarifdatenbank wo nicht anders vermerkt: <i>matrix_agg</i>	Tarifregel	Umsetzung im Modell	Fundstelle in Tariffinformation
Haustarif Havelbus	über das VU kodiert, 999666	Linientarif Bus 666 (Nauen): 0,50 EUR	nahezu exakt <sup>79</sup>	VBB (2018, S. 88)
Haustarif Strausberger Eisenbahn	über die Linie kodiert, 99989	Linientarif Tram 89: Einzelfahrt 1,30 (für Fahrten von/nach Rahnsdorf gilt der VBB-Tarif Berlin BC)	exakt	VBB (2018, S. 90–91)
Haustarif Verkehrsgesellschaft Oberspreewald-Lausitz	über das VU kodiert, 999777	Zonentarif Von Wabe 7765 zu Waben 7864, 7865, 7866, 7965 Einzelfahrausweis 0,70 EUR für SGBII-Berechtigte (Stufe G5E)	nahezu exakt <sup>80</sup>	VBB (2018, S. 100)
Alle Landkreise im VBB	99	Wabentarif bis 2 Waben Einzelfahrausweis 1,50 EUR (Stufe L2)		

**Quelle:** Eigene Darstellung.

<sup>79</sup> Auch hier kann das Modell nicht anhand der VBB-Fahrinfo plausibilisiert werden.

<sup>80</sup> Auch hier kann das Modell nicht anhand der VBB-Fahrinfo plausibilisiert werden. Die Modellierung folgt exakt dem Wortlaut der Tariffinformation (VBB 2018, S. 100). Der Haustarif ist allerdings nicht in der Fahrinfo hinterlegt, obwohl dies für Ortsunkundige sehr hilfreich wäre.

## A6 Standardisierte Eingangsvariablen im HVV

Tabelle 31: Eingangsvariablen im HVV auf Haltestellen-Ebene, standardisiert.

Variable	Einheit	Mittelwert	Median	SD	Min	Max	Quelle/Bezug	Zeitbezug
Tarif-Erreichbarkeit mit Budget 2,30 EUR	Standardabweichungen	-0,09	-0,6	0,86	-0,81	2,74	Eigene Berechnung (Abschnitt 3.2.3)	12/2018
Kaufkraft	Standardabweichungen	-0,03	-0,13	0,8	-2,26	2,24	infas360	12/2018
Mietpreis	Standardabweichungen	-0,06	-0,1	0,76	-2,01	2,38	infas360	12/2018
Pkw-Verfügbarkeit	Standardabweichungen	0,03	-0,01	0,65	-2,25	2,06	infas360	2018/19
Distanz zum Zentrum	Standardabweichungen	-0,12	-0,3	0,8	-1,14	2,27	Zentrenkonzept der Metropolregion	12/2018
ÖPNV-Index	Standardabweichungen	-0,06	-0,06	0,52	-1,61	1,75	Eigene Berechnung (Abschnitt 3.2.1)	2018/19
Reisezeit zum nächsten Ziel	Standardabweichungen	-0,17	-0,25	0,43	-1,13	1,14	HVV-API („GEOFOX“)	12/2018
Bevölkerungsdichte	Standardabweichungen	-0,14	-0,33	0,55	-0,88	1,79	infas360	12/2018
Wohnfläche	Standardabweichungen	-0,01	-0,01	0,77	-2,38	2,35	infas360	12/2018

Quelle: Eigene Darstellung. n = 5 484 Haltestellen, ohne Ausreißer, ergänzend zu Tabelle 11.

