

Vom Fachbereich Bauingenieurwesen der Technischen Universität Kaiserslautern zur Verleihung des akademischen Grades

#### Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.)

genehmigte Dissertation

## Der Einfluss der Nahmobilität auf Immobilienpreise in urbanen Räumen

vorgelegt von

Dipl.-Ing. Michael Dinkel

Tag der mündlichen Prüfung: 21. November 2014

Dekan: Prof. Dr. Robert Jüpner

Prüfungsvorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Karsten Körkemeyer
1. Berichterstatter: Prof. Dr. Björn-Martin Kurzrock
2. Berichterstatter: Prof. Dr.-Ing. Ulrike Reutter

Kaiserslautern 2014

D 386

## Kurzfassung

Obwohl das Zufußgehen die natürliche Fortbewegungsform des Menschen darstellt, spielte diese Mobilitätsform ab der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts eine zunehmend schwindende Rolle in der politischen Wahrnehmung und der Stadt- und Verkehrsplanung. Zu Beginn des 21. Jahrhunderts wird im Zuge eines Paradigmenwechsels der Fußverkehr wieder von der Politik, der Planungspraxis aber auch von der Immobilienwirtschaft als ein wichtiger Baustein für eine nachhaltige Stadt- und Quartiersentwicklung angesehen. Hierbei wird der Nahmobilität, d. h. der fußläufigen Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele, eine wichtige Rolle beigemessen. Aus verkehrswissenschaftlicher Sicht bleibt bislang die Frage unbeantwortet, inwiefern das theoretische Kontrukt "Nahmobilität" objektiv ermittelt werden kann. Aus immobilienwirtschaftlicher Sicht ist der Einfluss der Nahmobilität auf die Immobilienpreise von Wohnungen und Häusern in verschiedenen siedlungsstrukturellen Raumtypen von Interesse.

Für die theoretische Konzeption eines Nahmobilitätsindikators werden nationale und internationale empirische Studien zum Fußgängerverhalten sowie Bewohner-, Makler- und Expertenbefragungen ausgewertet. Die praktische Umsetzung des Nahmobilitätsindikators erfolgt mithilfe eines Geografischen Informationssystems für die Städte Frankfurt, Köln und Wiesbaden. Damit können Bereiche mit einem hohen oder niedrigen Nahmobilitätspotential differenziert werden. Ergänzend wird eine Sozialraumanalyse zur Ableitung von vier siedlungsstrukturellen Raumtypen durchgeführt. Aus der Kombination von drei Nahmobilitätsniveaus und vier Raumtypen können zwölf Gebietstypen abgeleitet werden, um den Einfluss der Nahmobilität auf Immobilienpreise differenziert analysieren zu können. Nach Herleitung des Angebotspreisfestsetzungsprozesses wird die ökonometrische Analyse mit dem Spatial Durbin Modell (SDM) und dem Ordinary Least Squares Modell (OLS-Modell) auf Stadtteil- und Stadtviertelebene durchgeführt. Die als ebenfalls relevant erachtete geografisch gewichtetet Regression (GWR) wird aufgrund räumlicher Autokorrelation der Variablen nicht angewandt.

Das SDM-Modell hat bei Wohnungen zum Ergebnis, dass Haushalte allgemein Standorte mit einem mittleren Nahmobilitätsniveau vorziehen, da an Standorten mit hohen Nahmobilitätswerten negative externe Effekte (z. B. Lärm) auftreten können. In urbanen Räumen werden niedrige Nahmobilitätswerte als Malus in suburbanen Räumen dagegen als Bonus angesehen. Beide Ergebnisse werden auf Basis von Bewohnerbefragungen plausibilisiert. Bei Häusern führen die ökonometrischen Analysen auf Stadtteil- und Stadtviertelebene zu gegensätzlichen Ergebnissen. Dies wird auf das Problem der veränderbaren Gebeitseinheit (MAUP) zurückgeführt. Da auf Stadtviertelebene Gebietsabgrenzungen präziser möglich sind, werden diese als glaubwürdiger angesehen. Damit verbunden ist kein Einfluss der Nahmobilität auf Hauspreise festzustellen. Die Residuen des OLS-Modells weisen erwartungsgemäß eine räumliche Autokorrelation auf, weshalb die Schätzer nur bedingt interpretierbar sind.

### Danksagung

Die Fertigstellung dieser Arbeit wäre ohne die Hilfe und Unterstützung anderer Personen nicht möglich gewesen. Hervorheben möchte ich Herrn Prof. Dr. Björn-Martin Kurzrock, der jederzeit diese Arbeit mit fachlichem Rat förderte. Seine Freude und Offenheit an neuen Dingen führten zu inspirierenden Diskussionen und neuen Erkenntnissen. Bei Frau Prof. Dr. Ulrike Reutter bedanke ich mich für die fachliche Hilfestellung sowie die Erstellung des Zweitgutachtens. Herrn Prof. Karsten Körkemeyer danke ich für die Übernahme des Vorsitzes der Promotionskommission.

Diese Studie wäre ohne die Überlassung von Daten nicht möglich gewesen, weshalb ich mich ebenfalls bei meinen "Datenspendern" bedanken möchte. Bei ImmobilienScout24 überstützten mich insbesondere Jan Hebecker, Marko Bussat, Michael Kiefer und Sven Feuerschütte. Bei der Gesellschaft für Markt- und Absatzforschung danke ich Dr. Stefan Holl und Antje Wetjen für die Überlassung von Einzelhandelsdaten. Die Städte Frankfurt, Köln und Wiesbaden stellten ebenfalls Daten zur Verfügung. Stellvertretend möchte ich meinen Ansprechpartnern Dr. Ralf Gutfleisch, Jürgen König und Dieter Butz danken. Frau Dr. Gabriele Sturm vom BBR koordinierte die Ubergabe der IRB-Daten. Bei der Berechnung der ökonometrischen Modelle am Rechenzentrum der TU Kaiserslautern war mir Dr. Markus Hillebrand eine wertvolle Hilfe. Bei der Gesellschaft für immobilienwirtschaftliche Forschung möchte ich mich einerseits für die Organisation der jährlichen Doktorandenkolloquien bedanken, andererseits für die finanzielle Förderung von zwei Konferenzbesuchen in Edinburgh und Eindhoven. Für die Gewährung eines Promotionsstipendiums möchte ich mich bei der Studienstiftung des deutschen Volkes und bei meinem Vertrauensdozenten Prof. Dr. Wolfgang Neuser bedanken. Mir ist bewusst, dass der damit verbundene Freiraum eine Ausnahme im Wissenschaftsbetrieb darstellt. Danke.

Für nette Gespräche und inhaltlichen Austausch bedanke ich mich bei meinen Kollegen Sebastian, Lena und insbesondere Stefan. Für die vielen kuriosen und lustigen Momente ein besonderer Dank an Frau Köhler, Moritz, Sandro, Damian, Asbjörn, Benedikt und Wolfgang. Für die Antwort "Kein Problem!" auf die bange Frage "Schaffst du das bis morgen?" bedanke ich mich bei meinen Freunden Christopher, Pascal, Franzi, Jens, Thomas, Benny, Jochen, Anne und Tati. Ihr seid die Besten! Ein besonderer Dank an meinem Bruder Jürgen und seiner Familie für jegliche Hilfe und der Erkenntnis: jedem Anfang wohnt ein Zauber(er) inne. Für das Verleihen von Wurzeln und Flügeln einen Dank von Herzen an meine Eltern Horst und Helga. Und manchmal reichen die Worte nicht. Danke Teresa.

# Inhaltsverzeichnis

A	bbild	lungsv	erzeichnis	ix
Ta	abelle	enverz	eichnis	xii
$\mathbf{A}$	bkür	zungsv	verzeichnis	xvi
1	Ein	leitung		1
	1.1		${ m emstellung}$	
	1.2		tzung und Relevanz der Arbeit	
	1.3		tur- und Datenquellen	
	1.4		odik und Aufbau der Arbeit	
	1.5	Theor	retische Einordnung und Abgrenzung der Arbeit	10
2	Gru	ındlag	en	13
	2.1	Einflu	ss der Nahmobilität auf Immobilienpreise	
		2.1.1	Bedeutung des Fußverkehrs bei der Verkehrsmittelwahl im Alltag	
		2.1.2	Stand der Forschung	
		2.1.3	Fazit	
	2.2		rie und Praxis von Erreichbarkeitsindikatoren und -modellen	
		2.2.1 $2.2.2$	Definition von Erreichbarkeit und Erreichbarkeitsmodelle Theoretische Grundlagen der Aktivitäts- und Distanzfunktion bei	20
			Gravitationsmodellen	22
			2.2.2.1 Distanzfunktion	
			2.2.2.2 Aktivitätsfunktion	
		2.2.3	Fazit	
	2.3		eption des Nahmobilitätsindikators	
		2.3.1	Beschreibung des Nahmobilitätsindikators "Walk Score"	
		2.3.2	Distanzfunktion	
			2.3.2.1 Einflussfaktoren auf die Verkehrsmittelwahl Gehen	
			2.3.2.1.1 Eigenschaften des Fußgängers	
			2.3.2.1.2 Umfeldbedingungen	
			2.3.2.1.3 Begleitumstände	
			2.3.2.2 Herleitung und Beschreibung der Distanzfunktion	
		0.00	2.3.2.3 Konzeption der Distanzfunktion	
		2.3.3	Aktivitätsfunktion	35
			2.3.3.1 Relevante Aktivitätsziele aus Sicht von Bewohnern, Mak-	0.5
			lern, Kaufinteressenten und der Politik	35
			2.3.3.1.1 Bewohnerbefragungen – Wunsch und Zufriedenheit mit der Erreichbarkeit von Aktivitätszielen	
				35
			in Abhängigkeit vom Gebietstyp	
			4.5.5.1.4 Mariet- und Raunntelessentenbenagungen	4.

vi Inhaltsverzeichnis

			2.3.3.1.3 Normative Festlegungen zur Erreichbarkeit von	
			Zielen der Daseinsvorsorge	44
			2.3.3.2 Auswahl und Beschreibung der Aktivitätsziele	46
			2.3.3.3 Konzeption der Aktivitätsfunktion	51
			9 1	54
	2.4		tische Grundlagen und Konzeption der Sozialraumanalyse	56
		2.4.1	Ziel der Sozialraumanalyse	56
			Methodik der Sozialraumanalyse	57
			Administrative Gebietsabgrenzungen und das Problem der verän-	
			derbaren Gebietseinheit	59
	2.5		ebasierte Auswahl ökonometrischer Modelle	60
			Theoretischer Prozess bei der Angebotspreisfestsetzung von Im-	
			mobilien	60
			Methodenübersicht in der immobilienwirtschaftlichen Forschung .	62
			2.5.2.1 Taxonomie ökonometrischer Modelle	65
			2.5.2.2 Räumliche Gewichtungsmatrix $W$	67
			2.5.2.3 Interpretation der Koeffizienten	67
			2.5.2.4 Kritik an räumlichen Modellen	69
			Theorie basierte Auswahl räumlich autoregressiver Modelle	70
			2.5.3.1 OLS-Modell	71
			2.5.3.2 GWR-Modell	71
			2.5.3.3 SDM-Modell	74
			Statistische Tests und Kennzahlen	77
	0.0		Fazit	81
	2.6	пуротп	nesen	81
3	Dat	enauell	en und Konzeption der ökonometrischen Modelle	85
	3.1	_	uellen und Variablenauswahl	85
	0.1	-	Datenquellen und Datenaufbereitung	85
			Theorie basierte Variablenauswahl	89
			Theoretische Herleitung der ökonometrischen Modelle	92
			3.1.3.1 Auswahl der abhängigen Variablen	93
			3.1.3.2 Auswahl der unabhängigen Variablen	94
			3.1.3.2.1 Objektmerkmale	
			3.1.3.2.2 Lagemerkmale	99
			9	103
		3.1.4		104
	3.2			$\frac{104}{104}$
	3.2			$\frac{10}{104}$
				105
		3.2.2		
4	$\mathbf{Des}$	kriptive	e und ökonometrische Analyse 1	11
	4.1	Auswał	nl und Beschreibung der Untersuchungsräume	111
				111
		4.1.2	Darstellung der administrativen Gebietsabgrenzungen in den Un-	
				114
	4.2		<u>e</u>	118
			Darstellung und Beschreibung des allgemeinen Nahmobilitätsin-	
			dikators in den Untersuchungsstädten	118

Inhaltsverzeichnis vii

		4.2.2	Zielgruppenspezifische Unterschiede der Nahmobilitätsindikato- ren basierend auf den Aktivitätsfunktionen "Familie" und "Freizeit	" 193
		4.2.3	Korrelation der Nahmobilitätsindikatoren	
		4.2.4	Durchschnittliches Nahmobilitätsniveau in den Gebietstypen	
		4.2.5	Plausibilität der Ergebnisse	
		4.2.6	Fazit	
	4.3		nisse der Sozialraumanalyse	
	1.0	4.3.1	Synoptische Darstellung der Sozialraumtypen in den jeweiligen	102
		1.0.1	Untersuchungsstädten	140
		4.3.2	Räumliche Verteilung von Wohnungen und Häusern in den Ge-	
			bietstypen	141
		4.3.3	Fazit	
	4.4	Deskr	iptive Statistik und ESDA	
		4.4.1		
			4.4.1.1 Deskriptive Analyse Häuser	
			4.4.1.2 Deskriptive Analyse Wohnungen	150
			4.4.1.3 Zwischenfazit deskriptive Statistik	
		4.4.2	Explorative räumliche Datenanalyse	158
			4.4.2.1 Lokale Angebotspreisniveaus in den Untersuchungsstädte	n158
			4.4.2.2 Räumliche Autokorrelation der Variablen	169
		4.4.3	Linearitätstest	171
	4.5	Ökono	ometrische Analyse	172
		4.5.1	Plausibilität und Reliabilität der ökonometrischen Modelle	
			4.5.1.1 Residuenanalyse	172
			4.5.1.2 Statistische Kennzahlen und Gütekriterien der ökono-	
			metrischen Modelle	
		4.5.2	$\label{eq:continuous} Interpretation der \"{o}konometrischen Ergebnisse bei Wohnungen . \\ 4.5.2.1 \ddot{O}konometrische Analyse - SDM_WK_W10 und SDM$	
			WK_W15	
			4.5.2.2 Ökonometrische Analyse – SDM_W_W15	
			4.5.2.3 Fazit der ökonometrischen Analyse bei Wohnungen	
		4.5.3	Interpretation der ökonometrischen Ergebnisse bei Häusern	
			4.5.3.1 Ökonometrische Analyse – SDM_HK_W15	
			4.5.3.2 Ökonometrische Analyse – SDM_H_W15	
			4.5.3.3 Zwischenfazit der ökonometrischen Analyse bei Häusern	194
		4.5.4	Fazit	197
		4.5.5	Plausibilisierung der Forschungsergebnisse	199
5	Sch	lusstei		<b>2</b> 01
	5.1		nmenfassung der Ergebnisse	201
	5.2	Empfe	ehlungen für die Praxis	208
$\mathbf{A}$	nhan	$\mathbf{g}$		215
$\mathbf{Q}$	uelle	nverze	ichnis	277
Lε	bens	slauf		299

# Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Methodischer Aufbau dieser Arbeit	Ĝ
Abb. 2	Konzeption der Sozialraumanalyse und der Nahmobilitätsindikatoren	11
Abb. 3	Verkehrsaufkommen und -leistung in Deutschland	14
Abb. 4	Einflussfaktoren auf die Verkehrsmittelwahl	25
Abb. 5	Distanzfunktion von Walk Score	27
Abb. 6	Distanzfuntion der Nahmobilitätsfunktion	35
Abb. 7	Verkehrsaufkommen in Abhängigkeit vom Wegezweck	36
Abb. 8	Bedeutung und Wichtigkeit von Objekt- und Lagemerkmalen aus	
	Sicht von Kaufinteressenten	44
Abb. 9	Nahversorgungspyramide für Kommunen	45
Abb. 10	Synoptische Darstellung der drei Aktivitätsfunktionen "Allgemein",	
	"Familie" und "Freizeit"	54
Abb. 11	Die Berücksichtung des Merkmals "Lage" in ökonometrischen Mo-	
	dellen der Immobilienpreisanalyse	63
Abb. 12	Taxonomie ökonometrischer Modelle	66
Abb. 13	Grafische Darstellungsmöglichkeiten der GWR-Koeffizienten	73
Abb. 14	Räumliche Wirkungsebenen von wertbestimmenden Einflussfaktoren	90
Abb. 15	Übersichtskarte der Stadt Frankfurt	115
Abb. 16	Übersichtskarte der Stadt Köln	116
Abb. 17	Übersichtskarte der Stadt Wiesbaden	117
Abb. 18	Ergebnis des Nahmobilitätsindikators "Allgemein" für die Stadt	
	Frankfurt	120
Abb. 19	Ergebnis des Nahmobilitätsindikators "Allgemein" für die Stadt	
	Köln	121
Abb. 20	Ergebnis des Nahmobilitätsindikators "Allgemein" für die Stadt	
		122
Abb. 21	Zielgruppenspezifische Unterschiede der Nahmobilitätsindikatoren	
	basierend auf den Aktivitätsfunktionen "Freizeit" und "Familie" in	
		125
Abb. 22	Zielgruppenspezifische Unterschiede der Nahmobilitätsindikatoren	
	basierend auf den Aktivitätsfunktionen "Freizeit" und "Familie" in	
		126
Abb. 23	Zielgruppenspezifische Unterschiede der Nahmobilitätsindikatoren	
	basierend auf den Aktivitätsfunktionen "Freizeit" und "Familie" in	
		127
Abb. 24	Vergleich der Ergebnisse des Nahmobilitätsindikators mit weiteren	40
	empirischen Ergebnissen	131

Abb. 25	Ergebnisse der Sozialraumanalyse für die Stadt Frankfurt auf Stadtteilebene	136
Abb. 26	Ergebnisse der Sozialraumanalyse für die Stadt Köln auf Stadttei-	
Abb. 27	lebene Ergebnisse der Sozialraumanalyse für die Stadt Köln auf Stadt-	137
A11 00	viertelebene	138
Abb. 28	Ergebnisse der Sozialraumanalyse für die Stadt Wiesbaden auf Ortsbezirksebene	139
Abb. 29	Angebotspreise von Häusern differenziert nach Raumtyp und Nahmobilitätsniveau	149
Abb. 30	Angebotspreise von Wohnungen differenziert nach Raumtyp und Nahmobilitätsniveau	156
Abb. 31	Erwarteter Einfluss der Nahmobilität auf Immobilienpreise in Ab-	
Abb. 32	hängigkeit des Raumtyps	157 160
Abb. 33	Durchschnittliches Angebotspreisniveau im Zeitraum 07/2008 bis 06/2010 für Häuser in Frankfurt	161
Abb. 34	Durchschnittliches Angebotspreisnive au im Zeitraum $07/2008$ bis	163
Abb. 35	06/2010 für Wohnungen in Köln (Stadtteil)	
Abb. 36	06/2010 für Wohnungen in Köln (Stadtviertel)	164
Abb. 37	06/2010 für Häuser in Köln (Stadtteil)	165
Abb. 38	06/2010 für Häuser in Köln (Stadtviertel)	166
Abb. 39	06/2010 für Wohnungen in Wiesbaden	167 168
Abb. 40	Gemeinsame Darstellung der SDM- und OLS-Modelle hinsichtlich	100
	des Einflusses der Nahmobilität auf die Angebotspreise von Wohnungen	186
Abb. 41	Gemeinsame Darstellung der SDM- und OLS-Modelle hinsichtlich des Einflusses der Nahmobilität auf die Angebotspreise von Häuser	n196
Abb. 42	Strategische Interventionsmöglichkeiten auf Basis des Nahmobilitätsindikators zur Erhöhung des lokalen Nahmobilitätsniveaus	212
Abb. 43	Zuverlässigkeit der gewählten Imputationsmethode bei der Variablen Baujahr	235
Abb. 44	Darstellung der nach der ISOMRD-Methode berechneten robusten Distanz bei Wohnungen	242
Abb. 45	Darstellung der nach der ISOMRD-Methode berechneten robusten Distanz bei Häusern	243
Abb. 46	Darstellung der nach der ISOMRD-Methode berechneten robusten Distanz bei Wohnungen (Köln)	244
Abb. 47	Beschreibung der räumlichen Autokorrelation (Moran's I) der Variablen im Datensatz "Haus" und "Haus Köln"	

Abb. 48	Beschreibung der räumlichen Autokorrelation (Moran´s I) der Va-	
	riablen im Datensatz "Wohnung" und "Wohnung_Köln" 2	58
Abb. 49	Korrelationsmatrix des Datensatzes "Haus"	60
Abb. 50	Korrelationsmatrix des Datensatzes "Haus_Köln" 2	61
Abb. 51	Korrelationsmatrix des Datensatzes "Wohnung" 2	62
Abb. 52	Linearitätstest des Datensatzes "Wohnung_Köln" 2	63
Abb. $53$	Koeffizienten der Modelle OLS_H und SDM_H_W15 2	64
Abb. 54	Diagramme: Modell OLS_H	65
Abb. 56	Diagramme: Modell SDM_H_W15	66
Abb. 58		67
Abb. 59	Diagramme: Modell OLS_HK	68
Abb. 61	Diagramme: Modell SDM_HK_W15	69
Abb. 63	Koeffizienten der Modelle OLS_W und SDM_W_W15 2	70
Abb. 64	Diagramme: Modell OLS_W	71
Abb. 66	Diagramme: Modell SDM_W_W15	72
Abb. 68	Koeffizienten der Modelle OLS_WK und SDM_WK_W15 2	73
Abb. 69	Diagramme: Modell OLS_WK	74
Abb. 71	Diagramme: Modell SDM WK W15	75

# Tabellenverzeichnis

Konzeption der Aktivitätsfunktion bei Walk Score	26
Anteil der Wege zu Fuß beim Modal Split nach Wegelänge und Ge-	
meindegröße (nur Personen mit ständiger Pkw-Verfügbarkeit)	29
Tägliche Nutzung von Verkehrsmitteln in Abhängigkeit von der Wohn-	
lage in der Stadt (ab 20.000 Einwohner) und vom Haustyp (Erhe-	
bungsjahr 2003)	30
Anteil der Wege zu Fuß beim Modal Split bei Einkaufswegen in $\%$	
nach Wegelänge (in km) und Pkw-Verfügbarkeit	32
Innerhalb von 10 Minuten fußläufig erreichbare Aktivitätsziele diffe-	
renziert nach Wohngebietstypen	37
Wichtigkeit von Aktivitätszielen in Abhängigkeit vom Wohngebietstyp	38
Standortpräferenzen verschiedener Haushaltstypen	40
Wichtigkeit und Zufriedenheint mit ausgewählten Aktivitätszielen in	
Abhängigkeit vom Wohngebietstyp	41
Besuchshäufigkeit von Verkaufsstellen des Lebensmitteleinzelhandels	
sowie Bäckereien und Metzgereien	46
Durchschnittsgrößen von Lebensmitteleinzelhändlern (Bestand)	48
Allgemeine Aktivitätsfunktion ("Allgemein")	52
Familienorientierte Aktivitätsfunktion ("Familie")	53
Freizeitorientierte Aktivitätsfunktion ("Freizeit")	53
Sozialraumanalyse	59
Direkte und indirekte Effekte bei ökonometrischen Modellen	68
Vergleich von Angebots- und Kaufpreisen in den Untersuchungsstädten	87
	92
Modell Haus: Räumlicher Einflussbereich der Variablen	93
Definition: Baualtersklasse	95
	96
	97
	98
	98
Definition: Balkon	99
Lagemerkmale	99
Konzeption der Gebietstypen	101
	101
9	
	106
Konzeption der ökonometrischen Modelle – Wohnungen _ Köln: OLS _ WF	ζ
SDM_WK_W5WK   SDM_WK_W10WK   SDM_WK_W15WK	
GWR_WK	107
	Anteil der Wege zu Fuß beim Modal Split nach Wegelänge und Gemeindegröße (nur Personen mit ständiger Pkw-Verfügbarkeit) Tägliche Nutzung von Verkehrsmitteln in Abhängigkeit von der Wohnlage in der Stadt (ab 20.000 Einwohner) und vom Haustyp (Erhebungsjahr 2003) Anteil der Wege zu Fuß beim Modal Split bei Einkaufswegen in % nach Wegelänge (in km) und Pkw-Verfügbarkeit Innerhalb von 10 Minuten fußläufig erreichbare Aktivitätsziele differenziert nach Wohngebietstypen Wichtigkeit von Aktivitätszielen in Abhängigkeit vom Wohngebietstyp Standortpräferenzen verschiedener Haushaltstypen Wichtigkeit und Zufriedenheint mit ausgewählten Aktivitätszielen in Abhängigkeit vom Wohngebietstyp Besuchshäufigkeit von Verkaufsstellen des Lebensmitteleinzelhandels sowie Bäckereien und Metzgereien Durchschnittsgrößen von Lebensmitteleinzelhändlern (Bestand) Allgemeine Aktivitätsfunktion ("Allgemein") Freizeitorientierte Aktivitätsfunktion ("Freizeit") Sozialraumanalyse Direkte und indirekte Effekte bei ökonometrischen Modellen  Vergleich von Angebots- und Kaufpreisen in den Untersuchungsstädten Modell Haus: Räumlicher Einflussbereich der Variablen Modell Haus: Räumlicher Einflussbereich der Variablen Definition: Baualtersklasse Definition: Objekttyp Definition: Modernisierungen Definition: Ausstattungsqualität Definition: Ausstattungsqualität Definition: Balkon Lagemerkmale Konzeption der Gebietstypen Beschreibung der Gebietstypen Beschreibung der Gebietstypen Konzeption der ökonometrischen Modelle – Wohnungen: OLS_W   SDM_W_W5WK   SDM_W_W10W   SDM_W_W15W   GWR_W Konzeption der ökonometrischen Modelle – Wohnungen_Köln: OLS_WI

Tab. 31	Konzeption der ökonometrischen Modelle – Wohnungen: OLS_H   SDM H W5H   SDM H W10H   SDM H W15H   GWR H .	. 108
Tab. 32	Konzeption der ökonometrischen Modelle – Wohnungen_Köln: OLS_F   SDM_HK_W5HK   SDM_HK_W10HK   SDM_HK_W15HK   GWR_HK	
Tab. 33	– Deskriptive Darstellung der drei Untersuchungsstädte Frankfurt, Köln	
100.00	und Wiesbaden	. 113
Tab. 34	Pearson-Korrelationskoeffizienten der konzipierten Nahmobilitätsin-	
100.01	dikatoren	. 128
Tab. 35	Durchschnittlicher Nahmobilitätswert in den vier Gebietstypen	
Tab. 36	Mittelwertunterschiede der Nahmobilitätswerte bei den Indikatoren	
	der Sozialraumanalyse	. 130
Tab. 37	Deskriptive Beschreibung der Variablen der Sozialraumanalyse	
Tab. 38	Anteil der Sozialraumtypen in den Untersuchungsstädten	
Tab. 39	Anteil der Objektypen "Haus" und "Wohnung" in den jeweiligen Ge-	
Tab. 40	bietstypen	. 141
1ab. 40	Beschreibung der Objekttypen und deren Verteilung in den Gebiets-	. 143
Tab. 41	typen	
Tab. 42	Deskriptive Beschreibung des Datensatzes "Häuser" differenziert nach	. 140
140, 42	den Untersuchungsstädten	. 146
Tab. 43	Zuordnung der Häuser zu den Gebietstypen in Köln auf Stadtteil- und	. 140
140. 40	Stadtviertelebene	. 147
Tab. 44	Darstellung der durchschnittlichen Nahmobilitätswerte von Häusern	. 111
100. 11	in Abhängigkeit der Baualtersklasse	. 148
Tab. 45	Mittelwertunterschiede der Angebotspreise bei Häusern differenziert	
1000. 10	nach den Sozialraumindikatoren	. 150
Tab. 46	Deskriptive Beschreibung des Datensatzes "Wohnungen"	
Tab. 47	Deskriptive Beschreibung des Datensatzes "Wohnungen" differenziert	
	nach den Untersuchungsstädten	. 153
Tab. 48	Verteilung der Wohnungen in den Kölner Gebietstypen auf Ebene der	
	Stadtteile und -viertel	. 154
Tab. 49	Durchschnittliche Nahmobilitätswerte der Wohnungen in Abhängig-	
	keit des Baualters und des Indikators Urbanität	. 155
Tab. 50	Mittelwertunterschiede der Angebotspreise bei Wohnungen differen-	
	ziert nach den Sozialraumindikatoren	. 156
Tab. 51	Statistische Kennziffern der OLS- und SDM-Modelle für Wohnungen	
	und Häuser	. 175
Tab. 52	Direkter Einfluss der Gebietstypen auf die abhängige Variable APREIS	
	$QM\_LOG im Modell SDM\_WK\_W15 \dots \dots \dots$	. 179
Tab. 53	Totaler Einfluss der Gebietskategorien auf die abhängige Variable	
	$APREIS\_QM\_LOG im Modell SDM\_WK\_W15 \dots \dots \dots$	. 180
Tab. 54	Direkter Einfluss der Gebietstypen auf die abhängige Variable APREIS	
	QM_LOG im Modell OLS_WK	. 180
Tab. 55	Indirekter der Gebietstypen auf die abhängige Variable APREIS	
	QM_LOG im Modell SDM_W_W15	. 183
Tab. 56	${\it Totaler Gebietstypen auf die abhängige Variable APREIS\_QM\_LOG}$	
	im Modell SDM_W_W15	. 184

Tab.	57	Direkter Einluss der Gebietstypen auf die abhängige Variable APREIS	
		QM_LOG im Modell OLS_W	84
Tab.	58	Indirekter Einfluss der Gebietstypen auf die abhängige Variable APREIS_	_
		LOG im Modell SDM_HK_W15	88
Tab.	59	Totaler Einfluss der Gebietstypen auf die abhängige Variable APREIS -	
		LOG im Modell SDM_HK_W15	89
Tab.	60	Totaler Einfluss der Gebietstypen auf die abhängige Variable APREIS -	
		LOG im Modell OLS_HK	90
Tab.	61	Indirekter Einfluss der Gebietstypen auf die abhängige Variable APREIS_	_
		LOG im Modell SDM_H_W15	
Tab.	62	Totaler Einfluss der Gebietstypen auf die abhängige Variable APREIS -	
		LOG im Modell SDM H W15	93
Tab.	63	Totaler Einfluss der Gebietstypen auf die abhängige Variable APREIS -	
		LOG im Modell OLS H	93
Tab.	64	Vergleich des totalen Einflusses der Nahmobilität auf die abhängige	
		Variable bei Häusern in Köln unabhängig von den Indikatoren Soziale	
		Benachteiligung und Urbanismus auf Stadtteil- und Stadtviertelebene 1	97
Tab.	65	Klassifikation von Nahmobilitätsniveaus bei Walk Score 2	09
Tab.	66	Robustheitstest der Sozialraumanalyse – Frankfurt (Stadtteile) 2	22
Tab.	67	Robustheitstest der Sozialraumanalyse – Wiesbaden (Ortsbezirke) 2	23
Tab.	68	Robustheitstest der Sozialraumanalyse – Köln (Stadtteile) 2	23
Tab.	69		25
Tab.	70	Robustheitstest der Sozialraumanalyse (Teil 2) – Köln (Stadtviertel) 2	25
Tab.	71	Datenmanagement bei der Sozialraumanalyse	27
Tab.	72	Vergleich der Straßennetzlänge bei OpenStreetMap und Tom Tom $\ .$ . $\ 2$	29
Tab.	73	Datenmanagement bei OSM-Daten	30
Tab.	74	Fehlende Werte bei der Variable BALKON in Abhängigkeit des Baujahrs2	36
Tab.	75	Anteil der Wohnungen mit Balkon in Abhängigkeit der Baualtersklasse2	37
Tab.	76	Darstellung der gewählten Imputationmethoden bei fehlenden Werten 2	39
Tab.	77	Univariate Ausreißeranalyse bei metrischen Variablen	41
Tab.	78	Datenmanagement der Angebotsdaten	44
Tab.	79	Datenmanagement der Aktivitätsziele (Rohdaten)	50
Tab.	80	Anzahl der Messpunkte zur Berechnung der Nahmobilitätsindikatoren	
		8	51
Tab.	81	Datenmanagement der hergleiteten Nahmobilitätsindikatoren $\ \ldots \ 2$	52

## Abkürzungsverzeichnis

AGFS Arbeitsgemeinschaft fahrradfreundlicher Städte, Gemeinden

und Kreise in NRW e. V

AICc korrigiertes Akaikes Informationskriterium

ArcGIS Name der verwendeten GIS-Software, Version 10.1

BauGB Baugesetzbuch

BBR Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung

BBSR Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BMJV Bundesministerium für Justiz und Verbraucherschutz
BMUB Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und

Reaktorsicherheit (ab 2013)

BMVBS Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

(bis 2013)

BMVDI Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur

(ab 2013)

EFH Freistehendes Einfamilienhaus

DH Doppelhaushälfte

DGP Datengenerierungsprozess

DIFU Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH

GFI Gemeinschaft zur Förderung der Interessen der Deutschen

Frischemärkte e. V.

GMA Gesellschaft für Markt- und Absatzforschung mbH,

Ludwigsburg

GWR geografisch gewichtete Regression

IDANE Interdepartementaler Ausschuss Nachhaltige Entwicklung
ILS NRW Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung

gGmbH

IS24 Immobilien Scout GmbH

IRB Innerstädtische Raumbeobachtung

IV Individualverkehr

IVD Immobilienverband Deutschland - Bundesverband der

Immobilienberater, Makler, Verwalter und Sachverständigen

e.V.

IWU Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt

MAE mean absolut error

MASSKS NRW Ministerium für Arbeit, Soziales und Stadtentwicklung,

Kultur und Sport des Landes Nordrhein-Westfalen

MAPE mean absolute percentage error

MATLAB Name der verwendeten Statistik-Software

MD Mahalanobisdistanz MFH Mehrfamilienhäuser

MIV motorisierter Individualverkehr

NMW Nahmobilitätswert

ÖPNVÖffentlicher PersonennahverkehrOGAOberer GutachterausschussOLSOrdinary Least Squares Modell

 $\begin{array}{ccc} {\rm OSM} & {\rm OpenStreetMap} \\ {\rm Pkw} & {\rm Personenkraftwagen} \\ {\it R}^2 & {\rm Bestimmtheitsmaß} \end{array}$ 

RatSWD Rat für Sozial- und WirtschaftsDaten

RD Robuste Distanz RH Reihenhaus

SDM Spatial Durbin Modell

SMWA Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und

Verkehr

SPSS Name der verwendeten Statistik- Software, Version 18 STMWI Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur

Verkehr und Technologie

ZEFIR Zentrum für interdisziplinäre Ruhrgebietsforschung, Bochum

ZEW Zentrum für europäische Wirtschaftsforschung GmbH,

Mannheim

Raumtypen

UH Urbanismus hoch: Indikatorwert > 50 (urbaner Raum) UN Urbanismus niedrig: Indikatorwert  $\leq 50$  (suburbaner Raum)

SH Soziale Benachteiligung hoch: Indikatorwert > 50

(statusniedriger Raum)

SN Soziale Benachteiligung niedrig: Indikatorwert  $\leq 50$ 

(statushoher Raum)

### 1.1. Problemstellung

"Es gibt etliche Arten, zu Fuß unterwegs zu sein. Wir flanieren, wir bummeln, wir gehen spazieren. Wir gehen zum Bus, zur Arbeit, zur Schule, wir gehen nach Hause. Wir promenieren, wir kundschaften als Tourist eine Stadt aus, wir wandern, wir laufen. Und wenn wir als Fußgänger unterwegs sind, gehen wir auch unterschiedlich lange oder unterschiedlich weit, wir gehen unterschiedlich schnell, wir gehen das eine Mal allein, das andere Mal mit jemanden zusammen, wir gehen mit vielfältigen Gefühlen." (Garbrecht, 1981, S. 61).