**Tabelle 32: Eingangsvariablen im HVV auf Raster-Ebene, standardisiert.**

Variable	Einheit	Mittelwert	Median	SD	Min	Max	Quelle/Bezug	Zeitbezug
Tarif-Erreichbarkeit mit Budget 2,30 EUR	Standardabweichungen	-0,24	-0,58	0,64	-0,61	2	Eigene Berechnung (Abschnitt 3.2.3)	12/2018
Kaufkraft	Standardabweichungen	-0,1	-0,17	0,77	-2,09	2	infas360	12/2018
Mietpreis	Standardabweichungen	-0,14	-0,22	0,78	-2,09	2,75	infas360	12/2018
Pkw-Verfügbarkeit	Standardabweichungen	-0,12	-0,14	0,49	-1,44	1,23	infas360	2018/19
Distanz zum Zentrum	Standardabweichungen	0	-0,09	0,8	-1,42	2,41	Zentrenkonzept der Metropolregion	12/2018
ÖPNV-Index	Standardabweichungen	-0,11	0,04	0,75	-1	3,02	Eigene Berechnung (Abschnitt 3.2.1)	2018/19
Reisezeit zum nächsten Ziel	Standardabweichungen	-0,1	-0,19	0,52	-1,32	1,48	HVV-API („GEOFOX“)	12/2018
Bevölkerungsdichte	Standardabweichungen	-0,04	-0,01	0,65	-2,09	1,91	infas360	12/2018
Wohnfläche	Standardabweichungen	-0,25	-0,36	0,25	-0,45	0,68	infas360	12/2018

**Quelle:** Eigene Darstellung. n = 9 073 bewohnte Rasterzellen, ohne Ausreißer, ergänzend zu Tabelle 13.

**Tabelle 33: Eingangsvariablen im HVV auf Gemeinde-Ebene, standardisiert.**

Variable	Einheit	Mittelwert	Median	SD	Min	Max	Quelle/Bezug	Zeitbezug
Tarif-Erreichbarkeit mit Budget 2,30 EUR	Standardabweichungen	0,12	0,41	0,95	-1,39	1,5	Eigene Berechnung (Abschnitt 3.2.3)	12/2018
Kaufkraft	Standardabweichungen	0,02	-0,19	1	-2,16	4,78	infas360	12/2018
Mietpreis	Standardabweichungen	0,11	0,09	0,97	-2,02	2,88	infas360	12/2018
Pkw-Verfügbarkeit	Standardabweichungen	-0,12	-0,18	0,94	-2,41	3,08	infas360	2018/19
Distanz zum Zentrum	Standardabweichungen	-0,2	-0,45	0,7	-1,08	2	Zentrenkonzept der Metropolregion	12/2018
ÖPNV-Index	Standardabweichungen	0,09	-0,06	1	-1,7	2,84	Eigene Berechnung (Abschnitt 3.2.1)	2018/19
Reisezeit zum nächsten Ziel	Standardabweichungen	-0,17	-0,39	0,63	-0,95	1,96	HVV-API („GEOFOX“)	12/2018
Bevölkerungsdichte	Standardabweichungen	0,08	-0,32	1,01	-0,96	5,24	infas360	12/2018
Wohnfläche	Standardabweichungen	-0,1	-0,13	0,97	-2,7	3,98	infas360	12/2018

**Quelle:** Eigene Darstellung. n = 1 256 Gemeinden bzw. Statistische Gebiete, ohne Ausreißer, ergänzend zu Tabelle 14.

## A7 Standardisierte Eingangsvariablen im VBB

Tabelle 34: Eingangsvariablen im VBB auf Haltestellen-Ebene, standardisiert.

Variable	Einheit	Mittelwert	Median	SD	Min	Max	Quelle/Bezug	Zeitbezug
Tarif-Erreichbarkeit mit Budget 2,30 EUR	Standardabweichungen	0,01	-0,15	0,92	-2,56	2,53	Eigene Berechnung (Abschnitt 3.2.3)	12/2018
Kaufkraft	Standardabweichungen	-0,04	-0,18	0,82	-1,82	2,27	infas360	12/2018
Mietpreis	Standardabweichungen	0,07	-0,2	0,92	-1,72	3,21	infas360	12/2018
Pkw-Verfügbarkeit	Standardabweichungen	-0,04	-0,06	0,51	-1,67	1,51	infas360	2018/19
Distanz zum Zentrum	Standardabweichungen	-0,15	-0,46	0,92	-1,19	2,54	Zentrenkonzept der Metropolregion	12/2018
ÖPNV-Index	Standardabweichungen	0,11	0,09	0,69	-1,46	2,35	Eigene Berechnung (Abschnitt 3.2.1)	2018/19
Reisezeit zum nächsten Ziel	Standardabweichungen	-0,23	-0,36	0,61	-1,29	1,58	VBB-API („Fahrinfo“)	12/2018
Bevölkerungsdichte	Standardabweichungen	-0,08	-0,32	0,61	-0,72	1,95	infas360	12/2018
Wohnfläche	Standardabweichungen	-0,09	-0,02	0,79	-2,55	2,43	infas360	12/2018