GARBRECHT gelingt es mit wenigen poetischen Worten, die Bedeutung und den Facettenreichtum des Zufußgehens im Alltag eines Menschen darzustellen. Das Zitat weist aber auch auf die Herausforderung hin, dass das Zufußgehen als komplexe Aktivität zu verstehen ist und dass selbst die geläufigen Begriffe Fußgänger oder Fußverkehr nur Teilaspekte dieser Mobilitätsform adressieren. Obwohl das Gehen als die älteste Form der Fortbewegung gilt, ist es mittlerweile im Vergleich zum Radfahren, der Nutzung von Bus- und Schienenverkehr oder dem Auto im wissenschaftlichen, gesellschaftlichen, planerischen und politischen Diskurs lediglich von sekundärer Bedeutung (BMVBS, 2005, S. 5). Ein Grund hierfür ist, dass diese Mobilitätsform aufgrund der Alltäglichkeit und Selbstverständlichkeit für viele zu banal und nicht erklärungsbedürftig ist (WEHAP, 1997, S. 21). Ein Blick in die Vergangenheit zeigt allerdings, dass dies nicht schon immer so war. Da Stadtentwicklung und Verkehrsplanung der Nahmobilität im 20. Jahrhundert durchaus unterschiedlich große Bedeutung zuwiesen (SCHMUCKI, 2001), sollen zunächst die unterschiedlichen Entwicklungsphasen und Diskurse näher beleuchtet werden, um die Relevanz des vorliegenden Themas zu unterstreichen und die Interpretation der späteren Ergebnisse zu erleichtern.

#### Phase 1: Die fußgängergerechte Stadt (bis 1910er Jahre)

Städte waren durch eine kompakte Bauweise und Nutzungsmischung geprägt. In der Regel waren die Grundfunktionen einer Stadt (Wohnen, Arbeit, Freizeit) fußläufig erreichbar (Angerer & Hadler, 2005, S. 21ff.), weshalb ein Bürger im 19. Jahrhundert im Alltag etwa drei bis vier Kilometer zur Befriedigung seiner Bedürfnisse zurücklegen musste (Merki, 2008, S. 27). Das Leitbild der "Gartenstadt" um 1900 von HOWARD sieht deshalb beispielsweise eine konzentrische Stadt mit einem Radius von 1.000 m vor, um die im Zentrum liegenden alltagsrelevanten Einrichtungen fußläufig leicht erreichen zu können. Das Entwurfsprinzip der Nutzungsmischung wurde allerdings in der Praxis häufig missachtet und es wurden stattdessen reine Wohngebiete geplant (Heineberg, 2001, S. 117). Das Automobil fand als Luxusgut zu Beginn des 20. Jahrhunderts kaum Berücksichtigung (Schmucki, 2001, S. 59f.).

#### Phase 2: Die nahverkehrsgerechte Stadt (1910er bis 1950er Jahre)

Die Straßenbahn entwickelte sich ab Beginn des 20. Jahrhunderts bis nach dem 2. Weltkrieg zum dominierenden Massenverkehrsmittel der Städte (SCHMUCKI, 2001, S. 74). Anfangs nutzten Fußgänger und Straßenbahnen gemeinsam den Verkehrsraum, wobei die Fußgänger nach und nach an den Rand des Straßenraums verdrängt wurden. In der Nachkriegszeit passten die Städte den Straßenraum zunehmend den Erfordernissen des aufkommenden Automobilverkehrs an, obschon der Pkw weiterhin kein Massenverkehrsmittel darstellte (SCHMUCKI, 2001, S. 62). Ende der 1950er Jahre gewann das Automobil im Rahmen der Verkehrs- und Stadtplanung an Einfluss und erbrachte mittlerweile ein Drittel der Verkehrsleistung. Unter dem Begriff Verkehr verstanden Experten ausschließlich den motorisierten Verkehr. Aufgrund der Fokussierung der Verkehrsplanung auf den motorisierten Verkehr sind die Anteile des Fuß- und Radverkehrs am Modal Split<sup>2</sup> nicht bekannt, gleichwohl stellten sie in der Nachkriegszeit aber weiterhin eine bedeutende Mobilitätsform dar (SCHMUCKI, 2001, S. 68).

#### Phase 3: Die autogerechte Stadt (1960er bis 1970er Jahre)

Die von Stadtplanern und Architekten formulierte Charta von Athen (1933/1941) griff der autoorientierten Stadtentwicklung vorweg, indem sie bereits eine funktionale Stadtgliederung mit der Trennung der Funktionen Wohnen, Freizeit, Arbeiten und Verkehr forderte. Nach 1945 setzten Stadtplaner und Politiker im Leitbild der "gegliederten und aufgelockerten Stadt" die angestrebte Funktionstrennung schließlich in der Siedlungsentwicklung um (Schmucki, 2001, S. 87). In den monofunktionalen Wohngebieten mit geringer Bevölkerungsdichte war eine verkehrliche Erschließung mit dem ÖPNV oft nicht tragfähig und begünstigte daher den motorisierten Individualverkehr (HEI-NEBERG, 2001, S. 122). Die Ablösung der Nahmobilität durch das Automobil als Bestimmungsgröße der Verkehrsplanung förderte in den 1960er Jahren wesentlich zwei Entwicklungen: Zum einen war durch das beginnende "Wirtschaftswunder" für viele Haushalte ein eigener Pkw zunehmend erschwinglich<sup>3</sup> (Schmucki, 2001, S. 60), zum anderen priorisierte das Leitbild der "autogerechten Stadt" mit neuen Ring- und Radialstraßen den Pkw-Verkehr in der Verkehrsplanung (Heineberg, 2001, S. 123). Daneben integrierten Stadt- und Verkehrsplaner in den autogerechten Siedlungsgebieten keine kleinteiligen Wegenetze zur Quartierserschließung für Fußgänger (HOLZAPFEL, 2012, S. 42), da das Gehen als "unzeitgemäß und unbequem" (Deffner, 2011, S. 363) und laut dem Verkehrsplaner Kurt Leibbrand mit dem Spruch "Wer aber Fußgängerstadt fordert, vernichtet die Stadt" sogar als Bedrohung der Stadt angesehen wurde (SCHMUCKI, 2001, S. 123). Das städtebauliche Leitbild der 1960er/70er Jahre, nämlich "Urbanität durch Dichte" war ebenfalls durch die Prinzipien Funktionstrennung und autoorientierte Erschließung geprägt (Heineberg, 2001, S. 124).<sup>4</sup>

Summe der zurückgelegten Wegstrecken.

Modal Split bezeichnet die Verkehrsmittelwahl. In der Studie "Mobilität in Deutschland" werden der Öffentliche Personenverkehr (ÖPV), der motorisierte Individualverkehr (MIV), der Mitfahrer im individualisierten Individualverkehr (MIV-Mitfahrer), das Fahrrad und "zu Fuß" berücksichtigt.

Einwohner pro Pkw in der BRD: 1930 (130), 1950 (97), 1955 (31), 1965 (12), 1975 (4), 1985 (2).

Die Einführung des Bundesbaugesetzes (BBauG) im Jahr 1960, dem Vorläufer des heutigen Baugesetzbuches (BauGB) und der Baunutzungsverordnung (BauNVO), begünstigte indirekt die Funktionstrennung. Auch wenn die Festlegung von Gebietstypen durch die BauNVO selbst keine Nutzungstrennung zur Folge hat, da Einrichtungen der Nahversorgung ausdrücklich erlaubt sind, ist

#### Phase 4: Der stadtgerechte Verkehr (1970er Jahre)

Aufgrund der "negativen Folgen der Automobile wie Lärm, Abgase und Luftschadstoffe" in bestehenden Wohngebieten, hinterfragte die Öffentlichkeit in den 1970er Jahren die autoorientierte Siedlungsplanung zunehmend (Holzapfel, 2012, S. 79). Ferner wandelte sich der gesellschaftliche Blick auf das Themenfeld Mobilität etwa durch die Veröffentlichung des Buches "Grenzen des Wachstums" (1972) vom Club of Rome (SCHMUCKI, 2001, S. 154ff.) oder durch die Entstehung der GRÜNEN als Partei, die in ihrem Grundsatzprogramm 1980 eine nahmobilitätsorientierte Siedlungsentwicklung und eine humane Verkehrspolitik forderten (DIE GRÜNEN, 1980, S. 14f.). SCHMUCKI (2001, S. 65) zeigt beispielhaft für Deutschland auf, dass bis Mitte der 1970er Jahre keine systematischen Modal-Split-Erhebungen erfolgten und durch die Nichtbeachtung des Fuß- und Radverkehrs etwa 40% des urbanen Verkehrsaufkommens bei Planungsund Politikentscheidungen keine Rolle spielten. Die Verkehrsplaner wandten sich zunehmend vom Leitbild der autogerechten Stadt ab und forderten, dass sich der Verkehr der Stadt anpassen müsse. Somit sollten die Mobilitätsbedürfnisse von Radfahrern und Fußgängern innerhalb von Wohngebieten im Rahmen der Verkehrsplanung wieder mehr berücksichtigt werden.

#### Phase 5: Der menschengerechte Verkehr (ab 1980er Jahre)

Die Bedeutung des Fußverkehrs als Mobilitätsform bestätigten später durchgeführte Mobilitätsstudien (vgl. KONTIV 1976, KONTIV 1982, KONTIV 1989, MiD 2002 und MiD 2008) regelmäßig. Diese hatten zum Ergebnis, dass ein Drittel der Wege mit dem Auto nicht länger als drei Kilometer und viele sogar unter 1.000 m sind. Diese Erkenntnis führte dazu, den öffentlichen Verkehr und den Rad- und Fußverkehr zu Lasten des MIVs zu fördern. Erste Vorschläge, wie eine autofreie Stadt oder das Leitbild eines "Ökologischen Städtebaus", formulierten Stadt- und Verkehrsplaner sowie engagierte Bürger in den 1980er Jahren, allerdings konnten sie aufgrund der geringen Akzeptanz nur vereinzelt lokal umgesetzt werden (Heineberg, 2001, S. 127). Zu Beginn der 1990er Jahre rückte das Thema Nachhaltigkeit, vor allem durch die "UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung" in Rio de Janeiro (1992), verstärkt in das Blickfeld der Gesellschaft. Mit der großflächigen Siedlungsexpansion, der Funktionstrennung und dem Individualverkehr identifizierte die Bundesforschungsanstalt für Landeskunde UND RAUMORDNUNG für Städte drei zentrale Problembereiche, die einer nachhaltigen Entwicklung entgegenstehen (Heineberg, 2001, S. 127). Im Jahr 1994 unterzeichneten bei der "1. Europäischen Konferenz über zukunftsbeständige Städte und Gemeinden" 80 Kommunen die "Aalborg Charta", um "ökologisch verträglichen Fortbewegungsarten (insbesondere Zufußgehen, Radfahren, öffentlicher Nahverkehr)" gegenüber dem motorisierten Individualverkehr den Vorrang einzuräumen (TEILNEHMER DER EUROPÄISCHEN Konferenz über zukunftsbeständige Städte und Gemeinden, 1994). Diesem Ziel schlossen sich in den folgenden Jahren mehrere Hundert europäischer Städte und Gemeinden an (Sustainable Cities, 2014). Das Leitbild der "Nachhaltigen Stadt" oder der "Stadt der kurzen Wege" hat zum Ziel, kompakte Siedlungsstrukturen mit einer hohen Nutzungsmischung zu planen (Schmucki, 2001, S. 183ff.), bei denen die Mobilitätsbedürfnisse durch ökologisch verträgliche Fortbewegungsarten (Fuß- und Radverkehr) gewährleistet werden können (Heineberg, 2001, S. 127ff.). Bracher (2011, S. 282) weist in diesem Zusammenhang auf einen Gesinnungswandel bei integrierten

diese oftmals eine Folge aus der "Notwendigkeit, den Anforderungen zum Lärmschutz aus dem Bereich des Immissionsschutzrechtes gerecht zu werden" (DIFU, 2014, S. 114).

Planungen hin, der zunehmend den Fußverkehr [...] als vollwertige[n] Verkehrsträger des Straßenverkehrs respektiert."

Der historische Abriss der mobilitätsfokussierten Stadtplanung verdeutlicht, dass Nahmobilität im internationalen und nationalen Diskurs um nachhaltige Stadtstrukturen zu Beginn des 21. Jahrhunderts wieder an Bedeutung gewinnt. Dennoch bleibt die Erkenntnis, dass die Verkehrspolitik weiter auf den MIV ausgerichtet ist. Welche Bedeutung man dem Fußverkehr in der Verkehrspolitik beimisst, zeigt sich am Beispiel einer parlamentarischen Anfrage der Fraktion DIE LINKE an die Bundesregierung (2011). Danach sind in der Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt) vier Mitarbeiter, im Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) ein Mitarbeiter und im Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) sechs Mitarbeiter für den Fußverkehr zuständig, bei insgesamt 2.150 Mitarbeitern in den drei Behörden. Diese eher geringe Wertschätzung des Fußverkehrs in der Politik ist sicherlich zum Teil auch auf das Fehlen einer starken Lobbygruppe zurückzuführen. Während der Fußgänger-Lobbyverband FUSS E.V. etwa 500 Mitglieder aufweist, zählt der ADAC E.V. beispielsweise als Interessenverband der Autofahrer ca. 17 Mio. Mitglieder. <sup>5</sup> Trotz der beschriebenen Marginalisierung des Fußverkehrs muss beachtet werden, dass dieser für die alltägliche Mobilität eine immense Bedeutung besitzt (Daubitz, 2011). Verkehr bezeichnet nämlich vor allem die tatsächliche Art und das Ausmaß der Ortsveränderung, Mobilität hingegen die Fähigkeit oder Möglichkeit zur Ortsveränderung sowie die Erreichbarkeit relevanter Ziele (Deffner, 2011, S. 375). Die Relevanz und Bedeutung der "Fuß"-Mobilität, häufig als Nahmobilität bezeichnet, ist daher nicht nur allein auf den Verkehrszweck zu reduzieren.

Vielfältige Interessensgruppen wie Kommunalpolitiker oder Verbände aber auch die Bauwirtschaft entdecken daher das Zufußgehen als eine tragende Säule der nachhaltigen Mobilität in urbanen Räumen des 21. Jahrhundert wieder. Auf europäischer Ebene verankerten die für die Stadtentwicklung zuständigen Minister der Mitgliedsstaaten der Europäischen Union 2007 mit der "Leipzig Charta zur nachhaltigen europäischen Stadt" den Themenbereich Nahmobilität in der europäischen Politik, da dem "Fußgängerverkehr [...] besondere Beachtung zu schenken" sei (BMVBS, 2007, S. 13). In der Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft (Artikel 88) ist der Fußverkehr als Bestandteil des Langsamverkehrs<sup>6</sup> bereits seit 1987 eine "qleichwertige 3. Säule des Personenverkehrs" (IDANE, 2011, S. 27). Positive Effekte durch die Förderung des Langsamverkehrs erwartet der Interdepartmentale Ausschuss Nachhaltige Entwicklung (IDANE) insbesondere beim Ressourcenschutz sowie durch eine höhere Standortattraktivität und Lebensqualität. Für Deutschland fordert das "Weißbuch Innenstadt" ein breites Spektrum an Mobilitätsformen. Vor allem in Gebieten mit einer hohen städtebaulichen Dichte sollen Bewohner durch "attraktive Fuß- und Radwegenetze" Wege zwischen alltagsrelevanten Zielen bevorzugt zu Fuß oder mit dem Rad zurücklegen (BMVBS, 2011c, S. 38). Die höheren Kauf- und Mietpreise in innerstädtischen integrierten Lagen sollen Haushalte teilweise durch geringere Mobilitätskosten kompensieren können (BMVBS, 2011c, S. 39).

Die Mitgliederzahlen wurden am 20.04.2014 den Internetseiten der genannten Vereine entnommen: www.fuss-ev.de, www.adac.de.

Der Langsamverkehr beinhaltet den Fuß- und Radverkehr.

Ähnliche Argumente tragen auch Verbände oder Vereine auf internationaler Ebene vor. Für Bewohner einer Siedlung sollte es möglich sein, "dass man zu den meisten der täglich gebrauchten Dienste und Einrichtungen zu Fuß gelangen kann" (Walk21, 2006, S. 5). Auf nationaler Ebene fordern die Teilnehmer der 18. BUVKO (Bundesweiter Umweltund Verkehrskongress) im "Trierer Manifest" eine nationale Fußverkehrs-Strategie, die neben den oben genannten Zielen auch die Bewegungsförderung und -aktivierung der Bewohner zum Ziel haben soll (Herzog-Schlagk et al., 2011). In der Stadtplanung gewinnt der Fußverkehr ebenfalls an Bedeutung, beispielhaft genannt seien die Entwurfsprinzipien des "Traditional Neighborhood Development" (Aurbach, 2005) oder die Vision und Umsetzung von autofreien Quartieren. Akteure der Immobilienwirtschaft subsumieren Nahmobilität meist unter dem Thema "Nachhaltige Mobilität" oder berücksichtigen diese bei der Zertifizierung von Gebäuden und Stadtquartieren (An-DERS, 2012). Eine besonders gelungene fußläufige Erschließung eines Quartiers oder autofreie Quartiere werden von Projektentwicklern oder Maklern als Besonderheit bei der Vermarktung hervorgehoben. Die genannten Autoren, Akteure, Institutionen oder Behörden wie das BMVBS (2005, S. 9ff.) verstehen die fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Ziele in urbanen Gebieten meist nicht als Selbstzweck, sondern nennen neben der umweltgerechten Gestaltung der Mobilität, der Begrenzung der Flächeninanspruchnahme, der Stärkung von Nahversorgungszentren, der Aufwertung von Wohnquartieren für Familien, Kinder und Senioren sowie dem volkwirtschaftlichen Nutzen weitere mit der Nahmobilität verbundene positive Auswirkungen, die zum Teil auch in der INTER-NATIONALEN CHARTA FÜR DAS GEHEN (2006) aufgegriffen werden.<sup>7</sup>

Bei dieser grenz- und disziplinüberschreitenden Euphorie und den vielfältigen Erwartungen hinsichtlich der positiven Folgen erhöhter Nahmobilität für Stadt, Bewohner und Umwelt bleibt die ebenso einfache wie substanzielle Frage unbeantwortet, wie der Begriff Nahmobilität operationalisiert und quantifiziert werden kann, um im Rahmen empirischer Forschungen das Nahmobilitätsniveau objektiv bestimmen zu können. Innerhalb der sog. Walkability-Forschung wird beispielsweise kontrovers diskutiert, ob die Bereitschaft zu gehen eher vom Vorhandensein von Aktivitätszielen oder der Gestaltung fußgängerfreundlicher Stadträumen abhängt. Beide Argumentationen sind berechtigt, führen aber bei der Quantifizierung der Nahmobilität zu unterschiedlichen Herangehensweisen (DINKEL & TRAN, 2014, S. 128f.).

Aufgrund der Schwierigkeit – oder sogar Unmöglichkeit –, die Gestaltung von Stadträume flächendeckend für verschiedene Städte quantifizieren zu können, wird in dieser Arbeit die Annahme vertreten, dass die Bereitschaft zu gehen vor allem durch das Vorhandensein von Aktivitätszielen beeinflusst wird. Eine vergleichbare Annahme liegt zum Beispiel auch der Definition von Monheim (2011, S. 1) zugrunde. Nahmobilität bedeutet für ihn "Mobilität über kurze Distanzen [...] innerhalb der engeren Verflechtungsbereiche um Quelle oder Ziel, also im Quartier oder im Wohnumfeld [...]. Nahmobilität ist [...] muskelgetrieben [...], also vor allem Fuβ- und Fahrradverkehr inkl. Rollschuh, Roller- oder Inlinerverkehr". Die AGFS (2010, S. 12) verwendet den Begriff ähnlich und definiert Nahmobilität als "individuelle Mobilität im räumlichen Nahbereich vor-

Das österreichische Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) hat in Zusammenarbeit mit dem österreichischen Verein für FußgängerInnen (Walk-space.at) ein umfangreiches Zahlenwerk zum Fußverkehr herausgegeben (BMVIT, 2012). In diesem werden neben den Anforderungen an die Straßeninfrastruktur auch Wechselwirkungen zur Bewegung, Gesundheit und Ökologie sowie wirtschaftliche Aspekte thematisiert. Auf dieses Zahlenwerk wird nicht weiter Bezug genommen, da dieses erst kurz vor Abgabe dieser Arbeit gefunden wurde.

zugsweise zu Fuß, mit dem Fahrrad, aber auch mit anderen Verkehrsmitteln (Inliner, Kickboards, Skateboards)". In dieser Arbeit wird der Begriff Nahmobilität auf die Dimension "Fußverkehr" reduziert und die Bedeutung von alltagsrelevanten Aktivitätszielen hervorgehoben. In Anlehnung an Monheim (2011, S. 1) wird "Nahmobilität" daher wie folgt definiert:

# "Nahmobilität bezeichnet die individuelle muskelbasierte Mobilität zu Fuß im Wohnumfeld zum Erreichen alltagsrelevanter Ziele."

Mit mehrseitigen Erhebungsbögen (vgl. Saelens & Sallis, 2002) könnte nun zwar qualitativ und quantitativ das Nahmobilitätsniveau in einem Quartier bestimmt werden, gesamtstädtische Analysen sind damit aber fast unmöglich und verlieren daher für Politiker, Planer und Bewohner an Bedeutung, da diese Informationen in Form leicht verständlicher Indikatoren bevorzugen (RATSWD, 2014, S. 4). Im Rahmen der Diskussion zur Förderung der Nahmobilität ist weiter zu konstatieren, dass insbesondere im Neubau Akteure der Immobilienwirtschaft im Austausch mit den politischen Entscheidungsträgern das spätere Nahmobilitätsniveau durch die Gestaltung von Wohn-, Einzelhandels-, Grün-, Verkehrs- oder Gemeinbedarfsflächen mitbestimmen. Aus Sicht der Wohnungswirtschaft bleibt ebenso die Frage unbeantwortet, welchen Nutzen Mieter und Käufer tatsächlich der Nahmobilität bei der Wohnstandortentscheidung beimessen. Für Projektentwickler ist von Interesse, in welchen Mikrolagen das Nahmobilitätsniveau preisbeeinflussend ist, um die Umsetzung neuer Baumaßnahmen an den Bedürfnissen der zukünftigen Bewohner ausrichten zu können. Für Investoren, Bestandshalter und Privateigentümer stellt sich damit die grundsätzliche Frage, in welchen Gebieten die Nahmobilität einen Einfluss auf Immobilienpreise ausübt.

### 1.2. Zielsetzung und Relevanz der Arbeit

In Wissenschaft und Praxis wird die Bedeutung der Nahmobilität als Bestandteil einer nachhaltigen Stadtentwicklung hervorgehoben. Ziel dieser Arbeit ist es daher, folgende Leitfrage zu beantworten:

## Wie groß ist der Einfluss der Nahmobilität auf Angebotspreise in urbanen Räumen?

Für die Beantwortung dieser Frage müssen zunächst die Begriffe "Nahmobilität" und "urbaner Raum" näher definiert und jeweils ein objektiver Indikator abgeleitet werden. Die Konzeption eines Nahmobilitätsindikators und die Ableitung homogener Raumeinheiten mittels der Sozialraumanalyse stellen damit eigenständige Forschungsbereiche und Forschungsergebnisse dieser Arbeit dar. Für diese werden daher ebenfalls Forschungsfragen formuliert, die in dieser Arbeit beantwortet werden. Die Konzeption eines objektiven Nahmobilitätsindikators bezieht Erkenntnisse aus der Verkehrsplanung zur Modellierung eines Erreichbarkeitsmodells und aus der Raumplanung zur Auswahl alltagsrelevanter Ziele ein. Für den Entwurf eines Nahmobilitätsindikators ergeben sich damit folgende Fragen:

• Welches Erreichbarkeitsmodell ist für die Konzeption eines Nahmobilitätsindikators geeignet und welche Restriktionen sind damit verbunden?

- Welche Nahmobilitätsindikatoren existieren bereits und sind diese grundsätzlich für diese Arbeit geeignet?
- Welche alltagsrelevanten Ziele müssen bei der Konzeption eines Nahmobilitätsindikators berücksichtigt werden und wie weit dürfen diese maximal entfernt sein?
- Wie valide sind die Ergebnisse des konzipierten Nahmobilitätsindikators?

Für die Ableitung von Sozialraumtypen wird auf vorhandenes Wissen der Sozialwissenschaften, der Städtestatistik und der Raumwissenschaften aufgebaut. Im Themenfeld "Sozialraumanalyse" sind folgende Fragen zu beantworten:

- Welche sozioökonomischen Indikatoren werden für die Ableitung von Sozialraumtypen benötigt?
- Wie robust sind die Ergebnisse der Sozialraumanalyse im Hinblick auf veränderbare Gebietsabgrenzungen?

Zentrale Ergebnisse dieser Arbeit sind damit die Herleitung eines Nahmobilitätsindikators, dessen Konzeption sich einerseits an dem weit verbreiteten Indikator "Walk Score" orientiert und andererseits auf Basis empirischer Studien an die deutsche Nahversorgungsstruktur angepasst wird. Dieser wird beispielhaft für die Städte Frankfurt, Köln und Wiesbaden umgesetzt und ermöglicht die Analyse des Nahmobilitätsniveaus in Abhängigkeit des Immobilientyps (Wohnung, Haus), des Baualters und des Raumtyps (z.B. urbane vs. suburbane Gebiete). In einem zweiten Schritt wird der Einfluss der Nahmobilität auf Angebotspreise von Wohnimmobilien mittels ökonometrischer Modelle in urbanen Räumen untersucht. Damit wird erstmals in Deutschland die Annahme, dass ein höheres Nahmobilitätsniveau zu steigenden Immobilienpreisen führt, empirisch überprüft.

### 1.3. Literatur- und Datenquellen

Grundlage dieser Arbeit ist eine systematische Literaturrecherche nationaler und internationaler Publikationen, die bis Februar 2014 erschienen sind. Auf danach erschienene Publikationen wurde nur bei hoher Relevanz für diese Arbeit punktuell zurückgegriffen. Die Erkenntnisse dieser Arbeit beruhen neben der Literaturanalyse auf der Sekundäranalyse empirischer Daten von Bevölkerungsbefragungen. Bei ökonometrischen Arbeiten sind ebenfalls die Datenquellen der verwendeten Berechnungsalgorithmen zu nennen. Die ökonometrische Analyse basiert vor allem auf den MATLAB-Codes der "Spatial Econometrics Toolbox" von LeSage und Pace sowie der "CRSEModel-Toolbox" von ELHORST (2013). Für die multivariate Ausreißeranalyse (ISOMRD-Methode) werden die MATLAB-Codes von CAI ET AL. (2013) verwendet. Für die Konzeption des Nahmobilitätsindikators, der Sozialraumanalyse, der ökonometrischen Analyse sowie der kartografischen Darstellung der Ergebnisse werden Primärdaten aus 21 Quellen herangezogen, die im Anhang A.7 näher beschrieben werden. Bei den zentrale Datenquellen, ohne die diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre, handelt es sich um die von Immobilien-Scout24 (IS24) zur Verfügung gestellten Angebotsdaten für Wohnungen und Häuser der Städte Frankfurt, Köln und Wiesbaden für den Zeitraum 01.07.2008 bis 30.06.2010. Für die Konzeption des Nahmobilitätsindikators stellte darüber hinaus die Gesellschaft für Markt- und Absatzforschung (GMA) für die genannten Untersuchungsstädte im Rahmen von Einzelhandelsanalysen erhobene Daten zur Verfügung. Die Berechnung

des Nahmobilitätsindikators basiert weiter auf dem Straßennetz von OpenStreetMap (OSM). Für die Sozialraumanalyse werden Daten der Innerstädtischen Raumbeobachtung (IRB) des BBR verwendet. Die Untersuchungsstädte sind Teilnehmer der IRB und erlaubten für diese Arbeit die Nutzung der IRB-Daten. Die administrativen Gebietsabgrenzungen basieren auf offiziellen Geodaten der Untersuchungsstädte.

#### 1.4. Methodik und Aufbau der Arbeit

Die Leitfrage dieser Arbeit untersucht den Einfluss der Nahmobilität auf Immobilienpreise in urbanen Räumen. Die Problemstellung, die Zielsetzung sowie der methodische Aufbau dieser Arbeit werden in Kapitel 1 beschrieben. In Kapitel 2 werden die theoretischen Grundlagen verschiedener Themenfelder erklärt. Zuerst wird der Begriff Nahmobilität definiert und der aktuelle Forschungsstand zum Themenfeld Nahmobilität und Immobilienpreise dargelegt (Abschnitt 2.1). Aufgrund eines fehlenden Nahmobilitätsindikators in Deutschland werden in Abschnitt 2.2 verschiedene Erreichbarkeitsmodelle hinsichtlich ihrer Eignung als flächendeckender Nahmobilitätsindikator verglichen und anschließend das Gravitationsmodell als integrierter Erreichbarkeitspotentialindikator herangezogen. Auf Basis einer Literaturrecherche sowie der Sekundäranalyse empirischer Studien werden eine Distanzfunktion und zielgruppenspezifische Aktivitätsfunktionen zur Konzeption des Nahmobilitätsindikators abgeleitet (Abschnitt 2.3). In Abschnitt 2.4 wird das Konzept der Sozialraumanalyse zur Bildung von Raumtypen mit homogenen Eigenschaftsdimensionen eingeführt, um später den Einfluss der Nahmobilität auf Immobilienpreise in verschiedenen Raumtypen messen zu können. Der Einfluss der Nahmobilität auf Immobilienpreise wird mittels ökonometrischer Modelle quantifiziert, weshalb in Abschnitt 2.5 zuerst der Prozess der Angebotspreisfestsetzung theoretisch hergeleitet wird und anschließend geeignete ökonometrische Modelle für die Analyse ausgewählt werden. Am Ende des Grundlagenkapitels werden die Forschungshypothesen dieser Arbeit aufgeführt (Abschnitt 2.6).

In Kapitel 3 werden die verwendeten Datenquellen und -sätze beschrieben und theoriebasiert eine Auswahl relevanter Variablen für die ökonometrische Analyse getroffen (Abschnitt 3.1), um anschließend die ökonometrischen Modelle dieser Arbeit zu konzipieren (Abschnitt 3.2). Das Kapitel 4 beschreibt die deskriptiven und ökonometrischen Ergebnisse dieser Arbeit. Die Auswahl der Untersuchungsräume erfolgt in Abschnitt 4.1, die Ergebnisse der Nahmobilitätsindikatoren und der Sozialraumanalyse werden in den Abschnitten 4.2 und 4.3 dargestellt. Vor Beginn der ökonometrischen Analyse werden in Abschnitt 4.4 die ausgewählten Variablen beschrieben und auf räumliche Autokorrelation sowie Ausreißer überprüft. Zentraler Bestandteil der Arbeit ist Abschnitt 4.5, in welchem die Ergebnisse der ökonometrischen Modelle dargestellt und interpretiert werden.

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Arbeit erfolgt in Kapitel 5. Einerseits werden die Hypothesen dieser Arbeit in Abschnitt 5.1 überprüft sowie der weitere Forschungsbedarf und die Restriktionen dieser Arbeit aufgezeigt. Andererseits werden Empfehlungen für verschiedene Interessengruppen abgeleitet (Abschnitt 5.2). Während der Arbeit wird mehrfach auf den Anhang verwiesen. Dort ist für interessierte Leser eine ausführliche Datendokumentation, die Vorgehensweise bei der Imputation von fehlenden Werten sowie Zuverlässigkeits- und Robustheitstests für die Nahmobilitätsindikatoren und die

**EINLEITUNG** 1.2 Zielsetzung und 1.1 Problem-1.3 Literatur- und 1.4 Methodik und Relevanz der Arbeit stellung Datenquellen Aufbau der Arbeit 1.5 Theoretische Einordnung und Abgrenzung der Arbeit GRUNDLAGEN 2.1 Einfluss der Nahmobilität auf Immobilienpreise 2.2 Theorie und Praxis von Erreich-2.4 Theoretische 2.5 Theoriebasierte Auswahl barkeitsindikatoren und -modellen Grundlagen ökonometrischer Modelle und Konzeption der 2.3 Konzeption des Nahmobilitäts-Sozialraumanalyse indikators 2.6 Hypothesen DATENQUELLEN UND KONZEPTION DER ÖKONOMETRISCHEN MODELLE 3.1 Datenquellen und Variablenauswahl 3.2 Modellbildung und Konzeption der ökonometrischen Modelle DESKRIPTIVE UND ÖKONOMETRISCHE ANALYSE 4.1 Auswahl und Beschreibung der Untersuchungsräume 4.2 Ergebnisse der Nahmobilitäts-4.3 Ergebnisse der Sozialraumanalyse indikatoren und Darstellung der Gebietstypen 4.4 Deskriptive Statistik und ESDA 4.5 Ökonometrische Analyse SCHLUSSTEIL 5.1 Zusammenfassung der Ergebnisse 5.2 Empfehlungen für die Praxis

Abbildung 1: Methodischer Aufbau dieser Arbeit

Eigene Darstellung.

Sozialraumanalyse zu finden. In Abbildung 1 ist der eben beschriebene methodische Aufbau der Arbeit grafisch dargestellt.

Im Folgenden wird zusätzlich die praktische Vorgehensweise zur Ableitung von Raumund Gebietstypen skizziert, um die Einordnung der späteren Ausführungen und Ergebnisse zu erleichtern (Abb. 2). Der konzipierte Nahmobilitätsindikator wird in einem Geografischen Informationssystem (GIS) umgesetzt und es werden für die Untersuchungsstädte flächendeckend Nahmobilitätswerte von 0 bis 100 berechnet. Diese werden den drei Nahmobilitätsniveaus niedrig (0 bis 60 Punkte), mittel (61 bis 85 Punkte) und hoch (86 bis 100 Punkte) zugeordnet, um heterogene Erreichbarkeitspotentiale darzustellen. Bei der Sozialraumanalyse werden in Anlehnung an Gutfleisch (2007) die drei Indikatoren "Soziale Benachteiligung", "Urbanismus" und "Migration" auf Basis von je drei Variablen für jeden Stadtteil/Ortsbezirk berechnet. Die Indikatorenwerte werden standardisiert und weisen anschließend eine Spanne von 0 bis 100 Punkten auf. Im Rahmen der Immobilienpreisanalyse werden die Indikatoren "Soziale Benachteiligung" und "Urbanismus" als einflussreich identifiziert. Die Werte der beiden zuvor genannten Indikatoren werden für jeden Stadtteil/Ortsbezirk auf Basis des Mittelwertes von 50 Punkten den Kategorien "Niedrig" (0 bis 50 Punkte) und "Hoch" (51 bis 100 Punkte) zugeordnet.