**Quelle:** Eigene Darstellung. n = 7 581 Haltestellen, ohne Ausreißer, ergänzend zu Tabelle 16.

**Tabelle 35: Eingangsvariablen im VBB auf Raster-Ebene, standardisiert.**

Variable	Einheit	Mittelwert	Median	SD	Min	Max	Quelle/Bezug	Zeitbezug
Tarif-Erreichbarkeit mit Budget 2,30 EUR	Standardabweichungen	-0,1	-0,35	0,81	-2,48	2,26	Eigene Berechnung (Abschnitt 3.2.3)	12/2018
Kaufkraft	Standardabweichungen	-0,19	-0,3	0,7	-2,11	1,87	infas360	12/2018
Mietpreis	Standardabweichungen	-0,2	-0,4	0,77	-1,97	2,42	infas360	12/2018
Pkw-Verfügbarkeit	Standardabweichungen	-0,13	-0,15	0,49	-1,42	1,26	infas360	2018/19
Distanz zum Zentrum	Standardabweichungen	0,07	-0,01	0,97	-1,55	2,97	Zentrenkonzept der Metropolregion	12/2018
ÖPNV-Index	Standardabweichungen	-0,11	-0,06	0,72	-0,84	2,6	Eigene Berechnung (Abschnitt 3.2.1)	2018/19
Reisezeit zum nächsten Ziel	Standardabweichungen	-0,12	-0,24	0,59	-1,27	1,66	VBB-API („Fahrinfo“)	12/2018
Bevölkerungsdichte	Standardabweichungen	-0,01	0,08	0,67	-2,04	1,88	infas360	12/2018
Wohnfläche	Standardabweichungen	-0,24	-0,29	0,12	-0,35	0,22	infas360	12/2018

**Quelle:** Eigene Darstellung. n = 15 869 bewohnte Rasterzellen, ohne Ausreißer, ergänzend zu Tabelle 18.

**Tabelle 36: Eingangsvariablen im VBB auf Gemeinde-Ebene, standardisiert.**

Variable	Einheit	Mittelwert	Median	SD	Min	Max	Quelle/Bezug	Zeitbezug
Tarif-Erreichbarkeit mit Budget 2,30 EUR	Standardabweichungen	-0,05	-0,12	0,92	-2,29	2,14	Eigene Berechnung (Abschnitt 3.2.3)	12/2018
Kaufkraft	Standardabweichungen	-0,15	-0,26	0,77	-1,5	2,17	infas360	12/2018
Mietpreis	Standardabweichungen	-0,04	-0,05	0,93	-1,64	2,61	infas360	12/2018
Pkw-Verfügbarkeit	Standardabweichungen	-0,01	0,23	0,96	-2,09	2,44	infas360	2018/19
Distanz zum Zentrum	Standardabweichungen	-0,03	-0,5	0,96	-1,02	2,73	Zentrenkonzept der Metropolregion	12/2018
ÖPNV-Index	Standardabweichungen	-0,02	-0,03	0,86	-1,44	2,23	Eigene Berechnung (Abschnitt 3.2.1)	2018/19
Reisezeit zum nächsten Ziel	Standardabweichungen	-0,16	-0,42	0,56	-0,76	1,76	VBB-API („Fahrinfo“)	12/2018
Bevölkerungsdichte	Standardabweichungen	-0,02	-0,5	0,95	-0,83	2,68	infas360	12/2018
Wohnfläche	Standardabweichungen	-0,07	0,02	0,99	-2,49	2,77	infas360	12/2018

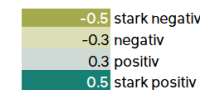
**Quelle:** Eigene Darstellung. n = 738 Gemeinden bzw. Planungsräume, ohne Ausreißer, ergänzend zu Tabelle 19.

# A8 Schätzparameter der Regression im HVV

Tabelle 37: Regressionskoeffizienten und Modellparameter im HVV, standardisierte Variablen

	Gemeinde n = 1 256				Haltestelle n = 5 484				Raster 500m n = 9 073			
	SDEM	SEM	SLX	OLS	SDEM	SEM	SLX	OLS	SDEM	SEM	SLX	OLS
(Intercept)	-0.03	0.08	-0.09	-0.04	-0.08	-0.06	-0.02	-0.02	-0.12	-0.17	-0.11	-0.15
<b>Kaufkraft</b>	-0.03	-0.02	-0.03	-0.05	-0.02	-0.02	-0.02	-0.05	-0.01	0	-0.01	-0.03
<b>Miete</b>	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01	0	0	0.01	0.01
<b>Pkw-Verfügbarkeit</b>	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.06	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01
<b>Distanz zum Zentrum</b>	-0.08	-0.05	-0.07	-0.19	-0.01	-0.02	0	-0.02	-0.02	-0.01	-0.04	-0.06
<b>ÖPNV-Index</b>	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	0.02	0	0	0.01	0.01
<b>Reisezeit</b>	-0.02	-0.02	0	-0.11	-0.13	-0.07	-0.23	0.07	-0.13	-0.14	-0.1	-0.02
<b>Bevölkerungsdichte</b>	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01	0	0	0.01	0.01
<b>Wohnfläche</b>	0.08	0.07	0.07	0.09	0.11	0.11	0.13	0.05	0.03	0.03	0.04	0.05
<b>lag.Kaufkraft</b>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0	0	0.01	0.01
<b>lag.Miete</b>	-0.13	-0.09	-0.14	-0.35	-0.2	-0.17	-0.2	-0.13	-0.05	-0.06	-0.05	-0.08
<b>lag.Pkw-Verfügbarkeit</b>	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.04	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01
<b>lag.Distanz zum Zentrum</b>	-0.01	0.01	-0.02	0	0.03	0.1	0.07	0.3	0.07	0.04	0.07	0.13
<b>lag.ÖPNV-Index</b>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.05	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02
<b>lag.Reisezeit</b>	-0.02	0	-0.01	-0.13	-0.03	-0.04	0.02	-0.09	-0.02	-0.01	-0.02	-0.05
<b>lag.Bevölkerungsdichte</b>	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01	0	0	0.01	0.01
<b>lag.Wohnfläche</b>	-0.03	-0.03	-0.07	-0.07	-0.03	-0.04	-0.04	-0.09	-0.04	-0.04	-0.09	-0.09
lambda	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
Parameters	0.33	0.35	0.36	0.48	0.18	0.55	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Global Moran's I	0.04	0.04	0.04	0.06	-0.06	-0.23	0.02	0.02	0.03	0.03	0.05	0.05
Log Likelihood	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04	0.04	0.02	0.02	0.03	0.04
AIC (Linear model)	-0.03	-0.21	0.2	0.31	0.07	0.03	-0.12	0	-0.03	-0.03	0.04	0.04
AIC (Spatial model)	0.03	0.04	0.03	0.06	0.03	0.03	0.04	0.04	0.02	0.02	0.03	0.03
LR test: statistic	0.07	0.01	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.02	0.02	0.03	0.03
LR test: p-value	-0.14	-0.3	-0.1	0.09	-0.14	-0.1	0.09	0.09	-0.03	-0.03	0.04	0.04
R2	0.05	0.05	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.02	0.02	0.03	0.03
Pseudo-R2	-0.04	-0.02	0.19	0.28	0.19	0.28	0.28	0.29	0.26	0.26	0.29	0.29
	0.03	0.02	0.04	0.06	0.04	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05
	-0.07	-0.11	-0.03	-0.13	-0.03	-0.13	-0.13	-0.05	-0.04	-0.04	-0.05	-0.05
	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02
	0.84	0.97	0.83	0.84	0.83	0.84	0.84	0.94	0.94	0.95	0.94	0.94
	0.02	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	19	11	17	17	19	11	17	19	11	17	17	19
	346.18	294.76	-47.11	417	-81.68	-230.82	-3868.57	844	2469.76	2385.87	-5344.83	792
	130.21	628.26	130.21		7773.13	7892.84	7773.13		10725.65	11633.77	10725.65	
	-654.36	-567.52	222.65		201.35	483.64	7892.11		-4901.51	-4749.73	10853.69	
	786.57	1197.78	1033.88		7573.78	7411.2	711.04		15629.16	16385.5	651.87	
	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
	0.97	0.97	0.93		0.94	0.94	0.68		0.93	0.93	0.54	

Beta, standardisiert



Signifikanzniveau

p  
1 ≥ 0.05 (nicht signifikant)

Version: ausw3  
20.03.2025



Quelle: Eigene Darstellung, ergänzend zu Tabelle 12.