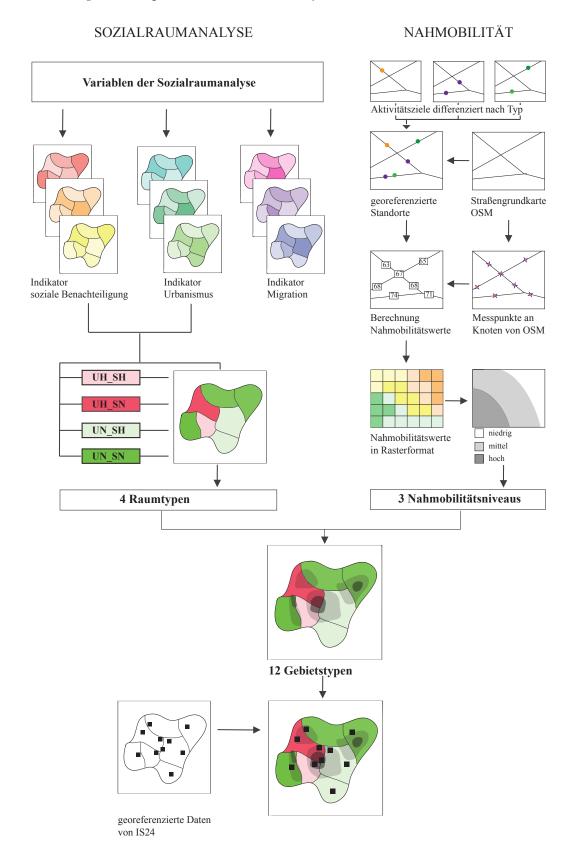
Basierend auf den jeweiligen Ausprägungen der beiden Indikatoren werden alle Stadtteile/Ortsbezirke vier Raumtypen zugeordnet. Der Raumtyp UH\_SN bezeichnet demnach urbane Gebiete (Urbanismus: Hoch) mit niedriger sozialer Benachteiligung (Soziale Benachteiligung: Niedrig). Die Akronyme der weiteren drei Raumtypen werden auf gleiche Weise gebildet. Jeder Raumtyp kann mithilfe der zuvor berechneten Nahmobilitätsniveaus (niedrig, mittel, hoch) weiter differenziert werden, sodass sich insgesamt zwölf Gebietstypen ergeben. Der Gebietstyp UH\_SN\_86\_100 bezeichnet demnach statushohe urbane Gebiete mit einem hohen Nahmobilitätsniveau. Damit ist es möglich, den Einfluss der Nahmobilität auf die Angebotspreise von Wohnungen und Häuser differenziert zu betrachten. Die ökonometrischen Berechnungen werden mit dem Spatial Durbin Modell (SDM) und dem Ordinary Least Squares (OLS) Modell durchgeführt, die geografisch gewichtete Regression (GWR) kann aufgrund hoher räumlicher Autokorrelation der Variablen nicht angewandt werden.

### 1.5. Theoretische Einordnung und Abgrenzung der Arbeit

Im Fokus dieser Arbeit steht der Einfluss der Nahmobilität auf Immobilienpreise, weshalb diese Arbeit in der immobilienwirtschaftlichen Forschungssystematik eingeordnet wird. Unter dem Begriff Immobilienwirtschaft können entweder alle Fachgebiete und Methoden mit immobilienwirtschaftlichen Bezug verstanden werden oder die Immobilienwirtschaft wird als Residualgröße verstanden, welche nur die Felder abdeckt, die nicht schon durch andere belegt sind (ROTTKE, 2011b, S. 76). Ebenso sind bei der Einordnung immobilienwirtschaftlicher Forschungen länderspezifische Unterschiede zu erkennen. Die immobilienwirtschaftliche Forschung weist in den USA historisch bedingt einen finanzwirtschaftlichen Fokus auf (BLACK ET AL., 2003), während in Deutschland lange ein raumwissenschaftlicher Ansatz gewählt wurde (ROTTKE, 2011a, S. 39).

In Deutschland wird aber zunehmend die US-amerikanische Forschungssystematik übernommen, wobei unter dem Begriff der "interdisziplinären Immobilienwirtschaftslehre"

Abbildung 2: Konzeption der Sozialraumanalyse und der Nahmobilitätsindikatoren



Eigene Darstellung.

die drei Teilgebiete Immobilienmanagement, Immobilienrecht und Immobilienökonomie subsumiert werden. Diese Arbeit beruht auf Kenntnissen und Methoden der Raumwissenschaften, den Verkehrswissenschaften, den Sozialwissenschaften und der Immobilienökonomie und wird daher der weiter gefassten Definition der "multidisziplinären Immobilienwirtschaftslehre" zugeordnet (ROTTKE, 2011a, S. 55). Der Forschungsgegenstand von ökonomischen Systemen und Fragestellungen kann durch ein theoretisches oder pragmatisches Forschungsziel determiniert sein (Hujer & Knepel, 1999, S. 620). Das theoretische Forschungsziel beinhaltet die Konstruktion eines umfassenden Theoriesystems, dass für das Testen forschungsrelevanter Hypothesen geeignet und bis zur Falsifikation gültig ist. Das pragmatische Forschungsziel dient hingegen der Beschreibung des Untersuchungsgegenstandes und der Erforschung vermuteter aber bislang unbekannter Wirkungszusammenhänge. Diese Arbeit ist damit, ähnlich wie die meisten ökonomischen Forschungsarbeiten, eine datenorientierte Modellanalyse. Der Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit ist "Der Einfluss der Nahmobilität auf Immobilienpreise in urbanen Räumen".

## 2. Grundlagen

In diesem Kapitel wird der aktuelle Stand der Forschung zusammengefasst, inwiefern Immobilienpreise durch die fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele beeinflusst werden. Aufgrund eines fehlenden Nahmobilitätsindikators in Deutschland werden in Abschnitt 2.2 Erreichbarkeitsmodelle theoretisch beschrieben und in Abschnitt 2.3 ein eigener Nahmobilitätsindikator konzipiert. In Abschnitt 2.4 werden die theoretische Grundlagen der Sozialraumanalyse genannt. Geeignete ökonometrische Modelle für die spätere Analyse werden in Abschnitt 2.5 und in Abschnitt 2.6 die Hypothesen dieser Arbeit abgeleitet.

### 2.1. Einfluss der Nahmobilität auf Immobilienpreise

# 2.1.1. Bedeutung des Fußverkehrs bei der Verkehrsmittelwahl im Alltag

Mobilität als Grundbedürfnis des Menschen bezeichnet die "ability to move", die unabhängig von kulturellen, ökonomischen oder politischen Rahmenbedingungen weltweit gleiche Muster aufweist (EL-Geneidy & Levinson, 2006, S. 1). Der Mensch legt pro Tag ca. 3,5 Wege<sup>8</sup> zurück und benötigt hierfür etwa 80 Minuten. Mit zunehmendem Motorisierungsgrad der Bevölkerung steigen allerdings bei konstanter Reisezeit die zurückgelegten Wegstrecken zur Arbeit, zu Freizeitstätten oder zum Einkauf (INFAS/DLR, 2010b, S. 31). Gemessen an der Verkehrsleistung (Personenkilometer) ist die hohe Bedeutung des motorisierten Individualverkehrs (MIV) nachvollziehbar (Tab. 7). Beim Verkehrsaufkommen (Modal Split) nimmt hingegen das Verkehrsmittel "zu Fuß" mit etwa 25% der zurückgelegten Wege bereits die zweitwichtigste Rolle nach dem MIV ein. Die empirischen Ergebnisse der Studie "Mobilität in Deutschland" ("MiD"-Studie) bestätigen hinsichtlich der Verkehrsleistung und des Verkehrsaufkommens verschiedener Verkehrsträger damit die Annahmen der traditionellen Verkehrsplanung, nach der Wege unter 1 km bevorzugt zu Fuß, zwischen 1 bis 6 km mit dem Rad und Wege länger als 6 km mit dem MIV zurückgelegt werden (Scheiner, 2010, S. 77). VAN WEE ET AL. (2006, S. 118) begründen die Verkehrsmittelwahl theoretisch mit dem distanzabhängigen Nutzen der Verkehrsmittel. Das Zufußgehen hat bei kurzen Distanzen einen Vorteil, da direkt ohne Vorbereitung losgelaufen werden kann. Die beiden anderen betrachteten Verkehrsmittel Radfahren und MIV benötigen eine Vorbereitungszeit (z. B. Fahrrad aus

Definition Weg: "Wenn sich eine Person außer Haus zu Fuß oder mit anderen Verkehrsmitteln von einem Ort zu einem anderen Ort bewegt. Hin- und Rückweg werden als zwei Wege gezählt. Erfolgt auf dem Weg zu einem Ziel der Umstieg zwischen verschiedenen Verkehrsmitteln, so bleibt es weiterhin ein Weg (INFAS/DLR, 2010a, S. 16).

VAN WEE ET AL. (2006, S. 113) untersuchten das Mobilitätsverhalten der Niederländer von 1978 bis 1998 und kamen zu folgendem Ergebnis: Reisezeit +7%; Anzahl der Wege +6%; Wegstrecke +31%.

14 2. Grundlagen

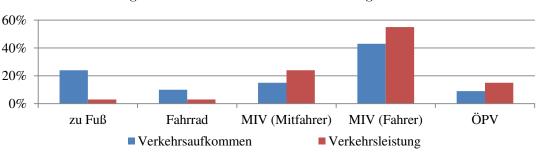


Abbildung 3: Verkehrsaufkommen und -leistung in Deutschland

Eigene Darstellung. Quelle: INFAS/DLR (2010b)

dem Keller holen) und eine Nachbereitungszeit (z. B. Parkplatzsuche), in der keine Annäherung an das Ziel erfolgt. Das Rad ist aufgrund seiner höheren Geschwindigkeit nach einer kurzen Distanz gegenüber dem Zufußgehen im Vorteil, in einer Zwischenphase ist das Fahrrad auch dem MIV überlegen. Ab einer längeren Distanz wird der MIV gegenüber den beiden anderen Verkehrsmitteln präferiert. Nach der "MiD"-Studie werden zudem in jeder Altersklasse mind. 20% aller Wege zu Fuß gegangen, wobei insbesondere diejenigen Bevölkerungsgruppen häufig Zufußgehen, die altersbedingt oder aufgrund körperlicher Beeinträchtigungen über keinen eigenen Pkw verfügen (INFAS/DLR, 2010a, S. 77). Der hohe Anteil des MIV in der Lebensalterspanne 18 bis 65 Jahre ist zu einem großen Teil durch berufsbedingte Mobilität (dienstliche Fahrten, Fahrt zur Arbeit) erklärbar, da in der Freizeit und beim Einkauf alle Altersgruppen häufig Zufußgehen. Die "MiD"-Studie führt damit zu der Erkenntnis, dass die fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele für viele Menschen von Bedeutung ist.

#### 2.1.2. Stand der Forschung

Während der Einfluss von verschiedenen mobilitätsrelevanten Aspekten<sup>10</sup> (z. B. Nähe zu einem Bahnhof) auf Immobilienpreise bereits umfangreich untersucht wurde, ist der der Nahmobilität in Bezug auf Immobilienpreise noch weitgehend unerforscht. Folgende drei Gründe sind hierfür maßgeblich: Erstens ist der Datenzugang zu Kaufpreisen in vielen Ländern restriktiv, sodass adressbezogene Kaufpreisdaten kaum verfügbar sind. Zweitens werden zur Berechnung eines Nahmobilitätsindikators georeferenzierte Standorte alltagsrelevanter Aktivitätsziele benötigt, die aufgrund der aufwändigen Erhebung mit hohen Kosten verbunden sind. Und Drittens steht das Themenfeld Nahmobilität erst seit kurzem im Fokus der immobilienwirtschaftlichen Forschung (CORTRIGHT, 2009; MATTHEWS & TURNBULL, 2007). Die wenigen empirischen Studien zum Thema sind ab dem Jahr 2007 publiziert worden (Kok & Jennen, 2011, S. 16), da erst mit der Einführung des "Walk Score" ein vergleichbarer Nahmobilitätindikator für verschiedenen Länder (z. B. USA, Kanada) zur Verfügung steht (Pivo & Fisher, 2011, S. 198).

\_

Den aktuellen Stand der Forschung fassen Debrezion et al. (2007) und Bartholomew & Ewing (2011) in Metastudien zusammen.

#### Einführung des "Walk Score"

Die meisten empirischen Forschungsergebnisse im Themenfeld Nahmobilität und Immobilienpreise basieren auf den Nahmobilitätsindikator "Walk Score" (Punkt 2.3.1), der 2007 vom Unternehmen Front Seat (USA) entwickelt wurde. Das Hauptprodukt "Walk Score" wurde 2012 in ein eigenständiges Unternehmen mit gleichlautenden Namen ausgegründet. Der "Walk Score" gibt den Nahmobilitätswert eines Standortes auf einer Skala von 0 (schlecht) bis 100 (gut) an. In die Berechnung fließt das Vorhandensein alltagsrelevanter Ziele und die Entfernung zu diesen Zielen ein. Der "Walk Score" wird vor allem auf der Basis von GoogleMaps-Daten berechnet, sodass grundsätzlich weltweit Scoring-Werte berechnet werden können. Diese sind aber länderübergreifend nur bedingt vergleichbar, da die Validität der Ergebnisse insbesondere davon abhängig ist, inwieweit alltagsrelevante Ziele der Suchmaschine Google bekannt sind. Die Zuverlässigkeit des "Walk Score" für US-amerikanische Städte wurde durch empirische Studien mehrfach bestätigt (vgl. Duncan et al., 2011). Manaugh & El-Geneidy (2011) und Carr et al. (2011, S. 1444) folgern überdies "Walk Score may be a convenient and inexpensive option for researchers interested in [...] access to walkable amenities". Manaugh & El-Geneidy (2011, S. 313) zeigen, dass das tatsächliche Zufußgehen mit den Scoring-Punkten des "Walk Score" korreliert. In dieser Studie wurden Haushalte in Relation zu ihrem "Walk Score" in Perzentile aufgeteilt und dahin gehend untersucht, inwiefern jedes Perzentil beim Einkauf zu Fuß geht. Im 10%-Perzentil sind es 2.8%, beim 50%-Perzentil ca. 20%, beim 80%-Perzentil ca. 35% und beim 100%-Perzentil ca. 50%. Das Perzentil mit den höchsten Nahmobilitätswerten geht damit 18-mal häufiger zu Fuß einkaufen als das Perzentil mit den niedrigsten Nahmobilitätswerten.

#### Internationaler Stand der Forschung bezüglich des Einflusses der Nahmobilität auf Immobilienpreise

Die erste immobilienökonomische Studie auf der Basis von "Walk Score"-Daten veröffentlichte Cortright (2009) mit "Walking the walk". <sup>11</sup> Diese ist mit 93.725 untersuchten Immobilientransaktionen in 15 US-amerikanischen Immobilienmärkten bis heute die umfangreichste Studie zu diesem Thema. In 13 Immobilienmärkten konnte ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen Kaufpreis und "Walk Score" nachgewiesen werden. In zwei Immobilienmärkten führt ein höherer Nahmobilitätswert zu niedrigeren Immobilienpreisen, allerdings bildet Las Vegas hinsichtlich der Stadtstruktur eine Ausnahme und die Werte von Bakersfield sind nicht signifikant. Die Untersuchungsräume weisen einen stark heterogenen Median "Walk Score" von 31 bis 86 Punkten auf, sodass in einigen Städten nur eine eingeschränkte fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele gegeben ist. Im Durchschnitt steigen die Immobilienpreise je zehn "Walk Score"-Punkten um 2,9% (Seattle) bis 13,6% (Chicago) an.

Weiter untersuchte Cortright für jeden einzelnen Immobilienmarkt, wie hoch die Preisdifferenz zwischen dem Median "Walk Score" und dem 75%-Perzentil "Walk Score" ist. Die geringste Preisdifferenz ist in Dallas mit 4.278 ( $46 \rightarrow 51$  "Walk Score") und die höchste wiederum in Sacramento mit 34.345 ( $49 \rightarrow 62$  "Walk Score") feststellbar. Cortright (2009, S. 24) kommt zu dem Ergebnis, dass der Einfluss des Nahmobilitätsniveaus auf Immobilienpreise dort am größten ist, wo Haushalte im Alltag reale Alternativen (z. B. Fuß- und Radverkehr) zur Pkw-Nutzung haben. In suburbanen Räu-

Die Studie erschien im Auftrag der Vereinigung CEO for Cities, die sich selbst als eine Interessensvertretung von "urban leaders" bezeichnet.

16 2. Grundlagen

men mit einer hohen Pkw-Abhängigkeit hat der "Walk Score" einen deutlich geringeren Einfluss auf Kaufpreise als in Wohngebieten mit einem relativ hohen "Walk Score". Dieses Ergebnis wird damit begründet, dass Haushalte für Immobilien in integrierten Lagen einen Preisaufschlag zahlen können, da sie im Alltag potentiell auf einen Pkw verzichten und damit Anschaffungs-, Unterhalts- und Betriebskosten eines Pkw sparen können. Rauterkus et al. (2010) bestätigen diese Vermutung und zeigen, dass ein hoher "Walk Score" mit einer niedrigeren Kreditausfallwahrscheinlichkeit korreliert.<sup>12</sup>

Die grundlegenden Ergebnisse von Cortright werden von Rauterkus & Miller (2011) für das Jefferson County (Alabama) bestätigt: Ein um zehn Punkte höherer Nahmobilitätswert bei "Walk Score" führt zu einem 1% höheren Kaufpreis. Der im Vergleich zu Cortright's Studie niedrigere Wert erklärt sich dadurch, dass das Untersuchungsgebiet von einer sehr hohen Pkw-Nutzung geprägt ist. Der Median "Walk Score" ist mit 27 Punkten als gering einzustufen und nur 14% der 5.603 untersuchten Objekte befinden sich in relativ fußgängerfreundlichen Gebieten ("Walk Score" über 50 Punkte). In Wohngebieten mit einer hohen Pkw-Abhängigkeit ist der Einfluss des "Walk Score" gering, da andere Variablen (z.B. Pendelzeit) wertbestimmend sind und Immobilienkäufer die fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele nicht erwarten. In integrierten Lagen mit einem hohen "Walk Score" ist dieser hingegen wieder wertbestimmend.<sup>13</sup> Pivo & Fisher (2011) untersuchten den Einfluss des "Walk Score" für ca. 4.200 Wohn-, Büro- und Handelsimmobilien mit einem durchschnittlichen Transaktionspreis von \$43,5 Mio. Bei Wohnimmobilien führt ein um zehn Punkte höherer "Walk Score" zu einem Preisaufschlag von 1%, bei den anderen Nutzungsarten beträgt der Aufschlag hingegen bis zu 9%. Die Autoren folgern daher für Wohnimmobilien, dass Investoren bereit sind einen Preisaufschlag zu zahlen, weil sie bei einem hohen Nahmobilitätswert zukünftig höhere Mieten oder einen langsameren Wertverlust erwarten.

Die bisher einzige europäische Studie auf Basis von "Walk Score"-Daten wurde in den Niederlanden für Büroimmobilien durchgeführt (Kok & Jennen, 2011). Bei einem um zehn "Walk Score" Punkten höheren Nahmobilitätswert steigen die Mieten um 3%, weshalb die Autoren zu dem Schluss kommen "tenants already pay higher rents for space in offices with a broad palette of amenities in the direct vicinity, as compared to space in offices at monofunctional locations" (Kok & Jennen, 2011, S. 21f.). Sie führen dies auf flexiblere Arbeitszeiten sowie neue Bürokonzepte zurück, damit angestellte Mitarbeiter in der Mittagspause oder nach der Arbeit Restaurants und Einkaufsmöglichkeiten leicht erreichen können. In den oben zitierten Studien (Kok & Jennen, 2011, S. 10) wird teilweise angeführt, dass "Walk Score" euklidische Distanzen und keine tatsächliche Wegstrecken misst und damit Barrieren nicht berücksichtigt werden. Trotz diesen

In den USA testet Fannie Mae sog. Location efficient mortages (LEM). Darlehensnehmer erhalten bei einem Immobilienkauf ein höheres Darlehen als üblich, wenn sich der Standort in einer integrierten Lage befindet. Basisannahme der LEM's ist, dass in integrierten Lagen die Mobilitätskosten aufgrund vieler Wege zu Fuß, mit dem Fahrrad oder dem ÖPNV niedriger sind und diese Kosteneinsparungen für die Darlehenstilgung genutzt werden können. Kritisch mit diesem Konzept setzt sich Krizek (2003) auseinander, der die getroffenen Annahmen (z. B. Pkw-Verzicht und höhere ÖPNV-Nutzung von Bewohnern integrierter Lagen) in Zweifel zieht.

Dieses Ergebnis kann durch die sog. MoSCoW-Methode erklärt werden (International Institute of Business Analysis, 2009, S. 102). Immobilienkäufer formulieren, welche Eigenschaften ein Objekt haben muss (must have), haben sollte (should have) und haben kann (can have). In integrierten Lagen wird ein hoher Nahmobilitätswert erwartet, sodass der Nahmobilitätswert zu einem must/should have-Kriterium wird. In autoorientierten Lagen ist der Nahmobilitätswert nur ein can have-Kriterium und damit nicht oder nur in geringem Maße preisbeeinflussend.

berechtigten Einwands wird angenommen, dass die wesentlichen Grundaussagen der genannten Studien nicht betroffen sind, sondern die Höhe des festgestellten Preiseinflusses geringfügig variiert. Dieser Kritikpunkt wird zudem auf neuere Studien nicht mehr zutreffen, da mit der überarbeiteten Methodik Smart Street Walk Score Netzwerkdistanzen bei der "Walk Score"-Berechnung berücksichtigt werden.

Die Forschungsergebnisse auf Basis von "Walk Score"-Daten weisen damit auf eine positive Korrelation zwischen Kaufpreisen/Mieten und der Höhe des Nahmobilitätswertes hin, wobei der prozentuale Preisaufschlag zwischen lokalen Immobilienmärkten divergiert. Als Gründe für den Preisaufschlag werden potentielle Kosteneinsparungen bei Mobilitätskosten, eine höhere Wertstabilität oder ein geringeres Leerstandsrisiko angeführt. Ein Kritikpunkt an den Ergebnissen von Cortright (2009, S. 27) bezieht sich auf den Ausschluss des ÖPNV als Einflussvariable, da ein Teil der Preissteigerungen sicher auch auf unterschiedliche ÖPNV-Qualitäten zurückzuführen ist. BARTHOLOMEW & EWING (2011, S. 29) entkräften diesen Vorwurf in ihrer Metastudie und folgern: transit station proximity provides no statistically significant price premium in the absence of a good pedestrian environment [and] the reverse appears to be true - that a good pedestrian environment provides no price premium in the absence of station proximity". Die ÖPNV-Qualität und der Nahmobilitätswert korrelieren damit positiv, weshalb der Preisaufschlag zum Teil auch aus der nicht beobachteten ÖPNV-Qualität resultiert (Bartholomew & Ewing, 2011). Die preisbeeinflussende Wirkung des Nahmobilitätswertes ist weiter davon abhängig, ob es sich um eher autoorientierte oder nahmobilitätsorientierte Quartiere handelt. In Quartieren mit einer hohen Nahmobilitätsorientiertung ist dieser preisbeeinflussend, während in autoorientierten Quartieren andere Einflussfaktoren preisbestimmend sind.

#### Empirische Studien basierend auf anderen Nahmobilitätsdefinitionen

Diese auf dem Nahmobilitätsindikator "Walk Score" basierenden Studien werden um weitere Arbeiten auf der Basis anderer Erreichbarkeitsindikatoren ergänzt, um die Reliabilität der oben genannten Ergebnisse zu überprüfen. LITMANN (2009) kommt zu dem Ergebnis, dass die Mobilitätskosten in autoorientierten Standorten um bis zu 50% höher als in fußgängerfreundlichen Quartieren sind. Tu & EPPLI (1999) differenzieren Gebiete nach den zugrundeliegenden Entwurfsprinzipien und vergleichen autoorientierte Siedlungsgebiete mit Gebieten, die nach dem TND-Prinzip (traditional neighborhood development) geplant wurden und durch eine explizite Förderung der muskelbasierten Mobilität und der Mischnutzung geprägt sind. Gegenüber autoorientierten Nachbarschaften sind in TND-Nachbarschaften um 12% höhere Hauspreise zu beobachten, wobei unterschiedliche Niveaus der Nutzungsmischung nicht berücksichtigt werden. Da die Nahmobilität aber eines von fünf Hauptentwurfsprinzipien des TND-Designs ist, kann ebenfalls ein positiver Einfluss der Nahmobilität auf Immobilienpreise angenommen werden.

Nach Matthews & Turnbull (2007) ist der Preiseinfluss distanzabhängig. Das Vorhandensein eines Geschäftes wirkt sich abhängig von verschiedenen Randfaktoren (z. B. Straßenkonnektivität) bis zu einer Entfernung von 200 m negativ und anschließend bis zu einer Entfernung von 600 m positiv auf Immobilienpreise aus, für eine Entfernung größer 600 m ist kein Preiseffekt nachweisbar. Den negativen Preiseffekt begründen die Autoren mit negativen externen Effekten (z. B. Lärm, Verkehr, Müllablagerungen), die bei Handelsnutzungen auftreten können. Ebenso verweisen sie auf den positiven Einfluss fußgängerfreundlicher Stadtstrukturen mit vielen Wahlmöglichkeiten bei der We-

geführung. In eher autoorientierten Siedlungsstrukturen sind Fußgänger dagegen häufig zu Umwegen gezwungen, weshalb das Gehen dort nicht attraktiv ist und vorhandene Geschäfte einen neutralen oder negativen Einfluss auf Hauspreise ausüben. Insgesamt kommen damit Studien, die auf alternativen Nahmobilitätsdefinitionen basieren, zu vergleichbaren Ergebnissen und validieren damit die vorab genannten Ergebnisse.

#### Stand der Forschung in Deutschland

Für den deutschen Immobilienmarkt sind keine Studien bekannt, die den Einfluss der Nahmobilität auf Immobilienpreise empirisch untersuchen. Die Gründe hierfür sind eher ein geringes Interesse an der Thematik in der Vergangenheit, das Fehlen eines frei verfügbaren Nahmobilitätsindikators und insbesondere der schwierige Zugang zu adressbezogenen Kaufpreisdaten. Daher beschränken sich die wenigen Arbeiten in diesem Themenfeld auf die theoretische Beschreibung von monetären Auswirkungen. Scheiner (2008) befasst sich mit den ökonomischen Aspekten der Standortwahl und berechnet, dass "ein Haushalt mit zwei erwerbstätigen Erwachsenen beim Verbleib an einem Pkwverkehrssparsameren Standort 200 bis 400 Euro als zusätzliche Aufwendungen für die Miete investieren kann". Bei einer monatlichen Einsparung von 400 Euro kann ein zusätzlicher Kredit von etwa 68.000 Euro<sup>14</sup> aufgenommen werden, der als Preisaufschlag zur Verfügung steht. Scheiner (2008, S. 61) erwartet, dass die Mobilitätskosten im Pkw-Verkehr zukünftig schneller steigen als die allgemeinen Lebenshaltungskosten und folgert, dass sich "die Wettbewerbssituation der verschiedenen Wohnstandortlagen zugunsten zentraler, gut ausgestatteter Lagen" verändern wird.

Nach Albrecht et al. (2008, S. 97) verursacht der Erwerb eines Hauses in der Kernstadt unter Einbeziehung von Wohn- und Mobilitätskosten langfristig nur 8% höhere Kosten als ein Erwerb im Umland. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass "gerade die "mikroräumlichen Gegebenheiten" wie etwa die Distanz zum Ortskern mitbestimmend sein [können] für die Entscheidung, einen zusätzlichen Pkw anzuschaffen, was erhebliche Sprungkosten auslöst". <sup>15</sup> Weitere Studien im Themenfeld Mobilität und Siedlungsstruktur finanzierte das Bundesministerium für Bildung und Forschung im Förderschwerpunkt "Forschung für die Reduzierung der Flächeninanspruchnahme und ein nachhaltiges Flächenmanagement" (REFINA). Da die Ergebnisse der immobilienrelevanten Studien im Wesentlichen mit den Ergebnissen von Scheiner (2008) übereinstimmen, werden diese hier nicht aufgeführt. Bei einem weitergehenden Interesse stehen die Ergebnisse zum kostenfreien Download auf der Projektseite zur Verfügung. <sup>16</sup>

Annahmen: Zinssatz 5%; Monatliche Rate: 400 Euro; Laufzeit: 25 Jahre; Restschuld: 0 Euro.

In Deutschland bieten der Münchener Verkehrs- und Tarifverbund (http://womo.mvv-muenchen.de/) und die HafenCity-Universität Hamburg (http://www.womo-rechner.de/) einen Wohn- und Mobilitätskostenrechner für die Regionen München bzw. Hamburg an. Diese berechnen die Wohn- und Mobilitätskosten eines Haushalts abhängig abhängig vom Wohn- und Arbeitsplatzstandort und unter Berücksichtigung der Verkehrswahl.

Homepage des Förderschwerpunktes REFINA (http://www.refina-info.de/de/index.phtml); aufgerufen am 08.03.2012. Für diese Arbeit sind folgende Projekte relevant: KomKoWo, Kostentransparenz, Integrierte Wohnstandortberatung.

#### 2.1.3. Fazit

Empirische Studien vor allem aus den USA kamen zu dem Ergebnis, dass in Gebieten mit einem hohen Nahmobilitätswert die Käufer von Wohn- und Büroimmobilien bereit sind, höhere Mieten bzw. Kaufpreise zu zahlen. Als Gründe hierfür werden geringere Mobilitätskosten an diesen Standorten oder eine höhere Wertstabilität der Immobilien genannt. Aufgrund des Untersuchungsdesigns der Studien ist nicht auszumachen, inwieweit der Preisaufschlag auf das Nahmobilitätsniveau oder auf die ÖPNV-Qualität zurückzuführen ist, da sich beide Einflussfaktoren gegenseitig bedingen. In autoorientierten Quartieren ist der Nahmobilitätswert nicht preisbeeinflussend und daher nicht geeignet, Varianzen in den Kaufpreisen zu erklären. Für Deutschland liegen bislang keine empirischen Ergebnisse im Themenfeld Nahmobilität und Immobilienpreise vor, da ein zuverlässiger und frei verfügbarer Nahmobilitätsindikator fehlt. Daher beschränken sich die dem Autor bekannten deutschen Studien auf eine qualitative Argumentation bezüglich des Einflusses der Nahmobilität auf Immobilienpreise, wobei ein positiver Einfluss der Nahmobilität auf Immobilienpreise angenommen wird. Es ist zu beachten, dass sich der Modal Split und das Verkehrsaufkommen zwischen den USA und Deutschland unterscheiden (BÜHLER & KUNERT, 2008). In den USA werden weniger Wege mit dem ÖPNV, dem Rad oder zu Fuß zurückgelegt, sodass dort eine nahmobilitätsorientierte Nachbarschaft seltener anzutreffen ist als in Deutschland und daher möglicherweise besonders honoriert wird. Die Studie von Kok & Jennen (2011) weist allerdings auch für die Niederlande einen Preisaufschlag für Immobilien mit einem nahmobilitätsorientierten Standort nach. Der Anteil von Wegen mit dem ÖPNV, dem Rad und zu Fuß ist in den Niederlanden ca. zwölf Prozentpunkte höher als in Deutschland, weshalb erwartet wird, dass auch in Deutschland ein Preisaufschlag bei Immobilien in nahmobilitätsorientierten Standorten nachzuweisen ist.

Die Hypothesenbildung in Abschnitt 2.6 orientiert sich daher grundsätzlich an den Ergebnissen der US-amerikanischen Studien, da vergleichbare quantitative Ergebnisse für Deutschland bislang nicht vorliegen und die US-amerikanischen Studien daher im Themenfeld Nahmobiltät und Immobilienpreise den aktuellen Forschungsgegenstand darstellen. Wie zuvor beschrieben sind keine validen Nahmobilitätsindikatoren bekannt, mit denen der Einfluss der Nahmobilität auf Immobilienpreise in Deutschland untersucht werden könnte. Die Konzeption eines eigenen flächendeckenden Nahmobilitätsindikators stellt in dieser Arbeit damit einerseits einen eigenständigen Forschungsgegenstand im Rahmen der Mobilitätsforschung dar, andererseits ist das Ergebnis Mittel zum Zweck im Rahmen der immobilienwirtschaftlichen Forschung und damit das Bindeglied zwischen den Themenfeldern Nahmobilität und Immobilienpreise.

Die Herleitung eines eigenen Nahmobilitätsindikators lehnt sich an dem zuvor eingeführten Indikator "Walk Score" an. Erstens ist dieser weit verbreitet und zumal empirische Studien dessen Zuverlässigkeit, das Konstrukt "Nahmobilität" quantifizieren zu können, mehrfach bestätigten. Zweitens sind die Ergebnisse dieser Arbeit anschließend besser mit den zuvor dargestellten US-amerikanischen Studien vergleichbar. Es ist anzunehmen, dass aufgrund kultureller und siedlungsstruktureller Unterschiede zwischen den USA und Deutschland (BÜHLER & KUNERT, 2008, S. 36ff.) der "Walk Score" für Deutschland punktuell angepasst werden muss. Im nächsten Abschnitt werden daher zunächst theoretische und praktische Überlegungen zur Konzeption eines eigenen Nahmobilitätsindikators beschrieben. Anschließend wird in Abschnitt 2.3 der Indikator "Walk Score" eingeführt und auf Basis einer Literaturrecherche sowie von Sekundärana-

lysen ein eigener Nahmobilitätsindikator abgeleitet, dessen Konzeption sich am "Walk Score" orientiert. Die empirischen Ergebnisse des Nahmobilitätsindikators für die Städte Frankfurt, Köln und Wiesbaden finden sich in Abschnitt 4.2.

# 2.2. Theorie und Praxis von Erreichbarkeitsindikatoren und -modellen

#### 2.2.1. Definition von Erreichbarkeit und Erreichbarkeitsmodelle

Nahmobilität in der engeren Definition bezeichnet nur die Verkehrsmittelwahl, d. h. wie häufig wird zu Fuß gegangen, um bestimmte Ziele zu erreichen. Um zu messen, inwieweit ein Standort für die Nahmobilität geeignet ist, muss die fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Ziele (= Aktivitätsziele) berücksichtigt werden, da Nahmobilität gewöhnlich nicht dem Selbstzweck dient, "sondern weil vielmehr ein Bedürfnis nach Aktivitäten wie Einkaufen, Arbeit und Freizeit besteht, für deren Befriedigung Raum überwunden werden muss" (Hesse et al., 2012, S. 6). Definition und Berechnung von Erreichbarkeit erscheinen trivial, allerdings ist "accessibility [...] a slippery notion [...] one of those common terms which everyone uses until faced with the problem of defining and measuring it" (Gould, 1969, S. 64).

Erreichbarkeitsmodelle weisen unabhängig von der Methodik gemeinsame Prinzipien auf. Es gibt einen Ursprungspunkt, ein oder mehrere Aktivitätsziele und die Raumüberwindung vom Ursprungspunkt zum Aktivitätsziel ist mit Aufwand und/oder Kosten verbunden (= Distanzfunktion) (Koenig, 1980, S. 146). Für die Berechnung von Erreichbarkeitsindikatoren wurden auf der Basis weniger Grundmodelle eine Vielzahl an Modellen entwickelt, die sich hinsichtlich der Definition, Messung und Berechnung unterscheiden (Hesse et al., 2012, S. 2), wobei für flächendeckende großräumige Untersuchungen folgende Grundmodelle besonders geeignet sind (El-Geneidt & Levinson, 2006, S. 4ff.):

- 1. Konventionelle Erreichbarkeitsmodelle (Angebotsindikator)
  - Kumulationsindikator
  - Potentialindikator (Gravitationsmodell)
- 2. Individuelle Erreichbarkeitsmodelle (Gebrauchsindikator)
  - Nutzenbasierte Indikatoren

Die Erreichbarkeitsmodelle können grundsätzlich hinsichtlich des Ergebnisses in Form eines objektiven Angebotsindikators (engl. process indicator) oder subjektiven Gebrauchsindikators (engl. outcome indicator) unterschieden werden (BARADARAN & RAMJERDI, 2001, S. 32). Angebotsindikatoren messen lediglich das Potential oder die Möglichkeit, bestimmte Aktivitätsziele zu erreichen (Morris et al., 1979, S. 92). Somit wird "die individuelle Wahrnehmung von möglichen Aktivitäten [...] durch einen formalen, allgemeingültigen Rahmen ersetzt" (Hesse et al., 2012, S. 6). Allerdings kann damit aber keine Aussage getroffen werden, ob diese Aktivitätsziele auch tatsächlich aufgesucht werden (El-Geneidy & Levinson, 2006, S. 1). Angebotsindikatoren basieren vielmehr auf der Annahme, dass sich mit besserer Erreichbarkeit verschiedener Aktivitätsziele der Nutzen eines Standortes ebenfalls erhöht (Schwarze, 2005, S. 10). Diese Annahme

wird durch die empirischen Ergebnisse von McCormack et al. (2008) gestützt, die zeigen, dass mit zunehmender Anzahl an erreichbaren alltagsrelevanten Aktivitätszielen im Alltag tatsächlich häufiger zu Fuß gegangen wird. Es ist zu beachten, dass mit einem mehrdimensionalen Erreichbarkeitsindikator ein Informationsverlust einhergeht, da nicht mehr ersichtlich ist, welche Aktivitätsziele gut oder schlecht erreichbar sind (Geurs & van Wee, 2004, S. 131).

Subjektive Gebrauchsindikatoren messen die wahrgenommene Erreichbarkeit von Einrichtungen aus Sicht der Befragten und werden grundsätzlich in Wissenschaft und Praxis präferiert. Allerdings sind diese meist aufgrund der eingeschränkten Datenverfügbarkeit nicht umzusetzen (Morris et al., 1979, S. 92). Handy & Clifton (2001, S. 75) empfehlen aus diesem Grund bei stadtweiten Erreichbarkeitsanalysen die Verwendung von Angebotsindikatoren (Hesse et al., 2012, S. 26). Deren Ergebnisse können allerdings bei heterogenen Zielgruppen mit unterschiedlichen Bedürfnissen nur eingeschränkt aussagekräftig sein (Morris et al., 1979, S. 95). Aufbauend auf diesen theoretischen Überlegungen und trotz der genannten Restriktion wird in dieser Arbeit ein stadtweiter Angebotsindikator konzipiert, da dieser für großräumige Analysen die höchste Eignung aufweist. Im Folgenden werden mit dem Kumulations- und dem Graviatationsmodell zwei geeignete Modelle vorgestellt.

#### Kumulationsmodell

Der Kumulationsindikator ist ein einfaches Erreichbarkeitsmodell und summiert alle Aktivitätsziele, die innerhalb einer vorab definierten Distanz oder Reisezeit (=Grenzwert) erreicht werden können (EL-GENEIDY & LEVINSON, 2006, S. 5ff.). Das Grundmodell zur Berechnung der Erreichbarkeit lautet:

$$A_i = \sum_{j=1}^j B_j a_j \tag{2.1}$$

 $A_i$  gibt das Erreichbarkeitspotential des Punktes i, der innerhalb der Zone j liegt, an. Bei den Aktivitätszielen a innerhalb der Zone j zeigt die Dummy-Variable  $B_j$  an, ob diese vorhanden sind oder nicht. Die Anzahl aller vorhandenen Aktivitätsziele wird anschließend addiert. Die wesentlichen Kritikpunkte am Kumulationsindikator sind die schwierige Bestimmung des Grenzwertes und die unzureichende Berücksichtigung des Raumwiderstandes. Damit werden Aktivitätsziele, die eine Entfernung knapp unter dem Grenzwert aufweisen, im vollen Umfang berücksichtigt und Aktivitätsziele, deren Entfernung knapp über dem Grenzwert liegt, bleiben unberücksichtigt. In dieser Arbeit wird angenommen, dass diese harte Trennung realitätsfern ist und nicht der Alltagswahrnehmung entspricht.

#### Gravitationsmodell

Aufgrund der Alltagserfahrung, dass nahe Ziele im Alltag von größerer Bedeutung sind als weiter entfernte Ziele, entwickelte Hansen (1959) das Gravitationsmodell. Dieses stellt das am weitesten verbreitete Grundmodell bei Erreichbarkeitsanalysen dar (El-Geneidy & Levinson, 2006, S. 7) und wird folgendermaßen berechnet (Koenig, 1980, S. 146):

$$A_i = \sum f(A_j)f(D_{ij}) \tag{2.2}$$

Diese "integrierte Erreichbarkeitsfunktion" (Schwarze, 2005, S. 10) misst die Erreichbarkeit  $A_i$  relevanter Ziele am Standort i und setzt sich aus dem Produkt der Aktivi-

tätsfunktion  $A_j$  und der Distanzfunktion  $f(D_{ij})$  zusammen, wobei  $D_{ij}$  die Reisekosten zwischen dem Messpunkt i und dem Aktivitätsziel j angibt. Die Distanzfunktion wird durch eine mathematische Funktion beschrieben, die theoretisch abgeleitet wird oder sich bestmöglich empirisch erhobenen Daten anpasst. <sup>17</sup> Die Aktivitätsfunktion enthält relevante Ziele, die entsprechend ihrer Bedeutung gewichtet werden können. Aufgrund ihrer wesentlichen Bedeutung für die Konzeption eines Nahmobilitätsindikators werden die Distanz- und die Aktivitätsfunktion sowie die damit verbundenen Herausforderungen bei der Umsetzung im Folgenden näher erläutert.

## 2.2.2. Theoretische Grundlagen der Aktivitäts- und Distanzfunktion bei Gravitationsmodellen

#### 2.2.2.1. Distanzfunktion

Zur Berechnung eines Erreichbarkeitsindikators muss grundsätzlich bekannt sein, welche Kosten zur Distanzüberwindung zwischen Quell- und Zielort anfallen (BRITTON, 2001, S. 16). Gängige Messgrößen sind die räumliche Distanz (in Meter), monetäre Kosten (in Euro) oder Reisezeit (in Minuten) (HANDY & CLIFTON, 2001, S. 68). Häufig werden auch Kombinationen der drei Einflussgrößen in einer vergleichenden Betrachtung gegenübergestellt, beispielsweise ob die kürzeste (Raum), schnellste (Zeit) oder günstigste (Geld) Route gewählt werden soll. Die räumliche Distanz kann auf Basis von Luftlinien (euklidische Distanz) oder tatsächlichen Entfernungen (Netzwerkdistanz) berechnet werden. Die euklidische Distanz wird als Einflussgröße bei Erreichbarkeitsmodellen kritisch gesehen (EL-GENEIDY & LEVINSON, 2006, S. 10), da insbesondere die aufgrund von Hindernissen notwendigen Umwege (z. B. Eisenbahnschienen) unzureichend berücksichtigt werden. Bei tatsächlichen Entfernungen kann wiederum zwischen der kürzesten oder schnellsten Strecke unterschieden werden (IACONO ET AL., 2010, S. 135). Fußgänger reagieren sehr sensitiv auf Umwege, weshalb bei Nahmobilitätsanalysen die kürzeste Strecke als Messwert der Distanzüberwindung zum Aktivitätsziel ausgewählt wird.

Erreichbarkeitsmodelle messen grundsätzlich die Entfernung zwischen dem Quellort und dem Aktivitätsziel. Sind vom Ursprungsort verschiedene Aktivitätsziele gleich weit entfernt, so besteht im Rahmen des Erreichbarkeitsmodells grundsätzlich kein Unterschied, ob diese Ziele dispers oder kumuliert verteilt sind. Die Agglomeration von Aktivitätszielen ist hingegen in der Realität attraktiver, da nach Aufsuchen eines Zieles benachbarte Ziele mit relativ geringem Aufwand ebenfalls erreicht werden können und damit das Kosten-/Zeitbudget der Bewohner weniger stark belastet wird (BARADARAN & RAMJERDI, 2001, S. 37f.). Der Agglomerationseffekt bleibt aber bei Erreichbarkeitsmodellen meist unberücksichtigt. Die tatsächliche Attraktivität von Zielen ist weiter davon abhängig, ob diese "günstig" gelegen sind (BERGLUND, 2001, S. 82f.). Zur Berücksichtigung von Umwegen sind persönliche Informationen über Bewohner (z. B. Arbeitsort, Wohnort) notwendig, weshalb die tatsächliche Bedeutung von Umwegen im Alltag kaum bekannt ist. Das Statistische Bundesamt vermutet, dass Haushaltswege "zum Teil im Anschluss an die Arbeit zurückgelegt werden" (KRAMER, 2004, S. 32). SPISSU ET AL.

Anschauliche Beispiele für verschiedene Widerstandsfunktionen finden sich bei Gould (1969). Bei weiterem Interesse an methodischen Unterschieden von Erreichbarkeitsfunktionen wird auf die Beiträge der Autoren Britton (2001), Baradaran & Ramjerdi (2001) und Handy & Clifton (2001) im Sonderheft Special issue on methodological issues in accessibility des Journals

of Transportation and Statistics (2001) verwiesen.

-

(2007) schlussfolgern auf Basis der "American Time Use Survey" (ATUS) und der "Italian Time Use Survey" (ISTAT), dass die Aktivitäten Sport, Hobby, Erholung oder Einkaufen überwiegend auf dem Weg von der Arbeit nach Hause stattfinden, wobei aufgrund kultureller Einflüsse Differenzen zwischen den Ländern zu beobachten sind. Das BMVBS (2011a, S. 22) kommt für Deutschland zu dem Ergebnis, dass 45% der Personen das Einkaufen mit anderen Aktivitäten koppeln und "37% aller Einkaufswege Teil einer komplexen Wegekette" sind. Umwege, so wichtig diese im Alltag sind, können bei einem Nahmobilitätsindikator nicht berücksichtigt werden, da die zunehmende Komplexität und auch die Rechtfertigung der getroffenen Annahmen die Akzeptanz und Zuverlässigkeit des Indikators im großen Maße beeinträchtigen würden. IACONO ET AL. (2008, S. 27) bringen im Hinblick auf Agglomerationseffekt und Umwege das Dilemma auf den Punkt: "the resulting analysis must make the rather strong (and unrealistic) assumption that all trips are carried out independently of one another". Diese Annahme wird auch in dieser Arbeit getroffen und stellt somit eine bekannte Restriktion von Potentialindikatoren dar.

#### 2.2.2.2. Aktivitätsfunktion

Erreichbarkeit wird grundsätzlich als Zugang oder als Nähe zu Aktivitätszielen bezeichnet. Zur Berechnung eines Erreichbarkeitsindikators sind daher Aktivitätsziele auf der Basis von theoretischen Überlegungen und empirischen Studien auszuwählen. Im ersten Schritt wird daher das theoretische Konstrukt eines Nahmobilitätsindikators festgelegt und definiert. Im zweiten Schritt werden **Dimensionen (= Faktoren)** abgeleitet, die einen Einfluss auf die Nahmobilität erwarten lassen. Im letzten Schritt werden Variablen operationalisiert, die zur Beschreibung der abgeleiteten Dimension geeignet sind. SCHNELL ET AL. (1999, S. 125) beschreiben diesen Vorgang als "Angabe von Meβanweisungen. Die Meßanweisungen müssen sich auf direkt beobachtbare Sachverhalte beziehen. Diese direkt beobachtbaren Sachverhalte werden als Auspräqungen bestimmter Merkmale auf einer Dimension betrachtet, stellen also Variablen dar". Die beobachteten Merkmalsausprägungen der einzelnen Untersuchungsobjekte werden als **Daten** bezeichnet, die später der Analyse zugeführt werden (MAYNTZ ET AL., 1974, S. 35). Variablen müssen den Qualitätsmerkmalen Validität und Reliabilität genügen (MAYNTZ ET AL., 1974, S. 22). Validität bedeutet, dass der Indikator auch den Sachverhalt misst, der gemessen werden soll ("Adäquationsproblem"). Reliabel ist eine Variable, wenn Sachverhalte immer identisch gemessen werden (Kriterium: Genauigkeit) und dies unabhängig von der Person, die die Datenerhebung durchführt (Kriterium: Objektivität). Bei der Auswahl von Variablen aus einer Vielzahl von geeigneten Variablen ("Indikatorenuniversium") sollen diese immer zu vergleichbaren Ergebnissen führen (Konzept der multiplen Indikatoren) (Schnell et al., 1999, S. 127ff.).

Nach der Auswahl von Aktivitätszielen ist eine Bestimmung der Attraktivität notwendig, da erst ein attraktives Ziel als relevantes Ziel in Betracht gezogen wird. Die Attraktivität ist von objektiven und subjektiven Faktoren abhängig (Handy & Clifton, 2001, S. 70f.). Bei einem Lebensmittelladen wären beispielsweise die Ladengröße, die Produktauswahl oder das Preisniveau objektive Attraktivitätsfaktoren; subjektive Faktoren wären hingegen die wahrgenommene Qualität der Produkte, Warteschlagen vor den Kassen oder die Freundlichkeit des Personals. Erst durch die gemeinsame Betrachtung von subjektiven und objektiven Faktoren lässt sich das Attraktivitätspotential eines Ziels aus Sicht der Nutzer/Bewohner quantifizieren. Subjektive und wie auch viele

objektive Attraktivitätsfaktoren stehen aber in der Regel nicht zur Verfügung, weshalb bei Erreichbarkeitsindikatoren Qualitätsunterschiede zwischen den Aktivitätszielen nivelliert werden. Die Aussagekraft gesamtstädtischer Nahmobilitätsindikatoren dürfte durch diese Restriktion nicht beeinträchtigt sein, da in dieser Arbeit angenommen wird, dass Aktivitätsziele mit hoher und niedriger wahrgenommener Attraktivität zufällig im Raum verteilt sind.

Eine weitere Herausforderung ist die Gewichtung von Aktivitätszielen bei integrierten Erreichbarkeitsindikatoren, da diese theoretisch oder empirisch begründet werden müssen und ein Maß für den potentiellen Nutzen eines Aktivitätsziels für Nutzer sind (Baradaran & Ramjerdi, 2001, S. 37). Scoring-Modelle, auch als Nutzwertanalyse bezeichnet, beschreiben einen systematischen Prozess, um heterogene qualitative und quantitative Größen anhand von Punkten (= Score) objektiv vergleichen zu können. Das Vorgehen zur Ermittlung des Scoring-Wertes umfasst vier Arbeitsschritte (Peters et al., 2006, S. 129):

- 1. **Zielkriterienbestimmung:** Auswahl von Aktivitätszielen auf Basis theoretischer oder praktischer Überlegungen.
- 2. **Zielkriteriengewichtung:** Gewichtung von Aktivitätszielen auf Basis theoretischer oder praktischer Überlegungen.
- 3. **Teilnutzenbestimmung:** Teilnutzenbestimmung für Einzelindikatoren durch Multiplikation des Gewichtungsfaktors mit der indiviudellen Zielerreichung, welche mittels Nominal-, Ordinal- oder Kardinalskalen bestimmt werden kann.
- 4. Nutzwertermittlung: Addition der Teilnutzen zum Gesamtnutzen.

Der Vorteil des Scoring-Verfahrens liegt in der Berücksichtigung verschiedener Skalen sowie in der transparenten und nachvollziehbaren Herleitung des Gesamtergebnisses. Nachteilig ist die subjektive Auswahl und Gewichtung der Indikatoren. Eine ergänzende Sensitivitätsanalyse kann untersuchen, ob sich die Rangfolge der Ergebnisse bei anderer Auswahl und Gewichtung ändert. Ein weiteres Problem stellt die Operationalisierbarkeit einzelner Indikatoren mit verschiedenen Merkmalsausprägungen dar, da meist nur eine Merkmalsausprägung berücksichtigt werden kann.

#### 2.2.3. Fazit

Handy & Clifton (2001, S. 68) erklären das Grundprinzip der Erreichbarkeit folgendermaßen: "accessibility reflects the ease of reaching needed or desired activities and thus reflects characteristics of both the land-use system (where activities are located) and the transportation system (how the locations of activities are linked)". Die Herausforderung besteht darin, geeignete Aktivitätsziele auszuwählen und eine Distanzfunktion zu bestimmen. Erreichbarkeitsindikatoren lassen sich in Angebots- und Gebrauchsindikatoren unterscheiden. Gebrauchsindikatoren sind für stadtweite Untersuchungen ungeeignet, Angebotsindikatoren messen hingegen nur das Potential an tatsächlichen Nutzungen, wobei implizit davon ausgegangen wird, dass mit einem größeren Angebot an Zielen auch die tatsächliche Nutzung zunimmt. Angebotsindikatoren, von denen insbesondere das Gravitationsmodell bekannt ist, haben in der Regel einen geringen Datenbedarf, sind gut interpretierbar und für stadtweite Untersuchungen geeignet. Die beschriebenen Anforderungen und Restriktionen bei Erreichbarkeitsindikatoren beziehen sich meist auf theoretische oder praktische Überlegungen zur Modellierung eines Indikators für das

Verkehrsmittel MIV. Grundsätzlich lassen sich die theoretischen Überlegungen auch auf einen Nahmobilitätsindikator übertragen, allerdings sind für einen Erreichbarkeitsindikator für Fußgänger weitere Spezifika zu beachten (IACONO ET AL., 2010). Die Bereitschaft zum Gehen ist nämlich von zahlreichen Einflussfaktoren abhängig, die bewusst oder unbewusst die Entscheidung der Verkehrsmittelwahl beeinflussen und in Abbildung 4 zu sehen sind. Diese Faktoren lassen sich in Eigenschaften des Fußgängers, Begleitumstände, Umfeldbedingungen und Wegezweck differenzieren. Viele der genannten Einflussfaktoren können allerdings in dieser Arbeit aufgrund fehlender Daten (z. B. Belastung durch Gepäck), subjektiven Wahrnehmungen (z. B. Beleuchtungsverhältnisse) oder weil diese nicht dauerhaft vorliegen (z. B. Tageszeit) bei der Konzeption des Nahmobilitätsindikators nicht berücksichtigt werden. Aktivitätsziele werden daher nur berücksichtigt, wenn diese dauerhaft<sup>18</sup> vorliegen, damit der Nahmobilitätsindikator für einen kurz- bis mittelfristigen Zeitraum Gültigkeit besitzt. Im nächsten Abschnitt werden diese speziellen Restriktionen dargestellt und der Umgang mit ihnen erläutert.

Eigenschaften des Fußgängers Begleitumstände Schutz- und Sicherheitsbedürfnis Gehen in Gruppen oder Alleine Gesundheitszustand Gehen, Bummeln, Flanieren Belastung durch Gepäck Erholungsgrad Charakter Begleitung von Kindern Alter PKW-Verfügbarkeit Länge des Weges Termine Umfeldbedingungen Wegezweck Tageszeit Freizeitweg Versorgungsweg Witterung Siedlungsgröße Beruf, Ausbildung Geschäfts- und Dienstweg Zustand der Oberfläche Fahrbahnüberquerungen Weg zu andern Verkehrsmitteln Beleuchtungsverhältnisse Attraktivität der Umgebung Steigungen von Treppen und Rampen

Abbildung 4: Einflussfaktoren auf die Verkehrsmittelwahl

Eigene Darstellung. Quelle: Weidmann (1993, S. 43), ILS NRW (2001, S. 9), Geurs & van Wee (2004, S. 128).

## 2.3. Konzeption des Nahmobilitätsindikators

In diesem Abschnitt wird der Nahmobilitätsindikator "Walk Score" beschrieben sowie daran anschließend eine eigene Distanz- und Aktivitätsfunktion hergeleitet. Im Ergebnis wird ein für Deutschland angepasster Nahmobilitätsindikator konzipiert. Am Ende des Abschnitts erfolgt eine Kurzdarstellung, wie der Nahmobilitätsindikator in einem Geografischen Informationssystem (GIS) berechnet werden kann.

Diese Begriffsdefinition schließt auch über einen längeren Zeitraum regelmäßig wiederkehrende Aktivitätsziele ein, wie z.B. einen Wochenmarkt.

## 2.3.1. Beschreibung des Nahmobilitätsindikators "Walk Score"

Im Erreichbarkeitsmodell von "Walk Score" werden neun relevante Aktivitätsziele berücksichtigt, deren Gewichtung von der Bedeutung der Aktivitätsziele im Alltag abhängig ist (Walk Score, 2011). Hierbei wird zwischen Aktivitätszielen differenziert, die durch ein einmaliges Vorhandensein den Bedarf decken können (z. B. Bäcker) und solchen, die mehrfach vorhanden sein sollten (z. B. Restaurant), um eine Auswahl bieten zu können. Bei Aktivitätszielen mit mehreren Teilzielen nimmt der Grenznutzen (= Teilgewichtung) mit jedem weiteren Aktivitätsziel ab (Tab. 2).

Die Teilgewichtung eines Lebensmittelgeschäftes am Endergebnis beträgt 20% und deutet auf die hohe Bedeutung des Lebensmitteleinkaufs im Alltag hin. "Walk Score" berücksichtigt weiter zehn Restaurants mit einer Teilgewichtung von insgesamt 20%. Die Erreichbarkeit von fünf Einkaufsmöglichkeiten aller Art und die Erreichbarkeit von zwei Cafés haben jeweils eine Teilgewichtung von je 13,3%. Die Aktivitätsfunktion beinhaltet darüber hinaus noch eine Bank, Park- und Grünflächen, eine Schule, einen Buchladen sowie Unterhaltungsmöglichkeiten mit einem Teilgewicht von je 6,7%. In dem Indikator werden somit öffentliche (z. B. Schulen) und privatwirtschaftliche Aktivitätsziele (z. B. Restaurants) berücksichtigt.

Tabelle 2: Konzeption der Aktivitätsfunktion bei Walk Score

${f A}$ ktivitätsziel	Gewicht	Teilgewichtung
Lebensmittel	3	3
Restaurants	3	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$
Einkaufsmöglichkeiter	n 2	$0.50 \mid 0.45 \mid 0.40 \mid 0.35 \mid 0.30$
Café	2	$1,25 \mid 0,75$
$\operatorname{Bank}$	1	1
Park	1	1
$\operatorname{Schule}$	1	1
Buchladen	1	1
${\bf Unterhaltung}$	1	1
Summe	15	15

Eigene Darstellung. Quelle: WALK Score (2011)

Für die Konzeption der Distanzfunktion nimmt "Walk Score" eine durchschnittliche Gehgeschwindigkeit von 4,83 km/h (3 mph) an. Zu Fuß können bis zu 2.400 m entfernte Ziele innerhalb von 30 Minuten erreicht werden. Das Gewicht (= Bedeutung) eines Ziels nimmt dabei mit zunehmender Entfernung ab (Abb. 5). Darin spiegelt sich die Alltagserfahrung, dass nahe Ziele häufiger aufgesucht werden als weiter entfernte. Mithilfe der Aktivitäts- und Distanzfunktion werden standortindividuelle Nahmobilitätswerte berechnet. Diese können anschließend um bis zu 10% reduziert werden, falls in der Umgegung nur wenige Kreuzungen oder sehr lange Straßenfronten (= Blocklängen) zu finden sind, die dem Fußgänger nur eine eingeschränkte Wahlmöglichkeit bei der Wegefindung erlauben. Nach Abzug der Strafpunkte wird der endgültige "Walk Score" berechnet.

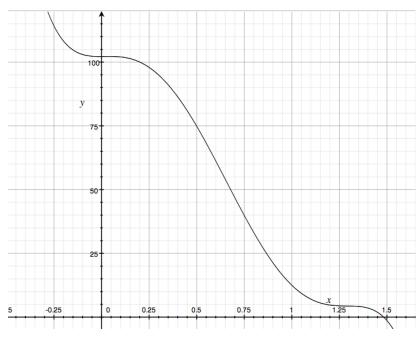


Abbildung 5: Distanzfunktion von Walk Score

Eigene Darstellung. Quelle: WALK Score (2011).

#### 2.3.2. Distanzfunktion

Die mathematisch Herleitung der Distanzfunktion erfolgt argumentativ auf Basis von Sekundäranalysen und wissenschaftlichen Studien (Punkt 2.3.2.2). Dabei werden werden mit den Eigenschaften des Fußgängers, den Umfeldbedingungen und Begleitumständen die wichtigsten in Abbildung 4 genannten Einflussfaktoren berücksichtigt.

## 2.3.2.1. Einflussfaktoren auf die Verkehrsmittelwahl Gehen

#### 2.3.2.1.1 Eigenschaften des Fußgängers

#### Physische Kondition/Behinderungen

Die Physis eines Menschen und damit die Fähigkeit zu Fuß zu gehen wirkt sich direkt auf die Bereitschaft zu gehen aus. Weidmann (1993, S. 87) unterteilt die Verkehrsbehinderten in zwei Gruppen, die insgesamt etwa ein Viertel der Bevölkerung umfassen. "Behinderte im weiteren Sinne" sind Kleinkinder, ältere Menschen, Schwangere, Personen mit Gepäck und Ortsunkundige. "Behinderte im engeren Sinn" sind Körper-, Seh-, und Hörbehinderte sowie geistig behinderte Menschen. Die physische Kondition kann nicht mittelbar in einem Nahmobilitätsindikator berücksichtigt werden.

## Alter und Gehgeschwindigkeit

Die körperliche Leistungsfähigkeit ist zwischen dem 18. und 40. Lebensjahr am höchsten, danach sinkt diese kontinuierlich. HochbetagtePersonen haben daher eine um bis zu 50% geringere Gehgeschwindigkeit als der Durchschnittsbürger (WEIDMANN, 1993, S. 45). Die Durchschnittsgeschwindigkeit von älteren Frauen ist mit 4,3 km/h am geringsten

und von jungen Männern mit 5,6 km/h am höchsten, wobei die Varianz innerhalb der Gruppen selbst groß ist (Knoblauch et al., 1995). Weidmann (1993, S. 87) gibt nach einem Literaturvergleich die Durchschnittsgeschwindigkeit eines Fußgängers mit 4,83 km/h bei einer Standardabweichung von  $\pm$  0,94 km/h an. Damit legt ein Fußgänger innerhalb von 5 Minuten eine Wegstrecke von 402 m  $\pm$  78 m zurück. Es gibt damit keine Normgeschwindigkeit, sondern die "Geschwindigkeiten der einzelnen Fussgänger zeigen eine Normalverteilung um den Mittelwert" (Weidmann, 1993, S. 88). Vor diesem Hintergrund wird in der vorliegenden Arbeit die von Walk Score (2011) zu Grunde gelegte Referenzgeschwindigkeit von 4,83 km/h für die Konzeption einer eigenen Distanzfunktion als zu hoch angesehen. Eine Referenzgeschwindigkeit von 3,89 km/h erscheint als Annahme zur Herleitung der Distanzfunktion geeigneter, da diese von 85% der Bevölkerung tatsächlich erreicht werden kann. Innerhalb von 30 Minuten kann damit eine Wegstrecke von ca. 2000 m zurückgelegt werden.  $^{20}$ 

#### Kriminalität und Kriminalitätsfurcht

SKOGAN (1999, S. 50), STEPHENS (1999, S. 60) und CORNELISSEN (2005, S. 663f.) untersuchten die Auswirkungen von Kriminalität und die Angst vor Kriminalität und kamen zu dem Ergebnis, dass sich von den von ihnen befragten Personen 30–55% in der Nacht und 6% tagsüber unsicher fühlen. Dies wirkt sich negativ auf die Bereitschaft zu gehen aus. Von Kriminalitätsfurcht betroffene Personen entwickeln in der Regel zwei Gegenstrategien: Sie vermeiden bei jeder Gelegenheit zu Fuß zu laufen oder treffen präventive Maßnahmen, indem sie beispielsweise nie alleine unterwegs sind (SKOGAN, 1999, S. 47). Wegen fehlender Daten wird die Kriminalitätsfurcht bei der Konzeption des Nahmobilitätsindikators nicht berücksichtigt, bietet aber Anknüpfungspunkte bei einer Weiterentwicklung an.<sup>21</sup>

### 2.3.2.1.2 Umfeldbedingungen

#### Attraktivität der Umgebung

Unter einer attraktiven Nachbarschaft wird häufig ein kleinteiliges Quartier mit Nutzungsmischung verstanden (Duany & Plater-Zyberk, 1996). In ihrem Buch *Great Streets* beschreibt Jacobs (1996, S. 363) anschaulich, welche Eigenschaften attraktive Quartiersstraßen aufweisen sollten:

"Great neighbourhood streets would be the foci for people of a smaller geographic area of a city, conceivably an area as small as the street itself. A great

Eine Studie im Auftrag der Stadt Frankfurt veranschaulicht die unterschiedlichen Gehgeschwindigkeiten verschiedener Zielgruppen anhand der innerhalb von 5 Minuten zurückgelegten Wegstrecke: Gesunde Erwachsene ca. 400 bis 500 m; Mutter mit Kind und Kinderwagen ca. 280 m; Rentnerin mit Gehstock ca. 210 m; Sehbehinderter ca. 180 m (Planersocietät-Stadtplanung, 2006, S. 12).

Bei "Walk Score" werden Aktivitätsziele mit einer Entfernung zwischen 2.000 m bis 2.400 m mit 5% gewichtet und haben damit nur einen geringen Einfluss auf das Gesamtergebnis.

Microsoft hat mit der "Pedestrian route production" ein Routenführungspatent eingereicht, dass in der Presse als "Avoid Crime-Ridden-Areas-Feature" bezeichnet wird (Tashev et al., 2012). Der Nutzer kann festlegen, ob "gefährliche" Gebiete bei der Routenführung gemieden werden sollen. Bei der Weiterentwicklung eines Nahmobilitätsindikators könnten beispielsweise Aktivitätsziele ausgeschlossen oder mit einem Malus belegt werden, wenn sich diese in "gefährlichen" Gebieten befinden.

street should be a most desirable place to be, to spend time, to live, to play, to work, at the same time [...]. A great street is physically comfortable and safe. A great street might be cooler, more shady than another street on a hot summer day and therefore more pleasant to be on. [...] One shouldn't have to worry about being hit by a car or truck or about tripping on the pavement or about some other physical thing built into the street being unsafe. [...] Light, by all means, to see the way and to see others, and ramps rather than steps where helpful for the comfort and safety of handicapped and elderly."

Wie das Zitat zeigt, wird ohne Zweifel die Entscheidung zu Fuß zu gehen durch attraktive Straßen, Plätze und Gebäude positiv beeinflusst. Die Beschreibung führt aber auch vor Augen, dass sich die Attraktivitätsmessung von Straßen weitestgehend einer Quantifizierung entzieht, auch wenn es vereinzelt wissenschaftliche Ansätze zur objektiven Messung gibt (vgl. Aurbach, 2005; Porta & Renne, 2005).<sup>22</sup> Diese sind aufgrund aufwändiger Erhebungsmethoden für stadtweite Untersuchungen ungeeignet (DINKEL & Tran, 2014, S. 129). Daher bleibt die Attraktivität von Straßen bei der Konzeption eines Nahmobilitätsindikators unberücksichtigt und stellt eine Restriktion dieser Arbeit dar.

#### Siedlungsgröße

Die Siedlungsgröße, definiert als die Einwohneranzahl einer Stadt, beeinflusst ebenfalls die Bereitschaft zu gehen. Bis zu einer Entfernung von 400 m ist das Zufußgehen unabhängig von der Siedlungsgröße das bevorzugte Verkehrsmittel. Ab 400 m ist bei der Verkehrsmittelwahl ein Einfluss der Siedlungsgröße festzustellen (Tab. 3).

Tabelle 3: Anteil der Wege zu Fuß beim Modal Split nach Wegelänge und Gemeindegröße (nur Personen mit ständiger Pkw-Verfügbarkeit)

Einwohner	$\begin{array}{c} \text{bis } 0,4 \\ \text{km} \end{array}$	0,4 bis 0,8 km	0,8 bis 1,0 km	1 bis 2 km	$\begin{array}{c} 2 \text{ bis } 5 \\ \text{km} \end{array}$
< 20.000	71	56	25	10	4
20.000 bis 100.000 100.000 bis 500.000	$\frac{86}{82}$	57 60	$\frac{27}{36}$	$\frac{12}{28}$	5 7
> 500.000	95	72	40	22	4

Eigene Darstellung. Quelle: BMVBS (2011a, S. 19).

In Orten mit niedriger Einwohnerzahl wird häufiger und früher auf den MIV umgestiegen als in größeren Städten. Distanzen über 2 km werden unabhängig von der Siedlungsgröße nur noch in Ausnahmefällen per Fuß zurückgelegt. Die höhere Attraktivität des MIV in kleineren Städten kann auf eine geringere Attraktivität des ÖPNV und einen geringeren Verkehrsdruck (z. B. Parkplatzsuche) und damit verbunden einer höheren durchschnittlichen Reisegeschwindigkeit als in Ballungsräumen erklärt werden (Scheiner, 2010, S. 81). Zudem ist das Zufußgehen nach der feature-accumulation Hypothese

PORTA & RENNE (2005) nennen beispielsweise folgende Kriterien: Anteil des Himmels im Blickfeld eines Fußgängers, Flächenanteil von Schaufenstern im Erdgeschoß, Straßenbreite, Anzahl der Sitzgelegenheiten im Blickfeld eines Fußgängers, "aggressiv" erscheinende Pkw-Infrastruktureinrichtungen (z. B. Tankstellen).

in größeren Städten meist attraktiver, da auf der Wegstrecke eine größere Abwechslung besteht und damit der Weg an sich schon ein Ereignis darstellt (CROMPTON, 2006). Die Studie "Mobilität in Deutschland" kommt ebenfalls zu dem Ergebnis, dass die Nahmobilität in kleineren Gemeinden eine geringe Bedeutung hat (INFAS/DLR, 2010a, S. 45).