# A9 Schätzparameter der Regression im VBB

Tabelle 38: Regressionskoeffizienten und Modellparameter im VBB, standardisierte Variablen

	Gemeinde n = 738				Haltestelle n = 7581				Raster 500m n = 15869			
	SDEM	SEM	SLX	OLS	SDEM	SEM	SLX	OLS	SDEM	SEM	SLX	OLS
Intercept	-0.14	-0.13	-0.02	-0.04	-0.01	-0.02	-0.03	-0.02	-0.32	-0.29	0.21	0.05
<b>Kaufkraft</b>	0.18 0.04	0.15 0.04	0.17 0.06	0.24 0.05	0.09 0.01	0.08 0.01	0.11 0.04	0.23 0.02	0.01 0	0.01 0	0.03 0.01	0.1 0.01
<b>Miete</b>	-0.18 0.06	-0.05 0.05	-0.1 0.08	-0.02 0.06	0.06 0.02	0.11 0.02	0.02 0.07	0 0.02	0.02 0.01	0.01 0.01	0.01 0.02	0.26 0.01
<b>Pkw-Verfügbarkeit</b>	0.02 0.06	0.01 0.05	0.07 0.08	0.01 0.07	0.08 0.02	0.04 0.02	0.07 0.05	0.26 0.03	0 0	0 0	0.06 0.01	0.07 0.01
<b>Distanz zum Zentrum</b>	0.03 0.03	0.03 0.03	0.03 0.04	0.03 0.04	-0.04 0.03	0.04 0.02	-0.06 0.08	0.14 0.01	-0.05 0.01	-0.05 0.01	-0.08 0.04	-0.01 0.01
<b>ÖPNV-Index</b>	0.08 0.05	0.12 0.04	0.09 0.06	0.13 0.06	0.02 0.01	0.02 0.01	0 0.03	0 0.02	0.01 0	0 0	-0.01 0.01	-0.02 0.01
<b>Reisezeit</b>	-0.25 0.08	-0.16 0.07	-0.21 0.1	-0.23 0.09	-0.11 0.02	-0.06 0.01	-0.13 0.04	-0.28 0.02	-0.03 0.01	-0.03 0.01	-0.07 0.03	-0.18 0.01
<b>Bevölkerungsdichte</b>	0.17 0.05	0.18 0.05	0.2 0.07	0.45 0.06	0.09 0.02	0.09 0.02	0.17 0.07	0.13 0.03	-0.06 0.02	-0.01 0.01	0.19 0.05	0.39 0.05
<b>Wohnfläche</b>	-0.03 0.05	-0.09 0.05	-0.07 0.07	0 0.05	-0.04 0.01	-0.04 0.01	-0.04 0.04	-0.12 0.02	-0.01 0	-0.01 0	-0.04 0.01	-0.1 0.01
<b>lag.Kaufkraft</b>	0.28 0.09		0.09 0.09		0.14 0.02		0.14 0.04		0.02 0.01		0.17 0.02	
<b>lag.Miete</b>	-0.18 0.12		0.05 0.11		-0.07 0.03		-0.04 0.07		0.08 0.02		0.19 0.02	
<b>lag.Pkw-Verfügbarkeit</b>	-0.07 0.14		0.39 0.12		0.09 0.03		0.26 0.06		0.01 0.01		0.27 0.02	
<b>lag.Distanz zum Zentrum</b>	0.03 0.08		-0.02 0.08		0.17 0.04		0.21 0.08		0.01 0.02		0.09 0.04	
<b>lag.ÖPNV-Index</b>	-0.02 0.11		0.05 0.1		0.02 0.02		-0.02 0.04		0 0.01		-0.05 0.02	
<b>lag.Reisezeit</b>	-0.34 0.17		-0.08 0.16		-0.11 0.02		-0.24 0.04		-0.1 0.02		-0.11 0.03	
<b>lag.Bevölkerungsdichte</b>	0.42 0.13		0.8 0.12		0.05 0.04		-0.05 0.07		-0.3 0.05		0.76 0.1	
<b>lag.Wohnfläche</b>	0.06 0.11		0.11 0.1		-0.05 0.02		-0.09 0.04		-0.03 0.01		-0.18 0.02	
lambda	0.78	0.81			0.85	0.85			0.93	0.93		
Parameters	0.03	0.02			0	0			0	0		
Global Moran's I	19	11	17	9	19	11	17	9	19	11	17	9
Log Likelihood				0.518				0.884				0.912
AIC Linear model	-527	-549.08	-737.64		-3598.93	-3650.03	-9581.41		468.54	416.32	-17516.27	
LR test: statistic	1511.28	1546.87	1511.28		19198.82	19270.14	19198.82		35068.55	35667.56	35068.55	
LR test: p-value	1091.99	1120.16	1594.15		7235.85	7322.05	19323.62		-899.09	-810.64	35206.64	
R2	421.29	428.71	42.59		11964.96	11950.09	69.15		35969.63	36480.2	238.11	
Pseudo-R2	0	0	0.49	0.45	0	0	0.13	0.12	0	0	0.19	0.16
	0.75	0.74			0.89	0.88			0.94	0.94		