Dieses Ergebnis wird durch eine selbst durchgeführte Sekundärauswertung des Datensatzes "LebensRäume" (BÖLTKEN ET AL., 2007) plausibilisiert, welche die Verkehrsmittelwahl in Abhängigkeit der Lage und des Haustyps untersucht (Tab. 4). Die erste Schlussfolgerung ist, dass im Alltag Innenstadtbewohner häufiger Zufußgehen als Stadtrandbewohner. In der Innenstadt gehen 13 bis 18% der Bewohner täglich zu Fuß, am Standrand liegt der Anteil mit etwa 8 bis 12% etwa 5 Prozentpunkte niedriger. Dementsprechend variiert die Bedeutung anderer Verkehrsmittel. Nur 40 bis 54% der Innenstadtbewohner, aber 53 bis 70% der Stadtrandbewohner nutzen täglich ein Auto. Neben diesem Innenstadt-Stadtrand-Gefälle ist auch ein Haus-Wohnungs-Gefälle bei der Verkehrsmittelwahl zu beobachten. Im gleichen Gebietstyp gehen Bewohner von Wohnungen (MFH 3–8 WE, MFH >8 WE) häufiger zu Fuß und nutzen seltener das Auto als Bewohner von Häusern (EFH, RH). Damit ist die Annahme verbunden, dass der wahrgenommene Nutzen einer fußläufigen Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele für Bewohner von Wohnungen grundsätzlich größer ist als für Bewohner von Häusern und dies unabhängig vom Raumtyp.

Tabelle 4: Tägliche Nutzung von Verkehrsmitteln in Abhängigkeit von der Wohnlage in der Stadt (ab 20.000 Einwohner) und vom Haustyp (Erhebungsjahr 2003)

N = 2.759	Tägliche Nutzung des genannten Verkehrsmittels	$\mathrm{EFH/RH}$	MFH (3–8 WE)	MFH (>8 WE)
	Pkw	54%	45%	40%
$_{ m Innenstadt}$	$\operatorname{Fahrrad}$	21%	14%	16%
	Fuß	15%	18%	13%
	Pkw	60%	47%	46%
dazwischen	Fahrrad	17%	11%	16%
	Fuß	9%	16%	12%
	Pkw	70%	60%	53%
Stadtrand	Fahrrad	13%	10%	9%
	Fuß	8%	10%	12%

Anmerkung: Die Fallgruppe Innenstadt-EFH/RH enthält nur 68 Fälle; die anderen Fallgruppen enthalten mind. 200 Fälle.

Eigene Darstellung. Datenquelle: BÖLTKEN ET AL. (2007).

## Kreuzungen (Knoten)

Die Bereitschaft zu gehen wird durch die Bebauungsstruktur und Möglichkeiten der Wegewahl durch Kreuzungen einerseits positiv beeinflusst. Andererseits können Kreuzungen beim Gehen mit Nachteilen verbunden sein, da beispielsweise Ampeln mit einer zusätzlichen Wartezeit verbunden sein können (MITCHELL, 1999, S. 135ff.). Damit

haben Kreuzungen einen bipolaren Charakter, da mit ihnen Nachteile und Vorteile verbunden sind. In dieser Arbeit wird die Annahme vertreten, dass sich die Vor- und Nachteile aufwiegen, weshalb das Durchlaufen eines Knotens (= Kreuzung) weder mit einem Bonus noch mit einem Malus versehen wird.<sup>23</sup>

#### 2.3.2.1.3 Begleitumstände

#### Pkw-Verfügbarkeit

Die "MiD"-Studie hat zum Ergebnis, dass über 90% der 25- bis 65-Jährigen einen Führerschein besitzen, während dies bei Personen in den Alterskohorten 18-24 Jahre und über 65-Jahre eher seltener der Fall ist (INFAS/DLR, 2010b). Allerdings verfügen nicht alle Personen mit Führerschein auch tatsächlich ständig oder gelegentlich über einen Pkw, weshalb in allen Alterskohorten (ab 18 Jahren) ca. 10% bis 25% der Bevölkerung auf alternative Mobilitätsformen angewiesen sind. In Groß- und Kernstädten besitzen weniger Personen einen Führerschein. Zudem besitzen sie seltener einen Pkw als gleichaltrige Personen, die auf dem Land leben. So verfügen in urbanen Räumen 35% der 18bis 24-Jährigen, 25% der 25- bis 44-Jährigen und 33% der über 65-Jährigen über kein eigenes Auto, weshalb alternative Mobilitätsformen insbesondere in urbanen Räumen von hoher Bedeutung sind. Das ifmo-Institut (INSTITUT FÜR MOBILITÄTSFORSCHUNG, 2011, S. 10), eine Forschungseinrichtung der BMW Group, kommt zu dem Ergebnis, dass der eigene PKW als Statussymbol bei jungen Menschen an Bedeutung verliert. Deffner (2011, S. 363) oder Bracher (2011, S. 276) ergänzen diesen Befund, dass ein eigenes Auto in urbanen Räumen zunehmend als verzichtbar angesehen wird und nur noch etwa die Hälfte der Wege mit einem Pkw zurückgelegt werden.

Trotz des beobachbaren Mentalitätswandels beim Mobilitätsverhalten ist die Pkw-Besitzlosigkeit bei ca. 80% der Personen ohne eigenen Pkw ungewollt. Gründe sind meistens die hohen Kosten für den Pkw-Unterhalt oder gesundheitliche Einschränkungen (INFAS/DLR, 2010a, S. 58). Damit sind einerseits ältere, ärmere und gesundheitlich beeinträchtigte Personen auf die fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele angewiesen, weil bei ihnen keine Wahlfreiheit bei der Mobilitätswahl besteht (DAUBITZ, 2011). Andererseits gewinnt Nahmobilität zunehmend auch für junge, gut ausgebildete Personen an Bedeutung, da durch eine gute fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele das verfügbare Zeitbudget optimiert werden kann. Infolgedessen stellen Personen ohne ständige Pkw-Verfügbarkeit andere Anforderungen an ihre Umwelt als Haushalte mit Pkw. Die Studie "Nahversorgung und Nahmobilität" (BMVBS, 2011a, S. 17) hat zum Ergebnis, dass die Verkehrsmittelwahl beim Einkaufen maßgeblich durch die Verfügbarkeit eines eigenen Pkw beeinflusst wird (Tab. 5). Personen ohne Pkw bevorzugen beim Einkauf das Zufußgehen bis zu einer Weglänge von 1 km. Bei größeren Distanzen wird zunehmend auf das Fahrrad und den öffentlichen Verkehr umgestiegen. Etwa 50% der Personen, die einen eigenen Pkw besitzen, nutzen diesen bereits ab Entfernungen größer 600 m. Ebenfalls wird in urbanen Räumen auch bei Pkw-Besitz häufiger zu Fuß gegangen als in ländlichen Räumen. Diese Schlussfolgerungen werden durch die Dissertation von GLOSSNER (2014, S. 236 ff.) gestützt, der das Mobilitätsverhalten gewerblicher Mieter analysierte und diese nach der Wichtigkeit (1 = sehr wichtig,

Die Methodik des "Walk Score" belegt eine geringe Dichte an Abbiegemöglichkeiten mit einem Malus, da die Wegefindung eingeschränkt ist (WALK SCORE, 2011, S. 7).

Diese Inkonsistenz in der Datenreihe ist nicht erklärbar.

Tabelle 5: Anteil der Wege zu Fuß beim Modal Split bei Einkaufswegen in % nach Wegelänge (in km) und Pkw-Verfügbarkeit

	bis $0,2$	0,2 bis	0.4  bis	0,6 bis	0.8 bis	1,0 bis	1,5 bis
		$^{0,4}$	0,6	0,8	1,0	1,5	$^{2,0}$
Kein Pkw	94	86	79	$89^{24}$	63	43	41
Pkw	98	84	60	49	43	36	22
$({ m eingeschr} \ddot{ m a}{ m nkt})$							
Pkw (vorhanden)	86	76	62	54	29	17	14

Eigene Darstellung. Quelle: BMVBS (2011a, S. 17).

..., 5 = unwichtig) einzelner Standortfaktoren befragte. Die fußläufige Erreichbarkeit wird von Mietern in Innenstadtstandorten (1,53) als wichtiger erachtet als von Mietern am Stadtrand (3,00) oder der Peripherie (2,33). Ebenso ist für die Mieter kleinteiliger nicht filialisierter Fach- und Spezialgeschäfte (1,33) die fußläufige Erreichbarkeit wichtiger als für die Mieter von Supermärkten (2,50) oder SB-Warenhäusern (3,20). Diese Aussage korrespondiert mit dem Ergebnis, dass für die Mieter kleiner Geschäfte mit bis zu 100 qm Verkaufsfläche die fußläufige Erreichbarkeit sehr wichtig ist (1,00), mit zunehmender Verkaufsflächengröße aber an Bedeutung verliert (z. B. 501–1.000 qm (2,29)). Die Aussagen der Handelsexperten spiegeln damit die Aussagen der Bewohnerbefragungen wieder, dass in urbanen Räumen häufiger zu Fuß gegangen wird als an autoorientierten Standorten.

#### Länge des Weges

In weiteren empirischen Befragungen wurden Personen nach der Akzeptanz fußläufiger Entfernungen zu Aktivitätszielen befragt. Dabei kam heraus, dass bereits ab einer Entfernung von 200 m zur nächsten Einkaufsmöglichkeit die Zufriedenheit sinkt und ab einer Entfernung von "1.200 m kann im Grunde bereits nicht mehr von einer eingeschränkten, sondern einer fehlenden Nahversorgung im Wohngebiet gesprochen werden" (BMVBS, 2011a, S. 27). Ziele bis 600 m werden überwiegend noch als gut erreichbar eingeschätzt. Die Zufriedenheit mit Einkaufsgelegenheiten zwischen 1.200 m bis 2.000 m und über 2.000 m ist ähnlich – mit beiden sind die Befragten eher unzufrieden. Der oben genannten Befragung liegt die plausible Annahme zu Grunde, dass die Bereitschaft zu gehen mit der Distanz korreliert. Ist diese zu groß, fällt die Wahl auf ein anderes Verkehrsmittel. In Einzelhandelsanalysen sind weiter die Entfernungen 400 m und 800 m oder 10 bis 15 Gehminuten als Richtgrößen etabliert, da angenommen wird, dass längere Distanzen oder Gehzeiten vom Kunden nicht akzeptiert werden (SMWA, 2007, S. 12). Weitere Experten erachten zur Eingrenzung eines Nahversorgungsbereiches sogar nur drei oder fünf Gehminuten als erstrebenswert oder alternativ Entfernungen von bis zu drei Busstationen (Bomke, 13.09.2012). In der Publikation Nahversorgung in Bayern wird als Richtwert für eine fußläufige Erreichbarkeit eine maximale Entfernung von 1.000 m angenommen (STMWI, 2011, S. 35). Kuschnerus (2009, S. 24) hält hingegen in Anlehnung an ein Urteil des Bundesverwaltungsgerichtes die genannten Pauschalwerte für ungeeignet, da eine "für alle Anwendungsfälle einheitliche Beschreibung dessen, was unmittelbarer Nahbereich ist", nicht existiert.

IACONO ET AL. (2008) analysierten Daten der US-amerikanische "Travel Behavior Inventory" (TBI) und der "Non-Motorized Pilot Program Survey" (NMPP) und zeigen damit, dass ca. 90% der Fußwege bei Wegezwecken wie "Arbeiten", "Einkaufen", "Essen gehen" und "Schule" nicht länger als 1.000 m sind. Bei freizeitorientierten Wegezwecken wie "Unterhaltung", "Erholung" oder "Sport" werden längere Distanzen zu Fuß gegangen, da möglicherweise ein größeres Zeitbudget zur Verfügung steht und der Weg selbst schon als Teil der Freizeit angesehen wird. Damit kommen IACONO ET AL. (2008, S. 12) für die USA zu einem ähnlichen Ergebnis wie die Studie "Mobilität in Deutschland" (INFAS/DLR, 2010a, S. 17) und folgern "that individuals may be willing to walk considerably greater distances than the 0,25 mile threshold considered a standard in planning practice, in order to pursue common activities such as shopping and restaurant trips."

Die Bereitschaft zum Gehen wird weiter nicht nur von der tatsächlichen, sondern auch von der wahrgenommenen Entfernung beeinflusst. Eine Studie der Stadt Bamberg hat zum Ergebnis, dass Fußgänger Wegstrecken tendenziell überschätzen (STADT BAM-BERG, 1999, S. 12). Dieses Phänomen versucht die feature-accumulation-Theorie zu erklären (Crompton, 2006). Laut dieser wird die Wegstrecke (unbewusst) in Zwischenstrecken mit einprägsamen Anfangs- und Endpunkten unterteilt, z.B. eine Ampel oder ein schönes Gebäude. Je häufiger eine Person eine Strecke zu Fuß gegangen ist, desto mehr features (Besonderheiten) sind bekannt, sodass die Wegstrecke zunehmend länger eingeschätzt wird. Eine empirische Untersuchung des Verkehrsverhaltens in Gent (Belgien) hat ebenfalls zum Ergebnis, dass Fußgänger Distanzen bis zu einem Kilometer überschätzen und Entfernungen zwischen 1 bis 2 km unterschätzen (WITLOX, 2007, S. 181). Dies führt zur Annahme, dass Fußgänger bei kurzen Strecken einen hohen Raumwiderstand wahrnehmen. Bei längeren Strecken nimmt der Raumwiderstand dagegen tendenziell ab. Der Raumwiderstand bezeichnet in dieser Arbeit die Akzeptanzschwelle ("Hürde") zwischen zwei Entfernungen. So ist dieser beispielsweise zwischen 300 und 400 m sehr groß, sobald Personen aber sehr weite Strecken gehen, sind diese weitgehend indifferent, ob das Ziel nun 1.500 oder 1.600 m entfernt liegt.

## 2.3.2.2. Herleitung und Beschreibung der Distanzfunktion

Trotz aller Unterschiede in Detailfragen lassen sich die Ergebnisse der vorhandenen Studien wie folgt zusammenfassen und stellen die Annahmen für die Konzeption der Distanzfunktion in dieser Arbeit dar:

- Aktivitätsziele sollten nicht weiter als 2.000 m entfernt sein, damit 85% der Bevölkerung diese in max. 30 Minuten Gehzeit erreichen können.
- Beim Lebensmitteleinkauf sind die Einzugsbereiche von 400 m und 800 m zu berücksichtigen. Ab einer Distanz von 1.200 m wird von einer fehlenden Nahversorgung gesprochen.
- Mit zunehmender Siedlungsgröße gehen Bewohner längere Wege zu Fuß.
- Bewohner ohne Pkw sind bereit länger zu Fuß zu gehen, allerdings nimmt die Zufriedenheit ab 1.200 m ab.
- Bewohner akzeptieren in der Freizeit längere Fußwege als beim Einkauf.

 $\bullet$  Schulwege können bis zu 2.000 m betragen, da erst ab dieser Distanz die Beförderung von der Kommune übernommen wird.  $^{25}$ 

Die Aufzählung verdeutlicht, dass es keine allgemeingültige Distanzfunktion geben kann, sondern jede gewählte Distanzfunktion mit Unsicherheiten verbunden ist, da prinzipiell für jedes Aktivitätsziel eine eigene Distanzfunktion abgeleitet werden müsste. Die Konzeption verschiedener Distanzfunktionen wird aus zwei Gründen abgelehnt. Erstens würden diese das Bild suggerieren, dass diese empirisch belegt sind, was nachweislich nicht der Fall ist. Zweitens soll die Konzeption des Nahmobilitätsindikators in dieser Arbeit einfach und nachvollziehbar sein. Die Herleitung der Distanzfunktion orientiert sich daher an folgenden Punkten:

- Bis 100 m: Aktivitätsziel ist sehr gut erreichbar.
- 1. Akzeptanzschwelle (400 m): Ziel wird nicht mehr als "nah" eingeschätzt.
- 400 m bis 1.200 m: starker Rückgang der Bereitschaft zu gehen (hoher Raumwiderstand).
- 2. Akzeptanzschwelle (1.200 m): es erfolgt ein starker Wechsel auf andere Verkehrsmittel.
- 1.200 m bis 1.500 m: starker Rückgang der Bereitschaft zu Fuß zu gehen.
- Ab 1.500 m: Aktivitätsziel wird nur noch als "weit" empfunden; wenige Personen gehen zu Fuß.
- 3. Akzeptanzschwelle (2.000 m): Das Zufußgehen wird bei der Verkehrsmittelwahl nicht mehr berücksichtigt.

## 2.3.2.3. Konzeption der Distanzfunktion

Aufgrund der Vorüberlegungen wird für jede Distanz in 100 m-Schritten ein Scoring-Wert festgelegt. Die Summe des Raumwiderstandes ergibt 100, d. h. sobald dieser Wert erreicht ist, hier bei 2.000 m, ist davon auszugehen, dass zum Erreichen dieses Aktivitätsziels das Zufußgehen bei der Verkehrsmittelwahl nicht mehr berücksichtigt wird. Die 20 Datenpunkte werden durch eine Polynomfunktion bestmöglich angenähert ( $R^2 = 0.999$ ), sodass die Distanzfunktion mathematisch exakt beschrieben ist. <sup>26</sup> Die mathematische Formel der Distanzfunktion lautet:

$$y = -0,00000000014x^{4} + 0,000000068825x^{3} - 0,00010212855x^{2} - 0,01126674008x + 101,547$$
(2.3)

-

Nach §69 Abs. 2 Schulgesetz RLP ist ein Schulweg ohne Beförderung nicht zumutbar, wenn die Entfernung zwischen Elternhaus und Schule mind. 2 km (Grundschule, Realschule, Primarstufe 1 Gymnasium) bzw. 4 km (Primarstufe 2 Gymnasium) beträgt.

Bei Distanzwerten kleiner 92 m beträgt die Gewichtung über 100 Punkte; diese Werte bekommen daher den Wert 100 Punkte zugewiesen.

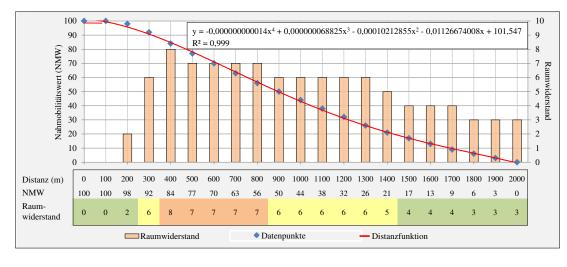


Abbildung 6: Distanzfuntion der Nahmobilitätsfunktion

Eigene Darstellung.

#### 2.3.3. Aktivitätsfunktion

## 2.3.3.1. Relevante Aktivitätsziele aus Sicht von Bewohnern, Maklern, Kaufinteressenten und der Politik

Ein wichtiger Einflussfaktor bei der Verkehrsmittelwahl ist der Wegezweck (Grund der Mobilität) (INFAS/DLR, 2010a, S. 121). Wege zur Arbeit und dienstliche Wege werden überwiegend mit dem MIV zurückgelegt. Bei privaten Erledigungen, der Ausbildung, dem Einkauf und in der Freizeit werden hingegen 24% bis 33% der Wege zu Fuß zurückgelegt (Abb. 7). Daraus wird abgeleitet, dass ein Nahmobilitätindikator, der die Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele misst, insbesondere Ziele aus den Bereichen Ausbildung, Erledigungen, Einkauf und Freizeit beinhalten sollte. Bei der Konzeption einer Aktivitätsfunktion ist damit aus einem Bündel von potentiellen Aktivitätszielen eine repräsentative Auswahl zu treffen, die mit einer hohen Genauigkeit auch das tatsächliche Aktivitätspotential eines Standortes wiedergibt. Gleichzeitig sollen die ausgewählten Aktivitätsziele bedeutsame Wohnstandortkriterien darstellen. Hinweise auf relevante Aktivitätsziele sind insbesondere bei Bewohnerbefragungen, Maklerbefragungen und in normativen Festsetzungen zu finden (Punkt 2.2.2.2). Unter Punkt 2.3.3.2 wird die Auswahl von Aktivitätszielen begründet und unter Punkt 2.3.3.3 erfolgt die Konzeption verschiedener Aktivitätsfunktionen.

## 2.3.3.1.1 Bewohnerbefragungen – Wunsch und Zufriedenheit mit der Erreichbarkeit von Aktivitätszielen in Abhängigkeit vom Gebietstyp

BÖLTKEN ET AL. (2000) befragten in ihrer Studie "Lebensstile und Mobilitätsbereitschaft" Bewohner danach, welche Ziele innerhalb von 10 Minuten fußläufig erreicht

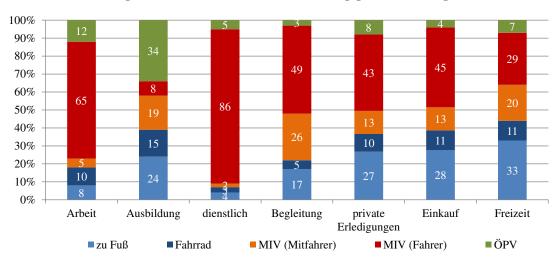


Abbildung 7: Verkehrsaufkommen in Abhängigkeit vom Wegezweck

Eigene Darstellung. Quelle: INFAS/DLR (2010b, S. 121)

werden können (Tab. 6).<sup>27</sup> In städtischen Mischgebieten ist die Erreichbarkeit von Aktivitätszielen besser als in Wohngebieten, in dörflichen Gebieten ist die Erreichbarkeit deutlich schlechter als in urbanen Gebieten mit Ausnahme von Wald, Wiesen und Parks. In der Stadt ist die Erreichbarkeit von ÖPNV-Haltestellen und Einkaufsmöglichkeiten sehr gut, wobei der Begriff Einkaufsmöglichkeiten nicht näher definiert ist. Die Erreichbarkeit von Ärzten, Kindergarten und Schulen ist in Städten ebenfalls noch gut, während in dörflichen Gebieten die Erreichbarkeit dieser Aktivitätsziele bereits eingeschränkt ist. Alteneinrichtungen, Jugendeinrichtungen, kulturelle Einrichtungen und Sportanlagen sind in allen Gebieten am schlechtesten erreichbar, da diese in dörflichen Gebieten nur von jedem vierten und in Städten von jedem dritten Bewohner fußläufig in zehn Minuten erreicht werden. Es ist zu beachten, dass die tatsächliche Erreichbarkeit von Aktivitätszielen noch nichts über die Wichtigkeit von Aktivitätszielen aussagt und daher nachfolgend beschrieben wird.

\_

Der Rohdatensatz (ZA3376 Datenfile Version 1.0.0) ist beim Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften (GESIS) hinterlegt und kann für eigene Forschungsfragen ausgewertet werden. Die folgenden Ausführungen basieren auf eigenen Berechnungen.

Art des Wohngebiets<sup>28</sup> überwiegend Mischgebiet dörfliches Altbauten (Vor-(Wohnen und Gebiet kriegsbauten) Geschäfte/-(N = 417)(N = 694)Gewerbebetriebe) (N = 703)ÖPNV-Haltestelle 97% 98%89%Einkaufen 95%71%87%Ärzte 79%87% 52%52%Kindergarten 58%65%Grundschule 64%63%44%Alteneinrichtungen 37%41%23%Jugendeinrichtungen 38%41%29%75%87% Parks, Wald, Wiesen 77%kulturelle Einrichtungen 42%47%24%

Tabelle 6: Innerhalb von 10 Minuten fußläufig erreichbare Aktivitätsziele differenziert nach Wohngebietstypen

Eigene Darstellung. Quelle: BÖLTKEN ET AL. (2000).

Sportanlagen

## Wohnwünsche – die Wichtigkeit von ausgewählten Aktivitätszielen

35%

Die oben genannte Studie zeigt, dass zwischen den Gebietstypen Unterschiede hinsichtlich der Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele bestehen. Von Interesse ist daher, ob die verschiedenen Ausstattungsstandards auch die Bedürfnisse der Bewohner in den jeweiligen Gebietstypen befriedigen.<sup>29</sup> Wesentliche Erkenntnisse hierzu können der "LebensRäume"-Studie entnommen werden (BÖLTKEN ET AL., 2007).<sup>30</sup> Aus dem Primärdatensatz dieser Umfrage werden die Antworten aus den Jahren 2001, 2004 und 2007 eigenständig ausgewertet und im Folgenden beschrieben. Die Antworten legen nahe, dass die Wichtigkeit und Zufriedenheit mit den Aktivitätszielen gebietsabhängig ist

40%

25%

In der genannten Studie werden acht Gebietskategorien unterschieden. Für eine übersichtliche Darstellung werden die für diese Arbeit drei wichtigsten und aussagekräftigsten Gebietskategorien dargestellt. Nicht beachtet werden "Geschäftszentrum", "Gewerbegebiete", "Großsiedlungen" und "Wohngebiete mit überwiegend Neubauten". Die letzte Gebietskategorie stimmt weitestgehend mit dem verwendeten "Wohngebiete mit Altbauten" überein. Die Einordnung der Wohngebietstypen (z. B. Mischgebiet) orientiert sich an den tatsächlichen Gegebenheiten und nicht an der rechtlichen Einordnung nach der Baugebietstypologie der BauNVO.

Es ist anzunehmen, dass Haushalte bei einem Immobilienkauf den subjektiven Nutzen maximieren möchten und entsprechend der Wünsche das Vorhandensein oder Fehlen eines Aktivitätsziels individuell gewichten. Ein objektiv festgestellter Mangel in der Versorgung (z.B. Fehlen einer Schule) wird möglicherweise subjektiv als solcher nicht wahrgenommen (z.B. keine eigenen Kinder). Dennoch wird in dieser Arbeit die Annahme vertreten, dass Bewohner eines Gebietes bei allen Unterschieden auch Gemeinsamkeiten aufweisen (Abschnitt 2.4).

Der Rohdatensatz (ZA4871 Datenfile Version 1.0.0) ist beim Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften (GESIS) hinterlegt und kann für eigene Forschungsfragen ausgewertet werden. Die folgenden Ausführungen basieren auf eigenen Berechnungen. Einige Items waren nur Gegenstand einer einzigen Befragung, weshalb die Stichprobengröße von 1.341 bis 11.783 Antworten variiert.

und nur das Vorhandensein von Ärzten in den drei untersuchten Gebietstypen als gleich wichtig beurteilt wird (Tab. 7).

Für Bewohner eines reinen Wohngebietes (Altbauten) in der Stadt ist eine ruhige Wohnlage (81%) ausschlaggebend. Arbeitsplätze, Einkaufsmöglichkeiten und eine attraktive Innenstadt werden noch von ca. 70% der Befragten als wichtig beurteilt. Auffällig ist, dass nur für 64% der Befragten in diesem Gebietstyp der ÖPNV von Bedeutung ist, sodass implizit auf die Bedeutung des Pkws im Alltag geschlossen werden kann. Im Mischgebiet hingegen werden Einkaufsmöglichkeiten (76%) wichtiger als eine ruhige Wohnlage angesehen (73%). Die Nähe zu Arbeitsplätzen, zu einer ÖPNV-Haltestelle, Parks oder zu einer attraktiven Innenstadt werden von etwa 70% der Befragten als bedeutend erachtet. Bewohner dörflicher Gebiete messen einer ruhigen Wohnlage (80%) einen höheren Stellenwert bei als der Erreichbarkeit von Einkaufsmöglichkeiten (72%). Ebenso ist der Wunsch nach einem Kindergarten und einer Grundschule (beide 65%) ausgeprägter als in Städten. Dies kann zwei Gründe haben: In Städten ist die Erreichbarkeit dieser Einrichtungen entweder gut und damit kein Unterscheidungsmerkmal und/oder es wird auf dem Land besonders honoriert, wenn Kinder zu Fuß den Kindergarten und die Schule erreichen können. Die Nähe zu Parks ist im dörflichen Kontext im Gegensatz zur Stadt von geringer Relevanz, da Grün- und Waldflächen in der Regel einfach erreicht werden können. Auffällig ist zudem, dass der ÖPNV nicht unter den Top-8 Prioritäten erscheint und für über die Hälfte der Befragten keine Bedeutung besitzt. Dies liegt zum einen daran, dass ein gutes ÖPNV-Angebot häufig nicht vorausgesetzt wird, zum anderen daran, dass der Pkw das dominierende Verkehrsmittel im Alltag ist.

Bei wohnungssuchenden Haushalten ohne eigenen Pkw ist ein konträrer Effekt zu beobachten (Fuchte, 2006). Es werden nur Wohnstandorte mit einem guten ÖPNV-Anschluss in die engere Auswahl aufgenommen, Alternativstandorte ohne ÖPNV-Anschluss
werden (unbewusst) ausgeschlossen, wobei dies nicht als Einschränkung von den Wohnungssuchenden wahrgenommen wird (Fuchte, 2006, S. 63).

Tabelle 7: Wichtigkeit von Aktivitätszielen in Abhängigkeit vom Wohngebietstyp

überwiegend Altba (Vorkriegsbaute		Art des Wohngebiets Mischgebiet (Wohnen und Geschäfte/Gewerbe- betriebe		dörfliches Gebiet	
ruhige Wohnlage	81%	Ärzte	80%	ruhige Wohnlage	80%
$\ddot{\mathrm{A}}\mathrm{rzte}$	79%	Einkaufsmöglichkeite	$\mathrm{en}76\%$	Ärzte	78%
Arbeitsplätze	72%	ruhige Wohnlage	73%	Einkaufsmöglichkeit	$ ext{ten}72\%$
Einkaufsmöglichkeiten72%		Arbeitsplätze	72%	Arbeitsplätze	67%
Attrak. Innenstadt	68%	ÖPNV	71%	Kindergarten	65%
Parks	67%	Parks	70%	Grundschule	66%
Kindergarten	67%	Attrak. Innenstadt	68%	weiterführende	62%
				Schule	
ÖPNV	64%	Parkplätze	66%	Parkplätze	56%

Eigene Darstellung. Quelle: BÖLTKEN ET AL. (2007).

Eine überraschende Erkenntnis ist, dass der ÖPNV-Anschluss von autolosen Haushalten nicht als besonders wichtig empfunden wird (66% "sehr wichtig"), sondern ebenfalls hinter den Items "ruhige Wohnlage", "günstige Mieten" etc. rangiert. Bewohner der drei untersuchten Gebiete gewichten die Bedeutung einzelner Einrichtungen und Gegebenheiten unterschiedlich. Mit Ausnahme der medizinischen Versorgung werden gebietsübergreifend eine ruhige Wohnlage, Einkaufsmöglichkeiten und Arbeitsplätze am wichtigsten bewertet. Die empirischen Studien bestätigen, dass die Standortpräferenzen der Bewohner gebietsabhängig sind.<sup>31</sup>

BAUER ET AL. (2005, S. 273) befragten in der Region Dresden Haushalte nach der Wichtigkeit bestimmter Standortkriterien und ordneten die Antworten anschließend nach Relevanz:

- Ruhe und Sicherheit: sauberes und ordentliches Viertel, wenig Lärm und Abgase, sicheres Viertel, wenig Verkehr, Nähe zu Natur und Parks, Verhältnis zu den Nachbarn, Nähe zu Freunden und Verwandten (Wichtigkeit: 1,7)
- **Pkw-Erreichbarkeit:** gute Parkmöglichkeiten, Erreichbarkeit mit dem Pkw (Wichtigkeit: 1,9)
- Familiennahe Infrastruktur: Schule, Kindergarten, Spiel- und Freizeitmöglichkeiten, eigener Arbeitsplatz, Arzt in der Nähe, gute Einkaufsmöglichkeiten (Wichtigkeit: 2,1)
- Zentrale Infrastruktur: Höhe der Miete, ÖPNV-Qualität, Nähe zu Gaststätten und Restaurants, Innenstadtnähe, "Viertel, in dem was los ist" und Freizeitangebote für Erwachsene (Wichtigkeit: 2,4)
- Baulandpreise (Wichigkeit: 2,8)

Auch in dieser Befragung werden die Kriterien Ruhe und Sicherheit wichtiger als eine fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele angesehen.

Fuchte (2006, S. 113) identifizierte weiter durch eine Sekundärauswertung der Rohdaten des Forschungsprojektes "intermobil Region Dresden" mittels einer Clusteranalyse fünf Haushaltstypen, die sich hinsichtlich ihrer mobilitätsbezogenen Standortpräferenzen unterscheiden (Tab. 8).<sup>32</sup> Mit Ausnahme des Items "Arbeitsplatz in der Nähe" gibt es kein weiteres Item, das ausschließlich positiv oder negativ beurteilt wird. Die meisten Items weisen einen bipolaren Charakter auf, sodass eine allgemeine Rangliste mit objektiv bewerteten Standortpräferenzen im individuellen Fall unbrauchbar sein kann. Die Wichtigkeit von Aktivitätszielen ist damit einerseits vom untersuchten Gebietstyp, andererseits vom spezifischen Haushaltstyp abhängig (Deffner, 2011, S. 375). Dies führt zu der Annahme, dass nicht nur eine allgemeingültige Aktivitätsfunktion, sondern verschiedene zielgruppenspezifische Aktivitätsfunktionen bei der Konzeption des Nahmobilitätsindikators berücksichtigt werden sollten.

Zu einem vergleichbaren Ergebnis sind auch Studien in verschiedenen deutschen Städten gekommen, welche die Versorgungssituation beim Einkauf in einzelnen Quartieren untersuchten. Es ist "in unterschiedlichen Wohngebieten von unterschiedlicher Wohnbevölkerung und damit von unterschiedlichem Verhalten beim Lebensmitteleinkauf auszugehen." (Junker & Kühn, 2006, S. 44ff.).

Holz-Rau et al. (2010, S. 107) identifizieren in einer vergleichbaren Untersuchung acht Haushaltstypen. Schmiedel (1984, S. 148) differenziert in einer früheren Untersuchung fünf respektive sieben verhaltensähnliche Personenkreise und konstatiert, dass "innerhalb dieser [...] jedoch noch sehr viel interindividuelle Verhaltensvariabilität" vorhanden ist.

Tabelle 8: Standortpräferenzen verschiedener Haushaltstypen

Typ I Kind und Auto	<ul> <li>+ Nähe zu kindbezogenen Einrichtungen</li> <li>+ Pkw-gerechtes Wohnen</li> <li>+ gute Nahversorgung</li> <li>+ gute Freizeitangebote für Erwachsene</li> <li>- Nähe zu Gaststätten und Restaurants</li> </ul>
Typ II Freizeitorientierte Nähebedürfnisse	<ul> <li>+ Nähe zu Gaststätten und Restaurants</li> <li>+ Nähe zu Natur, Parks und Grünanlagen</li> <li>+ gute Freizeitangebote für Erwachsene</li> <li>+ gute öffentliche Verkehrsmittel</li> <li>- Nähe zu kindbezogenen Einrichtungen</li> </ul>
Typ III Nähe im Alltag	<ul> <li>+ Gute Nahversorgung</li> <li>+ Arbeitsplatz in der Nähe</li> <li>- Nähe zu Gaststätten und Restaurants</li> <li>- gute Freizeitangebote für Erwachsene</li> <li>- Pkw-gerechtes Wohnen</li> </ul>
Typ IV Verkehrsbezogene Kriterien: nicht so wichtig	<ul> <li>gute Nahversorgung</li> <li>Nähe zu Natur, Parks und Grünanlagen</li> <li>gute öffentliche Verkehrsmittel</li> </ul>
Typ V Verkehr statt Nähe	<ul> <li>+ gute öffentliche Verkehrsmittel</li> <li>+ Pkw-gerechtes Wohnen</li> <li>+ Nähe zu Natur, Parks und Grünanlagen</li> <li>- gute Freizeitangebote für Erwachsene</li> <li>- Nähe zu kindbezogenen Einrichtungen</li> </ul>

Eigene Darstellung. Quelle: Fuchte (2006, S. 63).

#### Wohnzufriedenheit – die Zufriedenheit mit Aktivitätszielen

Die Teilnehmer der "LebensRäume"-Studie wurden neben der Einschätzung zur Wichtigkeit einzelner Einrichtungen auch danach befragt, inwieweit sie mit dem Vorhandensein dieser Einrichtungen im Wohngebiet zufrieden sind (Tab. 9). Bei dem Kriterium "ruhige Wohnlage" sind 60% der Bewohner in städtischen reinen Wohngebieten und dörflichen Gebieten zufrieden, in städtischen Mischgebieten hingegen nur 38%. Dies ist eine wichtige Erkenntnis, weil nach einer Umfrage unter Maklern eine hohe Lärmbelastung derjenige Faktor ist, der sich am stärksten wertmindernd auf Immobilien auswirkt (Kippes, 2010, S. 19). Der Nachteil von Mischgebieten in diesem Punkt wird durch hohe Zustimmungswerte mit der Erreichbarkeit anderer alltagsrelevanter Aktivitätsziele kompensiert. Etwa 60% der Bewohner in Mischgebieten sind mit der ärztlichen Versorgung und den Einkaufsmöglichkeiten zufrieden. Ein ähnliches Bild ergibt sich für reine Wohngebiete, wobei die Zufriedenheitswerte etwa zehn Prozentpunkte niedriger liegen. In dörflichen Gebieten schätzen nur 38% die Erreichbarkeit von Einkaufsmöglichkeiten als gut ein.

Die befragten Teilnehmer mussten die "Wichtigkeit" oder "Zufriedenheit" auf einer siebenstufigen Skala angeben: Antworten 6 und 7 werden als "sehr wichtig" und "zufrieden" zusammengefasst.

Tabelle 9: Wichtigkeit und Zufriedenheint mit ausgewählten Aktivitätszielen in Abhängigkeit vom Wohngebietstyp

$ m Item^{33}$		Aı	rt des Wohngebie	ts
		überwiegend Altbauten	Mischgebiet (Wohnen und Geschäfte)	dörfliches Gebiet
Ruhige Wohnlage	sehr wichtig	81%	73%	80%
	zufrieden	58%	38%	60%
Versorgung mit	sehr wichtig	79%	80%	78%
$ m \ddot{A}rzten/Krankenhaus$	zufrieden	56%	64%	45%
Einkaufsmöglichkeiten	sehr wichtig	72%	76%	72%
Ellikadisillogilelikelteli	$\operatorname{zufrieden}$	51%	58%	38%
Attraktivität der	sehr wichtig	68%	68%	55%
Innenstadt	zufrieden	40%	48%	37%
D 1 C " 1	sehr wichtig	67%	70%	55%
Parks, Grünanlagen	$\operatorname{zufrieden}$	48%	42%	44%
T71 1 T71 /	sehr wichtig	47%	63%	65%
Kindergarten, Kita´s	zufrieden	44%	41%	39%
ÖPNV	sehr wichtig	64%	71%	46%
OFIV	zufrieden	51%	64%	27%
Parkmöglichkeiten	sehr wichtig	62%	66%	56%
für Pkw	zufrieden	46%	32%	50%
C 1 1 1	sehr wichtig	58%	58%	66%
Grundschule	zufrieden	48%	49%	35%
Weiterführende	sehr wichtig	53%	56%	62%
Schule	zufrieden	40%	57%	23%
Sporteinrichtungen,	sehr wichtig	41%	50%	44%
Schwimmbäder	zufrieden	35%	33%	17%
kulturelle	sehr wichtig	41%	48%	33%
Einrichtungen	zufrieden	29%	34%	11%
Gaststätten,	sehr wichtig	40%	49%	43%
Restaurant	zufrieden	50%	57%	32%

Eigene Darstellung. Quelle: BÖLTKEN ET AL. (2007).

Mit der Erreichbarkeit von Kindergärten und Kindertagesstätten sind ca. 40% aller Bewohner zufrieden, wobei die Unzufriedenheitsquote in dörflichen Gebieten höher ist als in städtischen Gebieten. Der ÖPNV wird in Mischgebieten von 64% der Bewohner positiv beurteilt und auch in reinen Wohngebieten innerhalb der Stadt sind etwa die Hälfte der Befragten mit dem Angebot zufrieden, in dörflichen Gebieten hingegen sind nur 27% zufrieden, aber auch nur 9% explizit unzufrieden. Insgesamt äußern sich im dörflichen Raum nur ein Drittel der Befragten positiv oder negativ über den ÖPNV, während zwei Drittel keine ausgeprägte Meinung haben. Dies korrespondiert mit der Frage nach der Wichtigkeit des ÖPNV, die nur 47% bejahen. Der ÖPNV hat damit im Alltag der meisten Bewohner in dörflichen Räumen nur eine geringe Bedeutung. Die Erreichbarkeit von Grundschulen wird von etwa der Hälfte der Bewohner städtischer Mischgebiete und von reinen Wohngebieten als gut bezeichnet, weiterführende Schulen sind hingegen meist schlechter zu erreichen. In dörflichen Gebieten sind die Zustimmungswerte mit der Erreichbarkeit von Schulen (35%) und weiterführenden Schulen (23%) deutlich niedriger. Die Erreichbarkeit kultureller Einrichtungen ist für etwa ein Drittel der Bewohner in städtischen Misch- und reinen Wohngebieten zufriedenstellend, aber nur für 11% der Bewohner dörflicher Gebiete. In Städten beurteilt etwa die Hälfte der Befragten die Erreichbarkeit von Gaststätten und Restaurants positiv, in dörflichen Gebieten sind dies 32% der Bewohner.

Die "LebensRäume"-Studie hat damit zum Ergebnis, dass die Wichtigkeit und Zufriedenheit der Bewohner mit den einzelnen Wohnstandortkriterien zwischen den Gebietstypen variiert. In städtischen Mischgebieten sind die Bewohner mit den genannten Wohnstandortkriterien am häufigsten zufrieden. Die Ausnahme bildet nur das Item "ruhige Wohnlage", da die räumliche Nähe zu Aktivitätszielen häufig mit störenden Lärmemissionen verbunden ist. In städtischen reinen Wohngebieten schätzen die Bewohner das Item "ruhige Wohnlage" als besonders wichtig ein und sind auch sehr zufrieden mit diesem. Mit der Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele sind die Bewohner weniger zufrieden, da diese dort oftmals nicht vorhanden sind, wie eine weitere Studie belegt (BMVBS/BBSR, 2009, S. 29). In dörflichen Gebieten wird das Item "ruhige Wohnlage" am wichtigsten eingeschätzt und erreicht dort auch den höchsten Zufriedenheitswert. Die Zufriedenheit mit der Erreichbarkeit der übrigen Einrichtungen ist deutlich niedriger, diese werden aber im Allgemeinen als weniger wichtig erachtet und ein Vorhandensein oftmals nicht vorausgesetzt, sodass ein Fehlen dieser Einrichtungen nicht notwendigerweise als Einschränkung von den Bewohnern wahrgenommen wird. Ländliche Räume sind beispielsweise häufig durch ein qualitativ schlechtes ÖPNV-Angebot gekennzeichnet, welches aber von den Bewohnern nicht bemängelt wird, da die selbstverständliche Pkw-Nutzung den fehlenden ÖPNV substituiert.

Diese Ergebnisse decken sich im Wesentlichen mit den Ergebnissen der zuvor genannten Studie "Lebensstile und Mobilitätsbereitschaft" und führen zu der Annahme, dass die Bedeutung der fußläufigen Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele auch beim Immobilienkauf heterogen beurteilt wird. Während in städtischen Mischgebieten das Vorhandensein verschiedener Aktivitätsziele als wichtig angesehen wird, ist in reinen Wohngebieten oder dörflichen Gebieten das Vorhandensein dieser Ziele weniger wichtig, da dort eine eine ruhige Wohnlage priorisiert wird. Die relativ hohe Unzufriedenheit mit diesem Merkmal in Mischgebieten führt in dieser Arbeit zu der Annahme, dass dort eine relativ ruhige Wohnlage einen positiven Einfluss auf Immobilienpreise hat. Das BMVBS (2011a, S. 13) zeigt ergänzend, dass Quartiere dann als fußgängerfreundlich wahrgenommen werden, wenn nicht nur einzelne Aktivitätsziele sondern ein Bündel an

verschiedenen Aktivitätszielen vorhanden sind und bestätigt damit empirische Studien aus dem Ausland (Powe et al., 1995, S. 146).

#### 2.3.3.1.2 Makler- und Kaufinteressentenbefragungen

#### Ergebnisse von Makler- und Expertenbefragungen

KIPPES (2010, 2012) befragt regelmäßig Makler nach ihrer persönlichen Einschätzung, welche Bedeutung und Wichtigkeit bestimmte Kriterien für Käufer bei der Immobiliensuche haben. Nach Meinung der befragten Makler sind die Kriterien "Lage", "Preis" und "Infrastruktur" die drei bestimmenden Faktoren bei der Kaufentscheidung. Aufgrund einer fehlenden Spezifizierung der Begriffe "Lage" bzw. "Infrastruktur" ist keine Aussage über die mögliche Bedeutung von einzelnen Aktivitätszielen möglich. Es ist aber anzunehmen, dass der in dieser Arbeit verwendete Begriff Nahmobilität unter beide Oberbegriffe subsumiert werden kann. Eine Expertenbefragung<sup>34</sup> des Berliner Wohnungsmarktes weist weiter auf eine heterogene Beurteilung von Lage- und Objektmerkmale bei Kauf und Miete von Immobilien hin (Investitionsbank Berlin, 2012, S. 22f.). Bei der Miete werden günstige Mieten, das Vorhandensein eines Balkons oder einer Terrasse, ein neuwertiges Bad, ein soziales Umfeld sowie eine integrierte Lage als wichtig angesehen. Beim Kauf werden ebenfalls ein Balkon oder eine Terrasse, ein soziales Umfeld, ein Aufzug, ein niedriger Energieverbrauch sowie ein neuwertiges Bad als wichtig beurteilt.<sup>35</sup> Eine integrierte Lage, bei Mietern ein wichtiges Entscheidungskriterium, rangiert beim Kauf nach Ansicht der Experten auf dem vorletzten Platz von elf untersuchten Kriterien. Eine Erklärung für diese Diskrepanz zwischen Kauf und Miete wird nicht gegeben. Ebenso bestehen keine Kenntnisse, ob diese Ergebnisse auf andere Wohnungsmärkte übertragbar sind.

#### Kaufinteressentenbefragung

Das Bild aus Sicht der Makler und Experten wird durch eine Befragung von 3.600 Kaufinteressenten für Wohnimmobilien ergänzt, die relevante Objekt- und Lagemerkmale ihrer zukünftigen Immobilie nennen sollten (IMMOBILIEN SCOUT GMBH, 2011, S. 92). Die Antworten legen nahe, dass die Erreichbarkeit von Einkaufsmöglichkeiten, ein guter ÖPNV-Anschluss und Natur bedeutende Standortfaktoren darstellen. Der räumlichen Nähe zum Arbeitsplatz, zu Familie und Freunden wird ebenfalls eine hohe Bedeutung beigemessen, allerdings ist eine Einbeziehung dieser Kriterien bei einem objektiven Nahmobilitätsindikator nicht möglich und stellt damit eine Restriktion dar. Auch wenn die Ergebnisse der Bewohnerbefragungen durch die Kaufinteressentenbefragung zum Teil bestätigt werden, sind die verschiedenen Resultate kritisch zu hinterfragen. Insbesondere durch die häufige Verwendung des Adjektivs "gut(e)" bleibt offen, ob die Befragten beispielsweise nur "gute Schulen" oder "Schulen" im Allgemeinen als wichtig erachten. Falls wirklich "gute Schulen" gemeint sind, wären diese zu definieren.

Experten bei dieser Befragung sind beispielsweise Vertreter von Wohnungsunternehmen, Hausverwalter, Banken, Makler, Projektentwickler.

Die Begriffe sind wörtlich übernommen, aber wie bei anderen Studien auch fehlt eine nähere Definition unbestimmter Begriffe wie "soziales Umfeld" oder "niedriger Energieverbrauch". In Anlehnung an die Energieeinsparverordnung (EnEV) sollte beispielsweise besser von Energieeffizienz gesprochen werden.

Gute Einkaufsmöglichkeiten Gute Verkehrsanbindung mit ÖPNV Natur Ärztliche Versorgung Nähe zum Arbeitsplatz Nähe von Freunden und Familien Gute Anbindung an den IV Parks und Grünanlagen Gute Schulen Kinderfreundliche Nachbarschaft Gute Parkmöglichkeiten Gutes Angebot an Kitas u. Kindergärten Kulturelle Möglichkeiten Gastronomie und Nachtleben Großes Sportangebot 20% 60% 80% 40% 100%

Abbildung 8: Bedeutung und Wichtigkeit von Objekt- und Lagemerkmalen aus Sicht von Kaufinteressenten

Eigene Darstellung. Quelle: Immobilien Scout GmbH (2011, S. 92).

Die Integration subjektiv wahrgenommener Qualitätsunterschiede bei Aktivitätszielen ist in einem objektiven Nahmobilitätsindikator eher schwierig. Aus übereinstimmender Sicht von Maklern und Kaufinteressenten ist aber die Infrastruktur im Umfeld einer Immobilie von Relevanz, weshalb angenommen wird, dass sich die Erreichbarkeit von wichtig erachteten Einrichtungen positiv auf den Immobilienpreis auswirkt.

## 2.3.3.1.3 Normative Festlegungen zur Erreichbarkeit von Zielen der Daseinsvorsorge

Neben den Bewohner-, Kaufinteressenten- und Maklerbefragungen wird im Folgenden untersucht, welche normativen Festlegungen des Gesetzgebers im Hinblick auf das Konstrukt "Nahmobilität" bestehen. Im BauGB wird im § 1 Abs. 6 Nr. 4 BauGB bzw. § 34 Abs. 3 BauGB der unbestimmte Rechtsbegriff "zentrale Versorgungsbereiche" genannt. Nach Spannowsky (2012) beinhaltet ein zentraler Versorgungsbereich "zumindest das Vorhandensein eines Lebensmittelvollsortiments sowie zumindest in geringem Umfang das Vorhandensein einer Versorqung mit Waren und Dienstleistungen des kurz-, mittelund langfristigen Bedarfs". Kuschnerus (2009, S. 23) konkretisiert den Begriff "zentraler Versorgungsbereich" und dieser beinhaltet aus rechtlicher Sicht ein "Warenangebot in Einzelhandelsbetrieben [...] [sowie] Post- und Bankdienstleistungen, Apotheken, Lotto- und Totoannahmestellen, Frisöre, Reisebüros und sonstige Dienstleister aller Art. Hinzu kommen regelmäßig auch bestimmte Anbieter des Gastronomiesektors wie Cafes, Imbissbuden, Gaststätten und Restaurants [...]. Wesentlich ist, dass in dem zentralen Versorgungsbereich eine Vielzahl von Bedürfnissen der Versorgung auf kurzem Weg "vor Ort" gedeckt werden kann". In Anlehnung an die aktuelle Rechtsprechung verwendet das STMWI (2011, S. 12) eine Nahversorgungspyramide, welche den Grad der Nahversorgung nach Versorgungsstufen differenziert und von der Gesellschaft für Markt-UND ABSATZFORSCHUNG (GMA) entwickelt wurde (Abb. 9). An der Basis der Nahversorgungspyramide befinden sich Einzelhandels- und Dienstleistungsreinrichtungen, die zur Mindestausstattung einer Gemeinde oder eines Quartiers gehören, zur Spitze hin werden Einrichtungen/Dienstleistungen genannt, die eine Zusatzversorgung darstellen.



Abbildung 9: Nahversorgungspyramide für Kommunen

Quelle: Gesellschaft für Markt- und Absatzforschung (vgl. STMWI, 2011, S. 12).

In Deutschland wird für eine Nahversorgung insbesondere eine Bäckerei und Metzgerei als wichtig erachtet (Junker & Kühn, 2006, S. 29). Kahnert (2002, S. 34) befragte Gemeinden in Nordrhein-Westfalen bezüglich der verwendeten Definition der Nahversorgung und folgert, dass für eine ausreichende Nahversorgung

- "entweder eine Kombination aus Vollsortimenter, Discounter, Bäcker, Metzger
- oder die Kombination Vollsortimenter, Bäcker, Metzger
- alternativ vor allem im ländlichen Raum die Kombination Kleinanbieter, Bäcker, Metzger
- zumindest aber ein Vollsortimenter"

vorhanden sein müsse. Eine ähnliche Definition findet im Bundesland Sachsen Anwendung (SMWA, 2007, S. 18). Als Bestandteile der "Versorgungsstufe 1 – keine oder Teilsegmente der Nahversorgung" sollen "Bäcker, Fleischer, aber auch Getränkemärkte und Hofläden" eine rudimentäre Grundversorgung sicherstellen. Die Bedeutung von Bäcker und Metzger für die tägliche und wöchentliche Nahversorgung spiegelt sich auch in der Besuchshäufigkeit dieser Geschäfte wieder (Tab. 10). Terversorgungsbereich eines Bäckers umfasst etwa 1.200 Einwohner und der eines Metzgers 2.300 Einwohner (SMWA, 2007, S. 47). Lebensmittelfachgeschäfte (4.400 Einwohner) und Discounter (2.700 Einwohner) haben größere Versorgungsbereiche und sind damit nicht zwangsläufig im Quartier angesiedelt. Die normativen Festlegungen der Gesetzgebung und der Landesregierungen finden sich damit in den Nahversorgungsdefinitionen wieder, die im Rahmen von Einzelhandelsanalysen genutzt werden (GMA, 2011, S. 21).

Eine Verbraucherbefragung von KPMG (2008) hatte ebenfalls zum Ergebnis, dass 35% der Verbraucher den örtlichen Metzger als Stammgeschäft beim Einkauf von Wurst- und Fleischwaren nennen.

Tabelle 10: Besuchshäufigkeit von Verkaufsstellen des Lebensmitteleinzelhandels sowie Bäckereien und Metzgereien

Einrichtung	Besuchshäufigkeit		
Emirentung	Mehrmals pro Woche	${f W}\ddot{f o}{f chentlich}$	
Bäcker	71%	23%	
Lebensmittel-Fachgeschäft, Getränkemarkt	40%	49%	
Metzger	36%	46%	
Lebensmittel-Discounter	26%	52%	

Eigene Darstellung. Quelle: SMWA (2007, S. 26).

### 2.3.3.2. Auswahl und Beschreibung der Aktivitätsziele

Die empirischen Studienergebnisse legen nahe, dass die Antworten der Befragten nach der Nutzentheorie nicht dem Axiom der "Annahme der Transitivität" entsprechen. Nach diesem kann ein Individuum eindeutig benennen, welche Alternativen vorgezogen werden bzw. zwischen welchen Alternativen es indifferent ist, sodass eine konsistente Präferenzordnung besteht (Holler, 1992, S. 13). Damit ist die wesentliche Annahme für rationale Entscheidungen nicht erfüllt, nämlich dass "die Individuen in der Lage sind, die stetigen Alternativen zu jedem Zeitpunkt eindeutig zu ordnen" (Weise et al., 2002, S. 78). Ein Individuum kennt nämlich immer "nur einen Bruchteil der Alternativen, [...] unterliegt Zielkonflikten, hat Bedürfnisse, die teilweise von anderen Individuen abhängig sind [...], hat nur eine beschränkte Informationsverarbeitungskapazität und bedient sich einer Fülle von Entscheidungsregeln" (Weise et al., 2002, S. 79). Dies erklärt auch, wieso die Befragten einzelne Items in einigen Befragungen als wichtig erachten, sobald aber nicht explizit in anderen Befragungen danach befragt wird, dieses Item unerwähnt bleibt. Die Antworten erfüllen damit auch nicht das Axiom der Vollständigkeit.

Damit sind die Differenzen im Antwortverhalten gleichermaßen im Fragebogendesign und bei den unterschiedlichen Stichproben der Befragten (Bewohner, Makler, Kaufinteressenten) zu suchen. Ein vorgenommener Vergleich der Studien "LebensRäume" (BÖLTKEN ET AL., 2007) und der "Kaufinteressentenbefragung" (IMMOBILIEN SCOUT GMBH, 2011, S. 92) legt diese Vermutung aufgrund eines divergierenden Antwortverhaltens ebenfalls nahe. Es bleibt damit offen, weshalb Kaufinteressenten deutlich andere Präferenzen haben sollten als (spätere) Bewohner. Obwohl aus den empirischen Studien keine konsistente Präferenzordnung abgeleitet werden kann, ergeben sich dennoch Hinweise für die Konzeption einer Aktivitätsfunktion. Die Erreichbarkeit von Lebensmittelläden und sonstigen Einkaufsmöglichkeiten wird als wichtig eingeschätzt, ebenfalls die Erreichbarkeit von Ärzten, Schulen und Kindergärten. Für Freizeitaktivitäten wird häufig die Erreichbarkeit von Parks und Unterhaltungsmöglichkeiten genannt, ebenso wie die Erreichbarkeit von Restaurants und Bars. Die Ergebnisse entsprechen damit einerseits der "MiD"-Studie (INFAS/DLR, 2010a, S. 121), nach der insbesondere für die Wegzwecke "Ausbildung", "Erledigungen", "Einkauf" und "Freizeit" zu Fuß gegangen wird. Andererseits ist festzustellen, dass der Nahmobilitätsindikator "Walk Score" bereits ein ähnliches Aktivitätsbündel beinhaltet.

Der Indikator "Walk Score" ist damit als Ausgangsmodell für die Konzeption eines eigenen Nahmobilitätsindikators grundsätzlich geeignet. Die hohe Teilgewichtung von Restaurants (20%) und Cafés (13%) bei "Walk Score" wird durch die empirischen Studien aus Deutschland nicht bestätigt. Ebenfalls findet sich in den deutschen Studien kein Hinweis auf die explizite Bedeutung eines Buchladens, weshalb das Aktivitätsziel "Buchladen" unter "Einkaufsmöglichkeiten" subsumiert wird. Die Gewichtung der übrigen Aktivitätsziele von "Walk Score" entspricht etwa den empirischen Ergebnissen deutscher Studien. Die Zielauswahl muss für Deutschland daher nur punktuell angepasst werden. Erstens werden wichtige Nahversorgungsziele wie Bäcker und Metzger ergänzt. <sup>37</sup> Die von den Bewohnern als wichtig erachtete ärztliche Versorgung wird zweitens indirekt über das Aktivitätsziel "Apotheke" abgebildet. In den folgenden Ausführungen wird zunächst die Auswahl von Aktivitätszielen näher begründet, anschließend erfolgt die Konzeption der Aktivitätsfunktionen für verschiedene Zielgruppen.

#### Lebensmittelladen

Die Erreichbarkeit eines Lebensmittelladens wird bei allen untersuchten Studien als sehr wichtig erachtet und ist auch nach normativen Festlegungen ein wichtiger Bestandteil der Nahversorgung. Aufgrund der Ausdifferenzierung des deutschen Lebensmitteleinzelhandels, wird im Gegensatz zum "Walk Score" eine Unterscheidung in Voll- und Teilsortimenter vorgenommen. Kleinflächenkonzepte demonstrieren, dass ein Vollsortiment je nach Konzept schon ab 400 bis 800 qm Verkaufsfläche möglich ist (GMA, 2011, S. 34ff.). Wie Tabelle 11 zeigt, weisen die Betriebsformen im Lebensmitteleinzelhandel hinsichtlich ihrer Größe erhebliche Unterscheide auf. Während die Versorgungsfunktion von Supermärkten und SB-Warenhäusern aufgrund der Sortimentsbreite und -tiefe für die lokale Bevölkerung unstrittig ist, gibt es bei Discountern aufgrund der eingeschränkten Artikelanzahl bei Lebensmitteln widersprüchliche Meinungen. In dieser Studie werden Discounter aus folgenden Gründen als Vollsortimenter eingestuft:

- 1. Unter den Haupteinkaufsstätten beim Lebensmitteleinzelhandel werden von den Verbrauchern mit der Aldi-Gruppe (16%), Lidl (14%), Netto (8%) und Penny (5%) verschiedene Discounter genannt (LEBENSMITTELZEITUNG.NET, 15.05.2014)
- 2. Das häufig kritisierte eingeschränkte Angebot an Frischwaren bei Obst und Gemüse wird durch die Verbraucher nicht bestätigt. Aldi (11%) und Lidl (8%) folgen direkt nach EDEKA (12%) bei der Nennung als Stammgeschäft für Obst und Gemüse. Nach einer Studie von KPMG (2008, S. 16) verkaufen Discounter mittlerweile über die Hälfte des Angebotes an Obst und Gemüse, weshalb die Autoren folgern, "dass sich die Discounter als Nahversorger neben den Supermärkten etabliert haben."

Da die Verkaufsfläche der einzelnen Betriebsstätten nicht in den zur Verfügung gestellten Rohdaten der Gesellschaft für Markt- und Absatzforschung (Punkt 3.1.1) enthalten ist, wird eine Einteilung nur aufgrund des Namens des Lebensmittelgeschäfts

Ein "Getränkemarkt" sowie die "Post" werden ebenfalls zur erweiterten Grundversorgung gezählt (SMWA, 2007, S. 11). Der Getränkemarkt wird nicht in die Auswahl aufgenommen, da er durch das Item "Einkaufsmöglichkeiten" bzw. "Lebensmittelladen" indirekt berücksichtigt wird. Das Merkmal "Post" wird nicht aufgenommen, da in Studien über die Wohnzufriedenheit oder die Wohnstandortwahl das Merkmal "Post" nicht erwähnt wird (vgl. BÖLTKEN ET AL., 2007; HOLZ-RAU ET AL., 2010, S. 97).

$\operatorname{Betriebstyp}$	Ø-	Artikelanzahl	$\operatorname{Davon}$	Anbieter
	Verkaufsfläche	$\operatorname{Gesamt}$	Food	
	(2005)	(2009)		
Kleine Lebens- mittelgeschäfte	$310\mathrm{qm}$	unbekannt	unbekannt	<del></del>
Discounter	$563\mathrm{qm}$	2.028	1.440	Aldi, Lidl, Penny, Netto,
	-			NP Niedrig Preis, Kondi,
				Treff 3000, Norma
Supermärkte	$1.124~\mathrm{qm}$	10.528	7.925	Edeka, Wasgau, Migros,
				Rewe, Tegut
$\operatorname{Große}$	$3.800~\mathrm{qm}$	25.016	13.206	Edeka, E-Center, Rewe,
Supermärkte				Wasgau, Handelshof,
				Kaufland, Migros,
				Familia, Tengelmann
SB-Warenhäuser	$6.430~\mathrm{qm}$	50.979	15.448	Kaufland, Real, Globus,
				Marktkauf, Toom

Tabelle 11: Durchschnittsgrößen von Lebensmitteleinzelhändlern (Bestand)

Eigene Darstellung. Quelle: EHI RETAIL INSTITUT (15.05.2014)

vorgenommen und damit indirekt auf die Verkaufsfläche und Sortimentsauswahl geschlossen:

- Vollsortimenter: Aldi, E-Center, Edeka, Famila, Globus, Handelshof, Kaufland, Kondi, Lidl, Marktkauf, Migros, Netto, Norma, NP Niedrig Preis, Penny, Real, Rewe, Tegut, Tengelmann, Toom, Treff 3000, Wasgau
- Teilsortimenter: übrige Geschäfte des Lebensmitteleinzelhandels.

Es ist zu beachten, dass in Einzelfällen als Vollsortimenter eingestufte Betriebsstätten nur über ein eingeschränktes Warenangebot verfügen können. Andererseits gibt es sicher auch vereinzelt Lebensmittelgeschäfte mit einem breiten Warenangebot, die fälschlicherweise nur als Teilsortimenter aufgeführt werden. Diese falsche Zuordnung im Einzelfall ist bei stadtweiten Untersuchungen zu akzeptieren. Durch die Unterteilung in Voll- und Teilsortimenter erfolgt eine Berücksichtigung des kleinteiligen Lebensmitteleinzelhandels, der oftmals Spezialgeschäfte beinhaltet (BMVBS, 2011a, S. 27).

Eine wachsende Bedeutung hinsichtlich der Nahversorgung nehmen auch die über 3.500 Wochenmärkte ein, die vor allem Frischeprodukte verkaufen (GFI, 2014). Aufgrund des variierenden Warenangebotes und der eingeschränkten zeitlichen Verfügbarkeit werden diese der Kategorie "Teilsortimenter" zugerechnet. Der Indikator "Lebensmittelladen – Vollsortiment" und "Lebensmittelladen – Teilsortiment" zeigt damit die Lebensmittelversorgung eines Quartiers an.

## Restaurant/Café

Restaurants und Cafés eröffnen zahlreiche Möglichkeiten, um außerhalb der eigenen Wohnung mit anderen Personen in Kontakt zu kommen und damit die soziale Interaktion im Quartier zu fördern. Ein ausreichendes Angebot kann angenommen werden, wenn gastronomische Angebote in unterschiedlichen Qualitäts- und Preisstufen vorhan-

den sind. Diese sind schwer zu erheben, sodass eine ausreichende Anzahl an Angeboten vorhanden sein sollte. Im Gegensatz zu "Walk Score" findet keine Unterscheidung zwischen Restaurants und Cafés statt. Der Indikator "Restaurant/Café" zeigt damit die gastronomische Versorgung in einem Quartier an.

## Einkaufsmöglichkeiten und Komplementärnutzungen

Die Erreichbarkeit von Einkaufsmöglichkeiten wird von Bewohnern und Kaufinteressenten als wichtig empfunden. Unter dieser Kategorie werden Einkaufsmöglichkeiten subsumiert, die nicht dem Lebensmittelbereich zugeordnet werden, z.B. Textil- oder Haushaltswarengeschäfte aber auch Dienstleistungsunternehmen wie ein Reisebüro. Objektiv wird eine Versorgung als gut befunden, wenn eine größere Anzahl an Geschäften vorhanden ist, die Sortimente in unterschiedlichen Qualitäts- und Preisstufen anbieten und ein breites Dienstleistungsangebot offerieren. In dieser Kategorie wird keine Mindestgröße vorausgesetzt. Der Indikator "Einkaufsmöglichkeiten" zeigt damit die Versorgung mit Einkaufsmöglichkeiten und Komplementärnutzungen (Dienstleistungen) in einem Quartier an.

#### Bank

Bankfilialen werden im Rahmen von normativen Festlegungen als wichtiger Bestandteil der Nahversorgung im Quartier angesehen. Bankdienstleistungen umfassen meist Überweisungen aber auch das Abheben und Einzahlen von Geldbeträgen. Insbesondere das Abheben von Bargeld benötigt eine örtliche Bankfiliale, um diese Dienstleistung wahrnehmen zu können. Vor allem für Bevölkerungsgruppen ohne eine Affinität zu Onlinebanken oder dem Online-Banking sind örtliche Bankfilialen unverzichtbar. Der Indikator "Bank" zeigt damit die Versorgung mit Bankdienstleistungen in einem Quartier an.

#### Grün- und Freiflächen

Parkanlagen in fußläufiger Erreichbarkeit werden bei Bewohner- und Interessentenbefragungen als wichtiger Bestandteil der Nahmobilität angesehen. Innerhalb eines Quartiers unterstützen öffentliche Grünflächen mit ihrer Freizeit- und Erholungsfunktion die soziale Interaktion der Bewohner. Park-, Freizeit- und Erholungsflächen bezeichnen in dieser Arbeit Flächen außerhalb bebauter Gebiete sowie Grünanlagen und Freizeitflächen innerhalb bebauter Gebiete. In Theorie und Praxis werden verschiedene Richtwerte für die Größe eines "Quartierparks" oder "Westentaschenparks" genannt. In Berlin müssen diese eine Mindestgröße von 5.000 qm aufweisen (SENATSVERWALTUNG BERLIN, 2009), in München zwischen 2.000 qm bis 10.000 qm (LANDESHAUPTSTADT MÜNCHEN, 2005, S. 14). In dieser Arbeit wird der Mindestwert der Stadt München übernommen, weshalb Park- und Freizeitflächen ab einer Größe von 2.000 qm berücksichtigt werden. Der Indikator "Grün- und Freiflächen" zeigt das Erholungs- und Freizeitpotential in einem Quartier an.

#### Schule

Schulen werden sowohl bei Bewohner- als auch bei Kaufinteressentenbefragungen als wichtige öffentliche Einrichtung innerhalb eines Quartiers angesehen. Die empirischen Erhebungen differenzieren hierbei zwischen Grundschulen, die der Versorgung eines kleinräumigen Quartiers dienen, und weiterführenden Schulen mit quartiersübergrei-

fender Bedeutung. Qualitätsunterschiede zwischen den Schulen können hierbei nicht berücksichtigt werden. Der Indikator "Schule" zeigt das Vorhandensein von schulischen Einrichtungen in einem Quartier an.

## Kindergarten/Hort

Die Nähe zu Kinderbetreuungseinrichtungen wird insbesondere von den Bewohnern eines Quartiers und teilweise auch von Kaufinteressenten geschätzt, da diese Einrichtungen oftmals erst die Vereinbarkeit von Familie und Beruf ermöglichen, wovon insbesondere Familien mit Kleinkindern profitieren. Ebenfalls entwickeln diese Einrichtungen eine soziale Funktion im Quartier, indem sie die Interaktion zwischen Familien und durch eigene Aktivitäten die Belebung des Quartiers fördern. Der Indikator "Kita/Hort" zeigt das Vorhandensein von Betreuungseinrichtungen für Kleinkinder an.

#### Unterhaltung

Sport- und Freizeiteinrichtungen werden bei Bewohner- und Kaufinteressentenbefragungen als wichtige Bestandteile der Nahmobilität genannt. Hierunter werden Aktivitätsziele subsumiert, welche der Bildung, der Erholung und der eigenen sportlichen Tätigkeit dienen. Zur Konzeption des Nahmobilitätsindikators wird ein Set an Einrichtungen definiert (Anhang A.5). Der Indikator "Unterhaltung" zeigt das kulturelle Aktivitätspotential und Freizeitmöglichkeiten in einem Quartier an.

#### Bäckerei

Bäckereien<sup>38</sup> werden im Rahmen von normativen Festlegungen als wichtiger Bestandteil der Nahversorgung im Quartier angesehen, da sie Backwaren und meist auch Zwischenmahlzeiten anbieten. Bäckereien werden von etwa 95% der Quartiersbevölkerung mindestens einmal wöchentlich aufgesucht (SMWA, 2007, S. 26) und entfalten damit als Treffpunkt auch eine soziale Funktion im Quartier. Der Indikator "Bäckerei" zeigt die Versorgung mit Backwaren in einem Quartier an.

## Metzgerei

Metzgereien werden im Rahmen von normativen Festlegungen als wichtiger Bestandteil der Nahversorgung im Quartier angesehen, da sie frische Wurst- und Fleischwaren anbieten und zudem häufig auch ein Mittagsangebot bereithalten. Metzgereien werden von etwa 80% der Quartiersbevölkerung mindestens einmal wöchentlich aufgesucht (SMWA, 2007, S. 26) und entfalten damit als zentraler Treffpunkt auch eine soziale Funktion im Quartier. Der Indikator "Metzgerei" zeigt die Versorgung mit frischen Wurst- und Fleischwaren in einem Quartier an.