**Beta**

- 0.5 stark negativ
- 0.3 negativ
- 0.3 positiv
- 0.5 stark positiv

**Signifikanzniveau**

p  
1 ≥ 0.05 (nicht signifikant)



Version: ausw3  
20.03.2025

Quelle: Eigene Darstellung, ergänzend zu Tabelle 17

*It is of the nature of idea to be communicated: written, spoken, done. The idea is like grass. It craves light, likes crowds, thrives on crossbreeding, grows better for being stepped on.*

– Ursula K. Le Guin, (1974 [2002]): *The Dispossessed*. London: Gollancz (SF masterworks), p. 62

Die Fahrpreise für Bus und Bahn bedeuten für Einkommensarme eine zentrale Hürde im Alltag. Betroffene benennen den Tarif als Barriere, die in ihnen Angst und Beklemmung auslöst. Diese Gefühle hinterlegt Christoph Aberle in seiner Dissertation mit einer Kennzahl: Die Tarif-Erreichbarkeit drückt quantitativ aus, was arme Fahrgäste dort erleben, wo es kein (leistbares) Sozialticket gibt. Der Indikator erweitert den Begriff der räumlichen Erreichbarkeit um den Aspekt des Fahrpreises. Beispielhaft entwickelt der Autor die Tarif-Erreichbarkeit für die Verkehrsverbünde Hamburg und Berlin-Brandenburg und diskutiert die Ergebnisse vor dem Hintergrund der jüngsten Forschungsliteratur. Die Chance auf gesellschaftliche Teilhabe entscheidet sich bisweilen an der Zahlgrenze des Kurzstreckentarifs. Die vorgelegte Arbeit leistet ihren Teil dazu, dieses Problem messbar – und somit lösbar – zu machen.

Bus and train fares pose a significant barrier to everyday life for those on low incomes. Low-income earners report having to choose between buying a meal or a metro ticket every day, and many cope with this constant financial struggle by making sporadic single journeys as and when they need to. In his doctoral thesis, Christoph Aberle develops an indicator to quantify these experiences: Fare accessibility expresses in quantitative terms what people on low incomes encounter in their daily lives when an affordable welfare ticket is unavailable. The novel indicator broadens the concept of accessibility to encompass financial affordability. Illustratively, the author calculates fare accessibility for the public transport associations of Hamburg and Berlin-Brandenburg, discussing the results in the context of recent research literature. Fare accessibility helps planners to capture the risk of financial exclusion, invites researchers to investigate it further, and offers policymakers a metric to improve accessibility for those who are forced to choose between a meal and a metro ticket.