-

In dieser Arbeit werden Bäcker und Metzger als eigenständige Items aufgeführt, da diese eine wichtige Rolle bei der Grundversorgung der Bevölkerung einnehmen. Unter dem Item Lebensmittelladen-Teilsortimenter sind hingegen häufig Spezialgeschäfte des Lebensmittelseinzelhandels (z. B. Asia-Laden) mit spezfischen Zielgruppen zu finden. Für die vorgenommene Einteilung bei der Konzeption des Nahmobilitätsindikators finden sich sowohl Pro- und Contra-Argumente. Bei der Weiterentwicklung des Nahmobilitätsindikators ist daher der Umgang mit Bäcker und Metzger besonders zu berücksichtigen.

#### Apotheke

Die ärztliche Versorgung bzw. die Nähe zu Ärzten wird vor allem bei Bewohnerbefragungen als wichtiges Standortkriterium hervorgehoben. Die Erhebung der Standorte von Ärzten ist sehr aufwändig, ebenfalls müsste definiert werden, welche Ärzte (z.B. Allgemein-, Fach- oder Zahnarzt) tatsächlich fußläufig erreichbar sein sollten. Aus diesem Grund wird der Indikator "Apotheke" verwendet, da ein wesentliches Standortkriterium von Apotheken die räumliche Nähe zu meist mehreren Ärzten ist. Weiter ist in Apotheken durch Fachpersonal eine kompetente Beratung gegeben und insbesondere kleinere Beschwerden können durch rezeptfreie Medikamente gelindert werden. Der Indikator "Apotheke" zeigt die medizinische Versorgung in einem Gebiet an.

#### 2.3.3.3. Konzeption der Aktivitätsfunktion

Die Literaturrecherche hat zum Ergebnis, dass heterogene Anforderungen an das Umfeld vorhanden sind, welche vom Lebensstil aber auch von der Lebensphase der Bewohner abhängen. Aus diesem Grund werden drei Aktivitätsfunktionen konzipiert, die diesem Umstand Rechnung tragen sollen. Es werden eine allgemeine, eine familienorientierte und eine freizeitorientierte Aktivitätsfunktion konzipiert. Die allgemeine Aktivitätsfunktion ist weitestgehend dem "Walk Score" aus den USA nachempfunden und berücksichtigt gleichwertig die Bedürfnisse aller Bevölkerungsgruppen. Die familienorientierte und freizeitorientierte Aktivitätsfunktion berücksichtigt Bedürfnisse von denjenigen Bevölkerungsgruppen, die zu großen Teilen der haushaltsbildenden Bevölkerung zugerechnet werden (BBSR, 2009). Trotz aller Unterschiede, sind in allen drei konzipierten Aktivitätsfunktionen Einkaufsmöglichkeiten im Lebensmittelbereich, sonstige Einkaufsmöglichkeiten, eine Bank, eine Bäckerei, eine Metzgerei und eine Apotheke enthalten, da diese von allen untersuchten Gruppen als wichtig angesehen werden.

#### Allgemeine Aktivitätsfunktion ("Allgemein")

Die allgemeine Aktivitätsfunktion (Tab. 12) orientiert sich bei der Konzeption am "Walk Score", um die späteren ökonometrischen Ergebnisse besser vergleichen zu können. Es wird eine behutsame Anpassung vorgenommen, um die deutsche Nahversorgungsstruktur zu berücksichtigen, insbesondere durch die Aufnahme der Indikatoren "Bäckerei" und "Metzgerei". Die ärztliche Versorgung wird durch "Apotheken" abgebildet. Der Indikator spricht alle Bewohner gleichermaßen an und soll umfassend die lokalen Nahversorgungsstrukturen wiedergeben. Der Lebensmitteleinzelhandel sowie sonstige Einkaufsmöglichkeiten haben ein hohes Gewicht, da diese bei Bewohner- und Interessentenbefragungen häufig genannt werden und eine wesentliche Voraussetzung nahräumlicher Versorgung darstellen.

 $\bf 52$ 2. Grundlagen

Tabelle 12: Allgemeine Aktivitätsfunktion ("Allgemein")

Aktivitätsziel	Gewicht	Teilgewichtung
Lebensmittel (Vollsortiment)	2	2
Lebensmittel (Teilsortiment)	1	0.5 + 0.5
Restaurant/Café	2	$0.7 \mid 0.55 \mid 0.45 \mid 0.3$
Einkaufsmöglichkeiten	3	$0.7 \mid 0.6 \mid 0.5 \mid 0.45 \mid 0.4 \mid 0.35$
Bank	1	1
Grün- und Freiflächen	1	1
Schule (alle Schultypen)	1	1
Unterhaltung	1	0.5 + 0.5
Bäckerei	1	1
Metzgerei	1	1
Apotheke	1	1
Summe	15	15

Eigene Darstellung.

## Familienorientierte Aktivitätsfunktion ("Familie")

Die familienorientierte Aktivitätsfunktion (Tab. 13) gewichtet Aktivitätsziele für kleine Kinder höher.<sup>39</sup> Als Betreuungs- und Bildungsreinrichtungen werden nur Kitas und Grundschulen berücksichtigt. Die Aktivitätsfunktion bildet damit wesentliche Aktivitätsziele ab, die im Alltag einer Familie fußläufig leicht erreichbar sein sollten. Es ist bei der familienorientierten Aktivitätsfunktion darauf zu achten, dass die Summe der Teilgewichtungen 16 Punkte und nicht wie bei den beiden anderen Aktivitätsfunktionen 15 Punkte beträgt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Familien diversifizierte Bedürfnisse haben. Einerseits sind Einrichtungen der Daseinsvorsorge (z. B. Lebensmittelgeschäfte, Bäcker, Metzger) von Bedeutung, andererseits die spezifischen Bedürfnisse der Eltern (z.B. Freizeiteinrichtungen) und Kinder (z.B. Kita). Aus diesem Grund verlieren die Basiselemente der Aktivitätsfunktion an relativer Bedeutung (vgl. Abb. 10). Inwiefern dies die Ergebnisse des Nahmobilitätsindikators beeinflusst, wird in Abschnitt 4.2 überprüft.

Die Ansprüche an das Wohnumfeld von Eltern und Kindern wandeln sich mit Erwachsenwerden der Kinder (Baumann et al., 2004, S. 192). Die in dieser Arbeit verwendete Aktivitätsfunktion zielt vor allem auf Familien mit Kindern bis 11 Jahre (Ende der Grundschulzeit).

Aktivitätsziel	$\mathbf{Gewicht}$	Teilgewichtung
Lebensmittel (Vollsortiment)	2	2
Lebensmittel (Teilsortiment)	1	$0.5 \mid 0.5$
Restaurant/Café	$1,\!5$	$0.5 \mid 0.4 \mid 0.3 \mid 0.3$
Einkaufsmöglichkeiten	3	$0.7 \mid 0.6 \mid 0.5 \mid 0.45 \mid 0.4 \mid 0.35$
Bank	1	1
Grün- und Freiflächen	1	1
Grundschule	1,25	1,25
${ m Kita/Hort}$	$1,\!25$	1,25
Unterhaltung	1	$0.5 \mid 0.5$
Bäckerei	1	1
Metzgerei	1	1
Apotheke	1	1
Summe	16	16

Tabelle 13: Familienorientierte Aktivitätsfunktion ("Familie")

Eigene Darstellung.

## Freizeitorientierte Aktivitätsfunktion ("Freizeit")

Die freizeitorientierte Aktivitätsfunktion (Tab. 14) gewichtet Aktivitätsziele höher, die der sozialen Interaktion und Freizeitzwecken (Restaurants, Unterhaltung, Park) dienen. Die freizeitorientierte Aktivitätsfunktion soll insbesondere die spezifischen Bedürfnisse von Singles und Paaren ohne Kinder berücksichtigen, die häufig ein vielfältiges Kulturund Freizeitangebot in räumlicher Nähe nachfragen. Bildungs- und Betreuungseinrichtungen werden nicht berücksichtigt.

Tabelle 14: Freizeitorientierte Aktivitätsfunktion ("Freizeit")

Aktivitätsziel	Gewicht	Teilgewichtung
Lebensmittel (Vollsortiment)	2	2
Lebensmittel (Teilsortiment)	1	$0.5 \mid 0.5$
Restaurant/Café	2	$0.7 \mid 0.55 \mid 0.45 \mid 0.3$
Einkaufsmöglichkeiten	3	$0.7 \mid 0.6 \mid 0.5 \mid 0.45 \mid 0.4 \mid 0.35$
Bank	1	1
Grün- und Freiflächen	1	1
${ m Unterhaltung}$	2	$0.7 \mid 0.6 \mid 0.4 \mid 0.3$
Bäckerei	1	1
Metzgerei	1	1
${ m Apotheke}$	1	1
Summe	15	15

Eigene Darstellung.

#### Synoptische Darstellung der Aktivitätsfunktionen

Die allgemeine, familien- und freizeitorientierte Aktivitätsfunktion stimmen in wesentlichen Punkten überein, wie in der synoptischen Darstellung in Abbildung 10 zu sehen ist. Dies ist darauf zurückzuführen, dass unabhängig von der persönlichen Lebenssituation beispielsweise die Erreichbarkeit von einem Lebensmittelladen, einer Bank oder einer Bäckerei als wichtig erachtet wird. Zielgruppenspezifische Unterschiede sind dort vorhanden, wenn alltagsrelevante Aktivitätsziele nur für einen kurzen Zeitabschnitt für eine bestimmte Zielgruppe von hoher Bedeutung sind, beispielsweise eine Grundschule oder Kita. Aufgrund der sehr hohen Übereinstimmung zwischen den drei konzipierten Nahmobilitätsindikatoren ist eine hohe Korrelation der empirischen Ergebnisse wahrscheinlich. Ob die berechneten Nahmobilitätswerte allerdings lokal stark voneinander abweichen, ist vorab nicht abzuschätzen.

Abbildung 10: Synoptische Darstellung der drei Aktivitätsfunktionen "Allgemein", "Familie" und "Freizeit"

Variablen		Nahmobilitätsindikator		
		Allgemein	Familie	Freizeit
	Lebensmittel (Vollsortimenter)	2	2	2
Lebensmittel (Teilsortimenter)  Apotheke		1	1	1
		1	1	1
eme	Bäckerei	1	1	1
Basiselemente	Metzgerei	1	1	1
Ba	Bank	1	1	1
	Grün- und Freiflächen	1	1	1
	Einkaufsmöglichkeiten	3	3	3
nte	Schule (Allgemein)	1		
eme	Grundschule		1,25	
le El	Kita/ Hort		1,25	
Variable Elemente	Unterhaltung	1	1	2
Va	Restaurant/ Café	2	1,5	2
	Gewichtung (Gesamt)		16	15

Eigene Darstellung.

# 2.3.4. Berechnung und praktische Umsetzung des Nahmobilitätsindikators

Die Berechnung des Nahmobilitätswertes für einen Standort basiert auf dem Gravitationsmodell (Punkt 2.2.1) und ist dem Berechnungsalgorithmus von "Walk Score" nachempfunden:

$$NMW_i = \frac{100}{\sum k} \times \sum f(A_j k) f(D_{ij})$$
 (2.4)

 $NMW_i$  = Nahmobilitätswert am Standort i  $A_j$  = Aktivitätsziel am Standort j (Aktivitätsfunktion) k = Teilgewichtung eines Aktivitätsziels  $f(A_jk)$  = Aktivitätsfunktion  $D_{ij}$  = Fußläufige Entfernung von Ort i zu Ort j in Meter  $f(D_{ij})$  = Distanzfunktion

Um den Nahmobilitätswert (NMW) am Standort i zu berechnen, wird zuerst die Teilgewichtung k von jedem Aktivitätsziel mit der Distanzfunktion multipliziert und anschließend der Teilnutzen berechnet. Anschließend erfolgt eine Addition der Teilnutzen zum Gesamtnutzen. Durch eine Multiplikation des Gesamtnutzens mit 100 geteilt durch die Summe der Teilgewichte werden die berechneten Nahmobilitätswerte standardisiert und erreichen Werte von 0 bis 100 Punkten. Ein Beispiel veranschaulicht die Berechnungsweise: ein Lebensmittelladen ist 400 m vom Standort entfernt. Nach der Distanzfunktion reduziert sich das relative Gewicht des Lebensmitteladens von 1 auf 0,84. In der Aktivitätsfunktion hat der Lebensmittelladen ein Gewicht von 3, welches nun mit dem relativen Gewicht multipliziert wird  $3 \times 0,84 = 2,52$ . Ein Gewichtungspunkt trägt  $6,67^{40}$  (100/15) Punkte zum standardisierten Nahmobilitätswert bei. Der Lebensmittelladen in 400 m Entfernung führt damit zu einem Wert von 16,8 Punkten  $(2,52\times6,67)$ . Für Ziele mit mehreren Teilzielen (z. B. Restaurant, Einkaufsmöglichkeiten) wird der Wert für jedes Teilziel einzelnen nach dem beschriebenen Algorithmus berechnet.

Im Folgenden wird die praktische Vorgehensweise bei der Berechnung des Nahmobilitätsindikators skizziert, eine ausführliche Darstellung sowie weitere theoretische Überlegungen finden sich im Anhang A.5. Die Analyse nutzt als kartografische Grundlage Karten von OpenStreetMap auf dem Gebiet der Untersuchungsstädte (Punkt 3.1.1). In diesen Städten werden jeweils die Straßenlayer selektiert und ein routingfähiges Straßennetzwerk berechnet. Zur systematischen Stichprobenziehung wird jeder Knoten, z. B. Straßenkreuzung, als Messpunkt festgesetzt. Die georeferenzierten Aktivitätsziele befinden sich in eigenen Layern. Für jeden Messpunkt werden die Netzwerkdistanzen zu den nächstgelegenen Aktivitätszielen ermittelt, wobei der Shortest-Path-Algorithmus Anwendung findet. Der lokale Nahmobilitätswert an den Messpunkten wird mittels der beschriebenen Aktivitäts- und Distanzfunktion berechnet. Zur Berechnung eines flächendeckend verfügbaren Nahmobilitätsindikators wird zur Interpolation das IDW-Verfahren verwendet, wobei die berechneten Nahmobilitätswerte als Input-Daten dienen.

Die Erreichbarkeitsindikatoren können mittels GIS kartografisch präsentiert und damit intuitiv visuell erfasst werden (Lange, 2006, S. 249ff.). Die Karte ist ein nonverbales Kommunikationsmedium zwischen Sender und Empfänger, wobei der Empfänger die Informationen ohne weitere Hilfe korrekt interpretieren und intuitiv verstehen können sollte. Der Einsatz von Farbe bei kartografischen Darstellungen sollte sorgfältig gewählt werden, da "Farbe [...] selbst Träger einer Information" ist (Lange, 2006, S. 266). Grundsätzlich ist die Farbwahl schwierig, da bei Sender und Empfänger identische Farbassoziationen vorliegen müssen. Einzige Ausnahme bildet das weit verbreitete Ampelsystem, bei dem die Farben Grün (positiv), Gelb (neutral) und Rot (negativ) intuitiv identisch bewertet werden (Lange, 2006, S. 267), weshalb dieses Farbschema zur Unterstützung der visuellen Interpretation bei der Darstellung gewählt wird (rot = 0 Punkte; grün = 100 Punkte).

Bei der familienorientierten Aktivitätsfunktion 6,25 Punkte (100/16).

# 2.4. Theoretische Grundlagen und Konzeption der Sozialraumanalyse

#### 2.4.1. Ziel der Sozialraumanalyse

Die in Abschnitt 2.3 rezipierten empirischen Studien zeigen, dass die Wichtigkeit der fußläufigen Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele zwischen verschiedenen Raumtypen variiert und daher anzunehmen ist, dass ebenfalls die Wichtigkeit der Nahmobilität im Alltag unterschiedlich wahrgenommen wird. Für die Bildung und Abgrenzung geeigneter Untersuchungsräume können Konzepte aus der Geografie und der Soziologie herangezogen werden (Sodeur & Hoffmeyer-Zlotnik, 2005, S. 8). In der Geografie ist das Ziel der Regionalisierung Gebiete zweckbestimmt in kleinere Einheiten aufzuteilen und zusammenhängende, exakt identifizierbare Räume abzugrenzen (z. B. administrative Grenzen, Bodenrichtwertklassen). In der Soziologie ist hingegen das Ziel der Regionalisierung, Gebiete nach einheitlichen Eigenschaftsdimensionen zu typisieren und nicht Gebiet A mit Gebiet B zu vergleichen, sondern Raumtyp A mit Raumtyp B, um allgemeine Eigenschaftsmerkmale von Gebieten analysieren zu können. Aus diesem Grund wird in dieser Arbeit der soziologische Ansatz zur Abgrenzung von Gebietseinheiten gewählt.

Zur Abgrenzung von Raumtypen stellt die Sozialraumanalyse eine anerkannte Methode der sozialwissenschaftlichen Forschung dar (BLASS ET AL., 1978, S. 390) und wurde Mitte des 20. Jahrhunderts von den US-amerikanischen Wissenschaftlern Shevky und Bell begründet (Gutfleisch, 2007, S. 29). Die Sozialraumanalyse führt zu ähnlichen Ergebnissen wie statistische Verfahren (z.B. Faktoranalyse) und sollte bei städteübergreifenden Analysen bevorzugt werden (Gutfleisch, 2007). Bei soziodemografisch heterogenen Städten sollte diese für jede Stadt einzeln durchgeführt werden (ILS NRW, 2003b, S. 41ff.), was in dieser Arbeit geschieht. Durch die Kombination relevanter Indikatoren können theoretische räumliche Konstrukte begründet werden, die nicht unmittelbar messbar sind (KNEPEL, 1999, S. 625). <sup>41</sup> Die Methode basiert auf der Annahme, dass Haushalte die räumliche Nähe zu anderen Haushalten mit ähnlichen sozio-ökonomischen Merkmalen und Lebensstilen suchen (ILS NRW, 2003b, S. 20). Mit zunehmender sozialer, ökonomischer und ethnischer Distanz differenzieren sich Standorte im räumlichen Gefüge einer Stadt in bestimmte Gebietstypen aus, bei denen bestimmte Merkmale über- oder unterrepräsentiert sind.

Die Standortwahl von Haushalten wird von individuellen Präferenzen (z. B. Lebensalter, Ethnie, Bildungsstatus, Einkommen) und Restriktionen (z. B. Diskriminierung, Einkommen, Kaufpreisniveau) bestimmt, wobei mit zunehmendem Einkommen die Restriktionen abnehmen. Bei Sozialraumanalysen werden zur Identifikation von Segregationsprozessen Indikatoren ausgewählt, die die demografische Struktur, die materielle Lage sowie ethnische und kulturelle Merkmale der Bevölkerung beschreiben. Werden bei der Sozialraumanalyse zu große Teilräume zur Abgrenzung gewählt, weil beispielsweise kleinräumige Daten fehlen, kann dies eine "Unterschätzung der Segregation und der Polarisierungstendenzen" (BBR/BBSR, 2009, S. 57) auf kleinräumiger Ebene zur Folge haben. Dies stellt eine bekannte Restriktion der Sozialraumanalyse dar (FRIEDRICHS & TRIEMER, 2008, S. 21).

-

Die theoriebasierte Auswahl von Variablen wird in Punkt 2.2.2.2 beschrieben.

#### 2.4.2. Methodik der Sozialraumanalyse

Gutfleisch (2007, S. 53) differenziert bei der Sozialraumanalyse die Indikatoren "Soziale Benachteiligung", "Urbanismus" und "Migration", die wiederum aus jeweils drei Variablen gebildet werden. Diese neun Variablen liegen in der Städtestatistik auf kleinräumiger Ebene vor, sind damit für Städtevergleiche gut geeignet und werden wie bei Friedrichs & Triemer (2008, S. 23) für vergleichbare Analysen ebenfalls gewählt. Die folgenden Ausführungen bei der Herleitung der Sozialraumindikatoren lehnen sich sprachlich und inhaltlich stark an der Dissertation von Gutfleisch (2007, S. 39-46) an, der eine Sozialraumanalyse am Beispiel der Stadt Frankfurt am Main durchgeführte. Die getroffenen Annahmen plausibilisierte Gutfleisch (2007) auf Basis einer Literaturrechereche. Obwohl einige Annahmen verallgemeinert sind, werden diese unverändert übernommen, um sozioökonomische und siedlungsstrukturelle Gegensätze zwischen Gebieten darstellen zu können.

### Indikator "Soziale Benachteiligung"

Der Indikator "Soziale Benachteiligung" misst den sozialen Rang und den Grad der sozialen Benachteiligung im Untersuchungsraum. Durch eine Kombination von verschiedenen Merkmalen können soziale Problemlagen zuverlässig identifiziert werden.

#### • Variable: Arbeitslosendichte

Der Bezug von Arbeitslosengeld ist in der Regel mit einem niedrigen Haushaltseinkommen und höherem Armutsrisiko verbunden. Arbeitslosigkeit führt häufig zur sozialen Ausgrenzung der betroffenen Personen und deren Familien.

- Variable: Anteil der Sozialhilfeempfänger/Innen an der Bevölkerung Sozialleistungen sichern den Lebensunterhalt der Empfänger. Diese Leistungen werden nur bei einem geringen persönlichen Vermögen vergeben und wenn andere Transferleistungen nicht ausreichend sind. Der Bezug von Sozialleistungen ist meist mit einem hohen Armutsrisiko verbunden.
- Variable: Wahlbeteiligung bei der Bundestagswahl
  Die Höhe der Wahlbeteiligung ist ein Indikator für die soziale Teilhabe an der
  Gesellschaft. Die Wahlbeteiligung korreliert positiv mit den Variablen "Bildungsniveau, Berufsstatus und Einkommen" (GUTFLEISCH, 2007, S. 43).

#### Indikator "Urbanismus"

Der Indikator "Urbanismus" differenziert zwischen innerstädtischen urbanen Gebieten und wenig verdichteten Gebieten in den Randlagen bzw. Vororten von Städten.

- Variable: Anteil der Einpersonenhaushalte an den Privathaushalten Einpersonenhaushalte zeigen den Grad der Individualisierung der Bewohner an und lassen indirekt auf spezifische Standortanforderungen schließen. Einpersonenhaushalte bevorzugen urbane, innenstadtnahe Teilräume, während Mehrpersonenhaushalte und Familien in der Regel Randlagen von Städten bevorzugen.
- Variable: Anteil der Bevölkerung im Alter von unter 6 Jahren an der Bevölkerung

Die Variable weist auf Gebiete mit einem hohen Anteil von Kindern und damit Familien hin. Es wird die Annahme vertreten, dass insbesondere Familien Anstrengungen unternehmen, um in einem kinderfreundlichen Umfeld (z. B. Grünanlagen,

Spielplätze) zu leben. Randlagen werden meist gegenüber innerstädtischen Wohnlagen bevorzugt.

#### • Variable: Anteil der Mehrfamilienhäuser an den Wohngebäuden

Mehrfamilienhäuser mit drei oder mehr Wohneinheiten sind typisch für innerstädtische Wohnlagen, während in Randlagen Ein- und Zweifamilienhäuser dominieren. Eine geringe Bevölkerungsdichte ist häufig mit einer ruhigen Wohnlage und dem Fehlen von Infrastruktureinrichtungen verbunden. Eine hohe städtebauliche Dichte fördert die Tragfähigkeit von Infrastruktureinrichtungen, die ggf. negative externe Effekte (z. B. Lärmemissionen) verursachen.

## Indikator "Migration"

Der Indikator "Migration" misst migrationsspezifische Entwicklungen und weist Gebiete mit einer hohen und geringen Fluktuation aus. In Gebieten mit einer hohen Fluktuation wird das Entstehen von stabilen sozialen Bindungen beeinträchtigt.

#### • Variable: Anteil der Zu- und Wegzüge an der Bevölkerung

Geringe Wanderungsquoten fördern das Entstehen von sozialen Bindungen, die bei einer hohen Bevölkerungsfluktuation nicht entstehen können. Städte weisen häufig spezifische Stadtviertel auf, die von Neubürgern bevorzugt werden und nach kurzer Zeit wieder verlassen werden, wenn mit erhöhter Ortskenntnis innerhalb der Stadt besser geeignete Standorte identifiziert werden konnten.

### • Variable: Anteil der ausländischen Bevölkerung an der Bevölkerung

Ein hoher Ausländeranteil wurde lange mit negativen sozialen Folgen gleichgesetzt. Im Zuge der Tertiärisierung und Globalisierung hat sich dies aber gewandelt. Auf der einen Seite stehen weiterhin schlecht ausgebildete und häufig sozial ausgegrenzte ausländische Mitbürger, auf der anderen Seite hochspezialisierte Fachkräfte mit überdurchschnittlichem Einkommen (ILS NRW, 2003b, S. 5). Diese Variable ist damit wertneutral und ist erst im Zusammenspiel mit anderen Indikatoren interpretierbar.

# Variable: Anteil der Bevölkerung im Alter von 65 Jahren und älter an der Bevölkerung

Gebiete mit einem hohen Durchschnittsalter der Bewohner sind meist sozial stabil. Erst der Umzug in ein Pflege- oder Altenheim bzw. der Tod der Bewohner führen zu Veränderungen in der Sozialstruktur des Gebietes, indem diese Wohnungen für jüngere Haushalte wieder frei werden.

Die drei Variablen jedes Indikators werden inhaltlich gleich ausgerichtet und auf einer Skala von 0 bis 100 standardisiert, anschließend addiert und durch drei dividiert, sodass jeder Indikator ebenfalls eine Ausprägung zwischen 0 und 100 annimmt (HAMM, 1977, S. 175). Das von Gutfleisch (2007, S. 53) übernommene Berechnungsschema ist in Abbildung 15 dargestellt. Zur Einordnung der berechneten Indikatorwerte wird mit dem Grenzwert von 50 eine dichotome Unterscheidung in "hoch" und "niedrig" vorgenommen und stellt aufgrund der Schärfe der Trennung eine Limitation dar. Gutfleisch (2007) bildet mittels der drei Indikatoren mit den binären Ausprägungen "Hoch" und "Niedrig" acht Raumtypen. In dieser Arbeit werden aus den Indikatoren "Soziale Benachteiligung" und "Urbanismus" vier Raumtypen gebildet und der Indikator "Migration" als Kontrollvariable im Modell belassen. Eine ausführliche Beschreibung findet sich unter Punkt 3.1.3.2.2.

Tabelle 15: Sozialraumanalyse

TADOR 0 ( )
$VADST = 0 \times (r-o)$
VASHE = x (r-o)
VAWAHL = 100-x(r-o)
$\mathbf{ISOZB} = (\mathbf{VADST} \ +$
$\mathbf{VASHE} \ +$
${f VAWAHLBE})/3$
VAEINPER=x(r-o)
VAEWU6 = 100-x(r-o)
` ,
VAM FH = x(r-0)
_ ` ` ′
IURBAN = (VAEINPER
+ VAEWU6 $+$
${ m VAM\_FH})/3$
$\overline{\text{VAZUWEG}=x(\text{r-o})}$
VAAUSL = x(r-o)
VABEV65 = 100-x(r-0)
$\mathbf{IMIGRA} = (\mathbf{VAZUWEG}$
$+$ VAAUSL $\stackrel{\cdot}{+}$
${f VABEV65})/3$

x = 100/(höchster – niedrigster Wert der Variablen unter allen Teilgebieten

Quelle: Gutfleisch (2007, S. 53)

# 2.4.3. Administrative Gebietsabgrenzungen und das Problem der veränderbaren Gebietseinheit

Bei der Sozialraumanalyse werden kleinräumige amtliche statistische Daten benötigt, die meist nur für administrative Gebietsabgrenzungen zur Verfügung stehen und damit eine Restriktion der Methode darstellen. GUTFLEISCH & STURM (2013, S. 488f.) notieren, dass "[u]nterhalb der Gemeindeebene [...] die Untergliederung in weitere Einheiten nicht einheitlich definiert [ist und] die Verfahren zur kleinräumigen Abgrenzung [...] nie standardisiert [wurden und meist] historische Gründe, wie z. B. Stadterweiterungen oder Eingemeindungen, [...] haben. Dies führt dazu, dass sich die Einheiten schon innerhalb der Gemeinden hinsichtlich Größe und Einwohnerzahl deutlich unterscheiden". Daher wird bei der Sozialraumanalyse ergänzend ein Robustheitstest durchgeführt, um den Einfluss von Gebieten mit atypischen Siedlungsstrukturen (z.B. Alten- und Studentenwohnheimen) bei kleinräumigen Analysen zu minimieren (Anhang A.2). Diese

r = Rohwert der Variablen für ein Teilgebiet

o = der niedrigste Wert der Variablen unter allen Teilgebieten

Abhängigkeit des Untersuchungsergebnisses von der gewählten Gebietsabgrenzung wird als "Problem der veränderbaren Gebietseinheit" oder mit dem geläufigeren englischen Begriff MAUP (Modifiable areal unit problem) umschrieben (MADELIN ET AL., 2009, S. 645). Das MAUP kann bei Veränderung des Maßstabs und der Zonierung auftreten. Eine Maßstabsänderung findet bei der Analyse beim Wechsel von zwei hierarchisch verbundenen räumlichen Ebenen (z.B. Stadtteil und -viertel) statt. Eine Änderung der Zonierung ist gegeben, wenn bei der Analyse ein Wechsel zwischen ähnlich großen Gebietseinheiten (z.B. Stadtviertel und Wahlbezirken) vorgenommen wird (MADELIN ET AL., 2009, S. 646). Im Rahmen von Immobilienmarktanalysen diskutieren BOURAS-SA ET AL. (2007) kritisch, inwieweit Gebietsabgrenzungen basierend auf historischen oder administrativen Gründen überhaupt für immobilienwirtschaftliche Fragestellungen geeignet sind und unterscheiden hierbei die Konzepte "Nähe" und "Nachbarschaft". Die Berücksichtigung beider Konzepte in ökonometrischen Modellen sowie die daraus abgeleiteten Herangehensweisen werden im folgenden Abschnitt beschrieben.

## 2.5. Theoriebasierte Auswahl ökonometrischer Modelle

Die Aufgabe von ökonometrischen Modellen besteht darin zu erklären, wie sich die abhängige Variable verhält, wenn sich der Betrag einer unabhängigen Variable um eine Einheit ändert. Die Variablen dieser Arbeit stellen im Sinne der Wissenschaftstheorie Daten dar, die als Zahlen und Zeichen codiert sind (JÄGER, 2010, S. 155). Aufgabe der Methodik ist, Daten in Informationen zu transformieren, wobei die Auswahl eines geeigneten Modells bei räumlichen Daten schwierig ist, wie das folgende Zitat von PINKSE & SLADE (2010) zeigt:

"It is unrealistic to expect to be able to conduct an empirical exercise with spatial data that is beyond criticism. In particular, finding fault with any empirical work, no matter how carefully done, is easy. But letting applications guide the theory does allow one to remove the serious sources of misspecification" (PINKSE & SLADE, 2010, S. 107).

Dem Zitat folgend wird zunächst der Prozess der Angebotspreisfestsetzung hergeleitet (Punkt 2.5.1). Anschließend werden die Annahmen verschiedener ökonometrischer Modelle beschrieben, die prinzipiell für diese Arbeit geeignet sind (Punkt 2.5.2). Der Vergleich zwischen diesen und dem theoretischen Angebotspreisfestsetzungsprozess führt zur Auswahl geeigneter Modelle (Punkt 2.5.3). Die Güte der ausgewählten Modelle kann anschließend durch statistische Tests und Kennzahlen validiert werden (Punkt 2.5.4).

# 2.5.1. Theoretischer Prozess bei der Angebotspreisfestsetzung von Immobilien

Die Angebotspreise dieser Arbeit stammen von ImmobilienScout24, weshalb bei der Theoriebildung der Prozess der Angebotspreisfestsetzung auf Immobilienplattformen zu berücksichtigen ist, um den Datengenerierungsprozess (DGP)<sup>42</sup> erklären zu können. Die konkrete Preisfestsetzung stellt für den Verkäufer eine komplexe Aufgabe dar. Er verfügt zwar in der Regel über gute Kenntnisse der Objektmerkmale, aber nur über

Der DGP beschreibt den (unbekannten) Entstehungsprozess der Daten. Die später vorgestellten ökonometrischen Modelle sind mit verschiedenen Annahmen zur Erklärung des DGP verbunden.

eingeschränktes Wissen, wie diese Merkmale gemeinsam zu bewerten sind (KNIGHT, 2002, S. 215). Dieses Informationsdefizit versucht der Verkäufer zu beheben, indem er selbstständig oder mithilfe von Personen mit Marktkenntnissen nach aktuellen Marktinformationen in Fachmedien, auf Immobilienportalen im Internet oder in Grundstücksmarktberichten sucht.

TVERSKY & KAHNEMAN (1974, S. 1128f.) gehen davon aus, dass dem Verkäufer dennoch in den meisten Fällen nur unvollständige Informationen vorliegen und selbst wenn alle Informationen bekannt sind, die kognitiven Fähigkeiten zur Informationsverarbeitung begrenzt sind. Der Verkäufer nutzt daher bei komplexen Problemen zur Lösungsfindung Heuristiken. TVERSKY & KAHNEMAN (1974, S. 1128) beschreiben den heuristischen Prozess Adjustment and Anchoring, der bei der Angebotspreisfestsetzung wirkt, folgendermaßen: "In many situations, people make estimates by starting from an initial value that is adjusted to yield the final answer. [...] In either case, adjustments are typically insufficient. That is, different starting points yield different estimates, which are biased toward the initial values. We call this phenomenon anchoring". In verschiedenen Experimenten weisen TVERSKY & KAHNEMAN nach, dass die Nennung einer – oft zufällig ausgewählten – Startgröße einen wesentlichen Einfluss auf das Endergebnis hat, und dieses somit nicht rational begründet sein muss. SHAFIR ET AL. (1997, S. 347f.) zeigen weiter, dass die Bezugnahme auf einen bereits bekannten Preis (= Anker), die Preisfestsetzung von Verkäufern beeinflusst.

Übertragen auf den Preisfestsetzungsprozess bei einer Immobilie lässt sich folgern, dass ein Vergleich mit den Angebotspreisen räumlich naher Immobilien oder die Kenntnisse von Durchschnittspreisen einzelner Stadtvierteln zu einem Ankerpreis beim Verkäufer führen. Dieser ist Ausgangspunkt für den nächsten Schritt des Preisfestsetzungsprozesses, bei dem aus einer plausiblen Angebotspreisspanne ein konkreter Angebotspreis festgelegt wird. Der Vergleich mit anderen Objekten offenbart, in welchen Merkmalen die eigene Immobilie bessere oder schlechtere Eigenschaften aufweist, sodass objektspezifische Zu- und Abschläge abgeleitet werden können. Im Ergebnis erhält der Verkäufer einen angemessenen Angebotspreis (Enderle, 2009, S. 368f.). Der Preisfestsetzungsprozess ist damit noch nicht beendet, da die endgültige Angebotspreisfestsetzung von zwei konkurrierenden Zielsetzungen beeinflusst wird: erstens möchte der Verkäufer einen möglichst hohen Preis erzielen, zweitens das Objekt in möglichst kurzer Zeit verkaufen (Knight, 2002, S. 216). Für welche der beiden Zielsetzungen der Verkäufer sich entscheidet ist in der Regel unabhängig von Verkäufer-, Objekt- oder Nachbarschaftsmerkmalen (Kiel & Zabel, 1999, S. 264). 43 Aus den theoretischen Überlegungen zum Prozess der Angebotspreisfestsetzung ergeben sich damit folgende Schlussfolgerungen für die Auswahl eines geeigneten ökonometrischen Modells.

- 1. Der Verkäufer leitet zunächst eine grobe Angebotspreisspanne aus den Angebotspreisen benachbarter Objekte ab. Hieraus ergibt sich die Annahme einer räumlichen Autokorrelation der abhängigen Variablen  $y~(\rho \neq 0)$ .
- 2. Der Verkäufer ermittelt anschließend objektspezifische Zu- und Abschläge auf Basis der Objekt- und Lagemerkmale benachbarter Objekte. Hieraus ergibt sich

Verkäufermerkmale sind beispielsweise das Alter, das Geschlecht oder das Bildungsniveau.

Die griechischen Buchstaben  $\rho$ ,  $\theta$  und  $\lambda$  beschreiben bei der späteren Darstellung der ökonometrischen Modelle spezifische räumliche Autokorrelationen und werden daher bereits hier eingeführt.

die Annahme einer räumlichen Autokorrelation der unabhängigen Variablen X  $(\theta \neq 0)$ .

3. Der Angebotspreis wird im Spannungsfeld der konkurrierenden Zielsetzungen Maximalpreis und Angebotsdauer vom Verkäufer festgesetzt. Diese Entscheidung ist unabhängig von Objekt-, Verkäufer- und Nachbarschaftsmerkmalen. Hieraus ergibt sich die Annahme unabhängiger und räumlich nicht korrelierter Fehlerterme  $(\lambda=0)$ .

Die Konsequenzen dieser Annahmen für die Auswahl räumlich autoregressiver Modelle werden im Folgenden dargelegt.

# 2.5.2. Methodenübersicht in der immobilienwirtschaftlichen Forschung

Hedonische Modelle zeigen den Gleichgewichtspreis eines Gutes an, bei dem das gesamte Angebot sowie die Nachfrage befriedigt sind. Diese Modelle basieren auf den Annahmen, dass sich erstens die Nutzenfunktion eines Haushaltes aus verschiedenen Komponenten wie beispielsweise Objekt- oder Lageeigenschaften zusammensetzt, und dass der Käufer/Verkäufer zweitens alle Objekt- und Lageeigenschaften der Immobilie kennt, diese abwägt und bei seiner Kaufentscheidung/Angebotspreisfestsetzung berücksichtigt. Hedonische Modelle nehmen drittens weiter an, dass keine Transaktionskosten sowie keine Kosten bei der Wahl zwischen Immobilien mit unterschiedlichen Objekteigenschaften entstehen. Zwischen der abhängigen und den unabhängigen Variablen wird ein linearer Zusammenhang angenommen (Koschinsky et al., 2012, S. 322ff.).

Es gibt eine Vielzahl an hedonischen Modellen, die sich insbesondere in den getroffenen Annahmen des Datengenerierungsprozesses und der Berücksichtigung des Merkmals "Lage" unterscheiden. Das Ordinary Least Squares Modell (OLS-Modell) bildet vereinfachend Nachbarschaftseffekte mittels Gebiets-Dummys ab, autoregressive Modelle berücksichtigen über eine Gewichtungsmatrix räumliche Zusammenhänge zwischen Nachbarn und lokale gewichtete Modelle schätzen für jeden Standort individuelle Koeffizienten, indem ausschließlich benachbarte Fälle in die Berechnung einbezogen werden (Abb. 11). Diese drei Modelle werden im Folgenden näher beschrieben.

#### Methode der kleinsten Quadrate (Ordinary Least Squares (OLS))

In den Wirtschaftswissenschaften wurde das hedonische Modell entwickelt, bei dem der Immobilienpreis vor allem eine Funktion der Objekt- und weniger der Lagemerkmale ist. Das bekannteste hedonische Modell ist das OLS-Modell mit den Annahmen der räumlichen Unabhängigkeit der Objekte und der globalen Gültigkeit der Koeffizienten (räumliche Homogenität). Bei Auftreten von räumlicher Autokorrelation wird der OLS-Schätzer ineffizient und die Inferenzstatistik ungültig (Helbich et al., 2013, S. 393). Das Merkmal Lage wird im OLS-Modell mittels fixed effects in Form von Dummy-Variablen berücksichtigt, die Nachbarschaftseffekte kontrollieren (Sirmans et al., 2005, S. 19f.). Die gewählten Gebiets-Dummys orientieren sich meist an leicht verfügbaren administrativen Gebietsabgrenzungen (Madelin et al., 2009) und weniger an den schwieriger abzugrenzenden Immobilienteilmärkten (Bourassa et al., 2003). Eine räumliche Autokorrelation der Residuen kann daher beim OLS-Modell regelmäßig angenommen werden (Koschinsky et al., 2012, S. 332).

Räumlich autoregressive Modelle Regressionen

Hauptproblem:
Modifiable areal unit problem (MAUP)

Räumlich autoregressive Regressionen

Hauptproblem:
Spezifikation der Spezifikation der Gewichtungsmatrix

Abbildung 11: Die Berücksichtung des Merkmals "Lage" in ökonometrischen Modellen der Immobilienpreisanalyse

Eigene Darstellung.

#### Räumlich autoregressive Modelle

Regional- und Raumwissenschaftler entwickelten räumliche hedonische Modelle, die aufgrund ihres Charakters als räumlich autoregressive Modelle bezeichnet werden (Ko-SCHINSKY ET AL., 2012, S. 322). Diese erweitern das hedonische Modell um das erste Gesetz der Geografie von Tobler (1970, S. 236). Nach diesem weisen benachbarte Fälle meist eine größere Ähnlichkeit auf als weiter entfernte, sodass eine räumliche Autokorrelation der Variablen erwartet wird (Anselin, 1988, S. 11). Das beim OLS-Modell gebräuchliche Konzept der Nachbarschaft (neighborhood) in Form von Gebiets-Dummys wird bei räumlich autoregressiven Modellen durch das Konzept der räumlichen Nähe (adjacency) in Form der räumlichen Autokorrelation abgelöst. Der Unterschied beider Konzepte wird insbesondere an Nachbarschaftsgrenzen sichtbar. Bei Nachbarschaften entstehen sprunghafte und beim Konzept der räumlichen Nähe fließende Übergänge. Von zentraler Bedeutung bei räumlich autoregressiven Modellen ist die Konzeption der Gewichtungsfunktion, die das Kriterium "Nachbar" und die Stärke des Zusammenhangs zwischen Nachbarn definiert. In der praktischen Anwendung ist die Definition einer Gewichtungsmatrix mit Unsicherheit verbunden, da keine formale Anleitung zur Spezifikation dieser besteht und a priori keine optimale Gewichtungsmatrix bestimmt werden kann. Aus einer Vielzahl von theoriebasierten Gewichtungsmatrizen wird auf der Basis von Testverfahren eine geeignete bestimmt (Anselin, 2002, S. 259). Räumlich autoregressive Modelle sind meist eine Mischung aus einem Global- und einem Lokalmodell. Dies bedeutet dass einzelne Koeffizienten global konstant sind, andere wiederum lokal variieren (Fotheringham et al., 2002, S. 24).

#### Lokale multivariate Modelle

Ebenfalls in den Regional- und Raumwissenschaften wurden lokale multivariate Verfahren entwickelt. Mit diesen ist die Ablehnung räumlich homogener Globalkoeffizienten verbunden und die Annahme, dass der Nutzen einzelner Gütereigenschaften im Raum variiert (Helbich et al., 2013, S. 397). Von den verschiedenen lokalen multivariaten Verfahren gewinnt in den letzten Jahren zunehmend die geografische gewichtete Regression (geographically weighted regression - GWR) an Bedeutung, mit der lokale Koeffizienten ausschließlich auf der Basis benachbarter Fälle geschätzt werden.<sup>45</sup> Die tatsächliche Gewichtungsfunktion ist a priori unbekannt und wird im Gegensatz zu den räumlich autoregressiven Verfahren nicht manuell sondern mittels statistischer Optimierungsverfahren bestimmt (Fotheringham et al., 2002, S. 52ff.). Ein Sonderfall tritt bei unendlich großer Bandbreite auf, da dann das GWR-Modell dem OLS-Modell entspricht.<sup>46</sup> Eine Restriktion des GWR-Modells stellt das Vorhandensein lokaler Ausreißer dar, die einen starken Einfluss auf die Schätzung der Koeffizienten ausüben können (LESAGE, 1999, S. 159). Ebenso können räumlich korrelierte Variablen (=lokale Multikollinearität) zu fehlerhaften Schätzungen der Koeffizienten führen (Wheeler & Tiefelsdorf, 2005).

## Anwendung und Vergleich ökonometrischer Modelle in der immobilienwirtschaftlichen Forschung

Das Ziel eines jeden Modells ist die bestmögliche Erklärung des unbekannten Datengenerierungsprozesses. Die aus verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen kommenden Modellfamilien basieren auf unterschiedlichen Konzepten, Annahmen und Theorien und sind grundsätzlich plausibel. Mit der zunehmenden Verfügbarkeit von leistungsfähigen Computern sowie von statistischen Toolboxen zur Berechnung von komplexen räumlichen Modellen (Anselin, 2009) entstanden seit Mitte der 2000er Jahre zahlreiche empirische Studien, die das bekannte OLS-Modell mit Modellen der räumlichen Ökonometrie hinsichtlich Erklärungsgehalt und Schätzgenauigkeit verglichen. 47

Obwohl die Ergebnisse der Studien nicht eindeutig sind, weisen sie meist darauf hin, dass die Konzepte der räumlichen Ökonometrie dem klassischen OLS-Modell überlegen sind. Das unklare Ergebnis ist auf unterschiedliche Voraussetzungen hinsichtlich der Datenqualität, des Untersuchungszeitraumes sowie der untersuchten Immobilienmärkte zurückzuführen (Bourassa et al., 2007, S. 158). Ebenso erschweren die Vor- und Nachteile der einzelnen Modelle die Festlegung auf nur ein ökonometrisches Modell vor

Eine Diskussion weiterer lokaler multivariater Verfahren findet sich bei Fotheringham et al. (2002, S. 15ff.).

Die Bandbreite determiniert die Nachbarschaftsdefinition und wird unter Punkt 2.5.3.2 beschrieben.

Empirische Studien führten beispielsweise McCluskey et al. (2013), Lu et al. (2011), Osland (2010), Löchl & Axhausen (2010), Case et al. (2004), Kestens et al. (2006), Bourassa et al. (2007), oder Farber & Yeates (2006) sowohl in europäischen als auch US-amerikanischen Immobilienteilmärkten durch.

Die Tatsache von gegensätzlichen Ergebnissen adressieren auch Sirmans et al. (2005, S. 4) in ihrer Meta-Studie von hedonischen OLS-Modellen. Sie folgern, dass die Ergebnisse von OLS-Modellen ortsgebunden sind und im Allgemeinen nicht auf andere Räume übertragen werden können. Der Vergleich von empirischen Studien ermöglicht die Identifikation von Variablen (bspw. Objekt- und Lagemerkmale) mit einem konstant positiven oder negativen Einfluss auf den Immobilienpreis.

Beginn der Analyse, weshalb in dieser Studie kein Modell von vornherein als überlegen angesehen wird. Stattdessen überprüft diese Arbeit das OLS-Modell, räumlich autoregressive Modelle sowie das GWR-Modell hinsichtlich ihrer Annahmen und begründet theoriebasiert die Auswahl eines oder mehrerer ökonometrischer Modelle. Unterschiede in den Ergebnissen sind damit bei gleichen Daten auf Unterschiede in den Modellen zurückzuführen. Inwieweit dies die Interpretation der Ergebnisse beeinflusst, d.h. die Transformation von Informationen in Wissen, ist vorab nicht abschätzbar. Im Folgenden wird die Taxonomie der verschiedenen ökonometrischen Modelle beschrieben, um Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen diesen darzulegen.

#### 2.5.2.1. Taxonomie ökonometrischer Modelle

Das ökonometrische Grundmodell hedonischer Modelle sieht wie folgt aus (Elhorst, 2013):

$$Y = \alpha \iota_N + X\beta + \epsilon \tag{2.5}$$

In dem Modell ist Y ein  $n \times 1$  Vektor der abhängigen Variable, die Konstante  $\iota_N$  ist ein  $N \times 1$  Vektor mit dem Parameter  $\alpha$ , X ist ein  $n \times k$  Vektor der unabhängigen Variablen,  $\beta$  ist ein  $k \times 1$  Vektor der geschätzten Parameter und  $\epsilon$  ist ein  $n \times 1$  zufallsverteilter, unabhängiger und unkorrelierter Fehlerterm. Das beschriebene OLS-Modell kann durch weitere Annahmen in räumliche Modelle transformiert werden. Räumlich autoregressive Modelle basieren auf der Annahme, dass die räumliche Lage eines Falles sowie räumliche Zusammenhänge zwischen Fällen bei der Erklärung berücksichtigt werden sollten (Anselin & Le Gallo, 2007, S. 48). Grundsätzlich lassen sich nach Elhorst (2013, S. 7f.) drei Arten von räumlicher Korrelation unterscheiden. Erstens kann eine endogene Interaktion zwischen der abhängigen Variable y am Punkt A und der abhängigen Variable y am Punkt B bestehen, gemessen mit dem Parameter  $\rho$ . Damit ist die Annahme verbunden, dass die Werte der abhängigen Variablen gemeinsam festgelegt werden bzw. sich wechselseitig beeinflussen. Diese räumliche Autokorrelation lässt sich beispielsweise beobachten, wenn sich Verkäufer bei der Preisfestsetzung an den (Angebots-)Preisen naheliegender Immobilien orientieren. Zweitens kann eine exogene Interaktion zwischen der abhängigen Variable y am Punkt A und der unabhängigen Variable x am Punkt B bestehen, gemessen mit dem Parameter  $\theta$ . Damit ist die Annahme verbunden, dass (Objekt-)Eigenschaften benachbarter Objekte, den Preis y am Punkt A bestimmen. Weisen beispielsweise benachbarte Objekte erhebliche sichtbare Mängel auf, ist ein negativer Einfluss auf die eigene Immobilie zu erwarten. Drittens kann eine räumliche Interaktion zwischen dem Fehlerterm u am Punkt A und dem Fehlerterm uam Punkt B auftreten, gemessen mit dem Parameter  $\lambda$ . Dies kann auftreten, wenn unbeobachtete Variablen eine räumliche Autokorrelation aufweisen. Als Beispiel lässt sich das Image eines Quartiers nennen, welches wertbestimmend für den Mikrostandort ist. Ein hedonisches Modell mit allen drei Formen räumlicher Korrelation wird als General nesting spatial model (GNS) bezeichnet und hat folgende Form (Elhorst, 2013, S. 9f.):

$$Y = \rho WY + \alpha \iota_N + X\beta + WX\theta + uu = \lambda Wu + \varepsilon \tag{2.6}$$

Y ist eine  $n \times 1$  Matrix der abhängigen Variable, WY ist der Interaktionseffekt zwischen den abhängigen Variablen, WX der Interaktionseffekt zwischen den unabhängigen Variablen und Wu der Interaktionseffekt zwischen den Fehlertermen benachbarter Fälle.  $\rho$  wird als räumlich autoregressiver Term und  $\lambda$  als räumlich autokorrelierter

Term bezeichnet, beide sind eine  $n \times 1$  Matrix.  $\theta$  ist wie  $\beta$  eine  $k \times 1$  Matrix mit fixen unbekannten Parametern, die geschätzt werden müssen (Elhorst, 2013, S. 10). Die Gewichtungsmatrix W enthält Informationen über nachbarschaftliche Zusammenhänge und ist eine  $N \times N$  Matrix mit nicht negativen Werten. Das GNS-Modell kann durch die Annahme, dass  $\rho$ ,  $\theta$  oder  $\lambda$  gleich Null ist, in andere Modelle übergeführt werden. Bei Halleck Vega & Elhorst (2013, S. 24) findet sich eine übersichtliche Darstellung, welche Zusammenhänge zwischen dem GNS-Modell<sup>49</sup>, dem Spatial Durbin model (SDM), dem Spatial Durbin Error model (SDEM), dem General spatial model  $(SAC)^{50}$ , dem Spatial lag model  $(SAR)^{51}$ , dem Spatial lag of X model  $(SLX)^{52}$ , dem Spatial Error model (SEM)<sup>53</sup> und dem bekannten Ordinary Least Squares model (OLS) bestehen (Abb. 12). Das GWR-Modell ist wiederum ein Spezialfall des OLS-Modells, bei dem erstens die Zahl der Nachbarn, bezeichnet als Bandbreite, und zweitens die Gewichtung dieser Fälle, bezeichnet als Kernel, lokal variiert. Das GWR-Modell wird unter Punkt 2.5.3.2 ausführlich beschrieben. Im Folgenden werden das Grundkonzept einer räumlichen Gewichtungsmatrix, direkte und indirekte Effekte und die Kritik an räumlichen Modellen genannt.

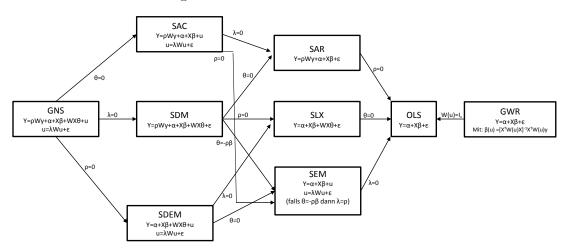


Abbildung 12: Taxonomie ökonometrischer Modelle

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an HALLECK VEGA & ELHORST (2013, S. 24).

<sup>&</sup>lt;sup>49</sup> Alternative Bezeichnung: Manski model.

Alternative Bezeichnungen: Kelejian-Prucha-model, SARAR, Cliff-Ord type spatial model, general spatial model, mixed-regressive spatial autoregressive model with a spatial autoregressive disturbance.

Alternative Bezeichnungen: spatial autoregressive model, mixed-regressive spatial autoregressive model.

Alternative Bezeichnungen: spatial cross-regressive model, mixed-regressive spatial cross-regressive model.

<sup>&</sup>lt;sup>53</sup> Alternative Bezeichnung: linear regression model with a spatial autoregressive disturbance.

## 2.5.2.2. Räumliche Gewichtungsmatrix W

Bei räumlichen autoregressiven Modellen und dem GWR-Modell ist es Voraussetzung, dass der Begriff "Nachbarschaft" definiert wird. Dies erfolgt durch die Spezifikation der Gewichtungsmatrix W, die den räumlichen Zusammenhang zwischen Fällen beschreibt (Koschinsky et al., 2012, S. 320). Auch Lesage (1999, S. 10ff.) kann die exakte Position räumlicher Daten im kartesischen Koordinatensystem durch x- und y-Koordinaten bestimmt werden. Durch die räumliche Nähe zu benachbarten Datenpunkten kann der Begriff Nachbarschaft im räumlichen Kontext durch das Konzept der Distanz, der Kontiguität oder einer Kombination der beiden Konzepte definiert werden. Beim Distanzkonzept wird die Entfernung mittels Luft- oder Netzwerkdistanzen gemessen. Gängige Definitionen für einen Nachbarn sind:

- die Distanz zu einem Punkt liegt unterhalb einer vorab definierten Entfernung,
- ein Punkt ist einer der k-nächsten Nachbarn oder
- eine Kombination der beiden zuvor genannten Definitionen.

Das Konzept der Kontiguität beruht auf der relativen Lage benachbarter Regionen. Je nach Definition sind Regionen benachbart, wenn sie gemeinsame Knoten und/oder Kanten aufweisen. Das Konzept der Kontiguität ist prinzipiell auch auf Punkte übertragbar, indem diese beispielsweise mittels einer Delaunay-Triangulation in Flächen transformiert werden. Die Nachbarschaftsdefinition muss theoretisch abgeleitet werden, da keine formalen Kriterien zur Konzeption einer "richtigen" Gewichtungsmatrix existieren (Anselin & Le Gallo, 2007, S. 36). Aufgabe der Gewichtungsfunktion beim GWR-Modell ist die Wahl der Bandbreite (= Anzahl an Nachbarn) und die Spezifikation des Kernels (= Gewichtung), um benachbarten Fälle im lokalen hedonischen Modell zu berücksichtigen. In räumlich autoregressiven Modellen ist die Aufgabe der Gewichtungsfunktion hingegen die räumliche Definition der autoregressiven Terme. Die Konzeption einer Gewichtungsfunktion wird für das GWR-Modell unter Punkt 2.5.3.2 und für autoregressive Modelle unter Punkt 2.5.3.3 beschrieben.

#### 2.5.2.3. Interpretation der Koeffizienten

Die Interpretation der Koeffizienten räumlicher autoregressiver Modelle führte bei früheren Studien zu Fehlinterpretationen, da die Koeffizienten selbst und nicht direkte und indirekte Effekte interpretiert wurden. Infolgedessen gerieten die räumlichen autoregressiven Modelle in die Kritik, bei der bemängelt wurde, dass unterschiedliche Gewichtungsmatrizen abweichende Variablenkoeffizienten zum Ergebnis haben und damit die Robustheit dieser Modelle gering ist. LeSage & Pace (2009, S. 74) zeigen diesbezüglich, dass durch Feedback-Effekte Differenzen zwischen den berechneten Koeffizienten und den tatsächlichen direkten und indirekten Effekten regelmäßig bestehen. LeSage & Pace (2012) weisen in einer späteren Publikation erneut mit Nachdruck darauf hin, dass "practitioners have frequently misinterpreted spatial regression estimates

Das OLS-Modell berücksichtigt das theoretische Konstrukt "Nachbarschaft" durch Dummy-Variablen als fixed effects. Mit fixed effects ist die Annahme verbunden, dass die Eigenschaften räumlicher Einheiten raumspezifisch und zeitunabhängig sind, womit unbeobachtete Effekte im ökonometrischen Modell kontrolliert werden können (Helbich et al., 2013, S. 394). Bei Immobilienmarktanalysen können beispielsweise Stadtteile oder Raumtypen durch Gebiets-Dummy abgebildet werden.

in the case of models containing spatial lags of the dependent variable. In these models, the parameters  $\beta$  are often interpreted **as** if they are partial derivatives reflecting the **ceteris paribus** impact of changes in explanatory variables on the dependent variable. As discussed here and elsewhere, this is not the case".<sup>55</sup>

Theoretische Grundlagen sowie die mathematische Ableitung von direkten und indirekten Effekten finden sich bei LESAGE & PACE (2009, S. 33ff.) sowie bei HALLECK VEGA & ELHORST (2013, S. 5ff.). Zur Herleitung der direkten und indirekten Effekte wird das zuvor genannte GNS-Modell in folgende Form umgeschrieben:

$$Y = (I - \delta W)^{-1}(X\beta + WX\theta) + R \tag{2.7}$$

R beinhaltet den Fehlerterm und die Konstante. Die partiellen Änderungen von Y, die durch eine Änderung in der k-ten Variable von X im Fall 1 bis N hervorgerufen werden, nehmen folgende Form an:

$$\begin{bmatrix}
\frac{\delta(Y)}{\delta x_{1k}} & . & \frac{\delta(Y)}{\delta x_{Nk}}
\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}
\frac{\delta E(y_1)}{\delta x_{1k}} & . & \frac{\delta E(y_1)}{\delta x_{Nk}} \\ . & . & . \\ \frac{\delta E(y_N)}{\delta x_{1k}} & . & \frac{\delta E(y_N)}{\delta x_{Nk}}
\end{bmatrix} = (I - \delta W)^{-1} \begin{bmatrix}
\beta_k & w_{12}\theta_k & . & w_{1N}\theta_k \\ w_{21}\theta_k & \beta_k & . & w_{2N}\theta_k \\ . & . & . & . \\ w_{N1}\theta_k & w_{N2}\theta_k & . & \beta_k
\end{bmatrix}$$
(2.8)

 $w_{ij}$  zeigt das (i, j)-Element aus der Gewichtungsmatrix W an. Die Diagonalelemente werden als direkte Effekte und die übrigen Elemente als indirekte Effekte interpretiert. Die Stärke der direkten und indirekten Effekte ist davon abhängig, ob die Modelle die Parameter  $\rho$ ,  $\beta$  oder  $\theta$  beinhalten (Halleck Vega & Elhorst, 2013, S. 25). Direkte Effekte bezeichnen Effekte, die durch eine Änderung einer unabhängigen Variablen des Falls i, ebenfalls zu einer Veränderung der abhängigen Variable des Falls i führen. Im OLS-Modell und im SEM-Modell können die Koeffizienten unmittelbar als direkte Effekte interpretiert werden. Bei den SAR-, SAC-, SDM- sowie GNS-Modellen können hingegen die Koeffizienten aufgrund von Feedback-Effekten nicht unmittelbar interpretiert werden (Tab. 16).

	Direkte Effekte	Indirekte Effekte
OLS/SEM	$eta_k$	0
$\mathrm{SAR}/\mathrm{SAC}$	Diagonalelemente von	Nicht-Diagonalelemente von
	$(I - \delta W)^{-1} \beta_k$	$(I - \delta W)^{-1} \beta_k$
SLX/SDEM	$eta_k$	$\phi_k$
$\mathrm{SDM}/\mathrm{GNS}$	Diagonalelemente von	Nicht-Diagonalelemente von
	$(I - \delta W)^{-1}(\beta_k + W\phi_k)$	$(I - \delta W)^{-1}(\beta_k + W\phi_k)$
GWR	$eta_k(u)$	0

Tabelle 16: Direkte und indirekte Effekte bei ökonometrischen Modellen

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Halleck Vega & Elhorst (2013, S. 25).

-

Anmerkung: Hervorhebungen sind dem Original entnommen.

Feedback-Effekte bezeichnen Vorgänge, bei denen eine Änderung in einer unabhängigen Variable des Falls i, wiederum Änderungen in benachbarten Fällen hervorrufen und diese schließlich wieder den Fall i beeinflussen  $(i \to j \to i \text{ oder } i \to j \to k \to i)$  (vgl. LESAGE & PACE 2009, S. 35f.). Die Stärke der Feedback-Schleifen ist abhängig von der Position im Raum, dem räumlichen Zusammenhang zu benachbarten Punkten in Form der Gewichtungsmatrix W, der Stärke des räumlichen Zusammenhangs gemessen in  $\rho$ , sowie den Parametern  $\beta$  und  $\theta$ . Eine klassische Feedback-Schleife tritt beispielsweise auf, wenn das Einkommen im Stadtteil i steigt und damit Aufwertungstendenzen ausgelöst werden, dies zu Aufwertungen im benachbarten Stadtteil j führt und diese sich wiederum positiv auf den Stadtteil i auswirken. Indirekte Effekte bezeichnen Effekte, bei denen die abhängige Variable des Falls i durch eine Änderung des benachbarten Falls j beeinflusst wird. Ein indirekter Effekt wird als lokaler Effekt bezeichnet, wenn  $\theta_k \neq 0$ . Damit werden nur die benachbarten abhängigen Variablen beeinflusst, die eine Nachbarschaftsbeziehung aufweisen  $(w_{ij} \neq 0)$ . Als globale Effekte werden hingegen indirekte Effekte bezeichnet, wenn  $\rho \neq 0$ . Damit beeinflusst eine Änderung in einer unabhängigen Variable alle abhängigen Variablen im Untersuchungsgebiet.

Globale und lokale Effekte können nicht unterschieden werden, wenn sowohl  $\rho \neq 0$  und  $\theta_k \neq 0$  ist (Elhorst, 2013, S. 21). In der Tabelle 16 ist zu sehen, dass beim SAR-, SAC-, SDM- und GNS-Modell die direkten und indirekten Effekte aus mehreren Elementen bestehen und damit eine Interpretation der Effekte insbesondere bei großen Datenmengen unmöglich wird. LESAGE & PACE (2009, S. 36) empfehlen daher, dass die direkten Effekte als Durchschnittswert der Diagonalelemente und indirekte Effekte als Durchschnittswert der Nicht-Diagonalelemente ausgegeben werden sollten. Der absolute Einfluss (totaler Effekt) einer unabhängigen Variablen setzt sich aus direkten und indirekten Effekten zusammen. Die durchschnittlichen totalen Effekte zeigen an, wie sich eine Änderung der Variable x um eine Einheit im Fall j auf alle anderen Fälle i auswirkt (LeSage & Pace, 2009, S. 37). Diese Auswirkungen auf alle anderen Fälle werden summiert und anschließend durch die Anzahl aller Fälle dividiert, um den durchschnittlichen totalen Einfluss zu erhalten. Beim GWR-Modell gibt es ausschließlich direkte Effekte, die für jeden Messpunkt individuell und damit lokal berechnet werden. weshalb eine grafische Darstellung empfohlen wird. Eine ausführliche Beschreibung der Berechnung von direkten Effekten für das GWR-Modell erfolgt unter Punkt 2.5.3.2.

### 2.5.2.4. Kritik an räumlichen Modellen

Es können grundsätzlich verschiedene autoregressive Modelle genutzt werden, um den unbekannten DGP zu erklären (Abb. 12). Eine häufig gewählte Vorgehensweise ist die allgemeine Annahme von räumlichen Zusammenhängen und die Spezifikation einer Gewichtungsmatrix, um anschließend mithilfe einer Maximum Likelihood-Schätzung sowie statistischen Methoden dasjenige Modell zu ermitteln, welches sich am besten an die Daten anpasst (GIBBONS & OVERMAN, 2012, S. 187). Diese Vorgehensweise wurde durch die Verbreitung von Software-Paketen und statistischen Toolboxen (z.B. Spatial Econometrics Toolbox) gefördert (BRADY & IRWIN, 2011, S. 494). Mit steigender Komplexität der ökonometrischen Modelle haben Anwender allerdings häufig Probleme bei der Interpretation der Ergebnisse (LESAGE & PACE, 2012). Schwerwiegender ist aber die Tatsache, dass theoretische Überlegungen bei der Modellkonzeption und -auswahl häufig dem Paradigma des "Best-Fit" untergeordnet werden (GIBBONS & OVERMAN, 2012, S. 187). Aus erkenntnistheoretischer Sicht stellt es aber einen bedeutsamen Unter-

schied dar, ob eine räumliche Autokorrelation zwischen den abhängigen Variablen, den unabhängigen Variablen oder unbeobachteten Variablen angenommen wird. Eine Modellauswahl ausschließlich auf statistischen Tests zu begründen erscheint zweifelhaft.<sup>56</sup>

Elhorst (2013, S. 32f.) demonstriert die Auswahl eines geeigneten Modells auf Basis statistischer Kennwerte anhand eines Beispiels bei dem das SDM- und das SDEM-Modell einen vergleichbaren Fit aufweisen. Die Interpretation der signifikanten Interaktionseffekte  $(\theta, \lambda)$  basiert bei den genannten Modellen auf unterschiedlichen Annahmen des DGP, weshalb das Ergebnis aus erkenntnistheoretischer Sicht bedenklich ist. GIB-BONS & OVERMAN (2012, S. 172) betrachten daher diese Vorgehensweise sehr kritisch und argumentieren, dass das Ziel empirischer Arbeiten nicht das Erreichen eines bestmöglichen Fit sein sollte, sondern die Erklärung, wie sich Variable y bei einer Änderung von x verhält. Die Interpretation der Ergebnisse sowie erkannte Restriktionen sollten jeweils im Rahmen der zugrunde gelegten Theorie erfolgen (GIBBONS & OVERMAN, 2012, S. 186).

### 2.5.3. Theoriebasierte Auswahl räumlich autoregressiver Modelle

Im Folgenden wird begründet, inwieweit die unter Punkt 2.5.2.1 beschriebenen ökonometrischen Modelle mit den theoretischen Überlegungen zur Angebotspreisfestsetzung übereinstimmen (vgl. Punkt. 2.5.1), nämlich den Annahmen einer:

- räumlichen Autokorrelation der abhängigen Variablen ( $\rho \neq 0$ ),
- der räumlichen Autokorrelation der unabhängigen Variablen ( $\theta \neq 0$ ),
- und von unabhängigen und räumlich nicht korrelierten Fehlertermen ( $\lambda = 0$ ).

Von den beschriebenen Modellen in Abb. 12 stimmt nur das SDM-Modell mit diesen theoretischen Annahmen überein. Es bildet vermutlich am besten den unbekannten DGP ab und wird daher in die ökonometrische Analyse übernommen. Das GNS-Modell enthält die Annahme der räumlichen Autokorrelation zwischen abhängiger Variable, unabhängigen Variablen und unbeobachteten unabhängigen Variablen und ist damit für die Analyse ebenfalls geeignet. Elhorst (2013, S. 23) weist aber aufgrund der Überparametrisierung auf Identifikationsprobleme der Parameter hin, weshalb das GNS-Modell nicht genutzt werden sollte. Das GWR-Modell erscheint grundsätzlich geeignet, da erstens lokale Koeffizienten ausschließlich auf Basis benachbarter Fälle geschätzt werden und damit der Prozess der Angebotspreisfestsetzung abgebildet werden kann und zweitens die lokalen Ergebnisse des GWR-Modells die Ergebnisse des SDM-Modells ergänzen können (Kestens et al., 2006, S. 93). Mit dem OLS-Modell ist keine Annahme räumlicher Autorkorrelation verbunden und das Modell stimmt damit nicht mit der abgeleiteten Theorie überein. Dieses Modell wird dennoch aus pragmatischen Gründen in die ökonometrische Analyse übernommen, da es in der immobilien-

Nach Mur & Angulo (2009, S. 201) lassen sich zwei Strategien zur Auswahl eines geeigneten ökonometrischen Modells auf Basis statistischer Tests unterscheiden. Beim General-to-Specific (Gets) Ansatz wird ein allgemeines und möglicherweise überparametrisiertes Modell als Startmodell gewählt, dass schrittweise durch den Ausschluss von Termen vereinfacht wird. Der Specificto-General (Stge) Ansatz startet mit dem OLS-Modell und der Annahme, dass keine räumliche Autokorrelation auftritt. Wird diese Hypothese abgelehnt, werden solange weitere Terme in das Modell aufgenommen, bis der DGP hinreichend beschrieben ist. In der Literatur finden sich Befürworter und Gegner beider Strategien. Beide Ansätze werden in dieser Arbeit nicht angewandt, da die Auswahl der Modelle theoriebasiert erfolgt.

wirtschaftlichen Forschung weit verbreitet ist und durch dessen Verwendung gleichzeitig Unterschiede zwischen dem OLS-Modell und räumlichen autoregressiven Modellen aufgezeigt werden können. Auf der Basis der zuvor genannten Annahmen wird vermutet, dass die Residuen des OLS-Modells trotz der Verwendung von Gebiets-Dummys eine räumliche Autokorrelation aufweisen werden. Im Folgenden werden das OLS-Modell, das SDM-Modell und das GWR-Modell beschrieben und Restriktionen der jeweiligen Modelle benannt.<sup>57</sup>

#### 2.5.3.1. OLS-Modell

Mit dem OLS-Modell ist die Annahme keiner räumlichen Autokorrelation benachbarter Fälle verbunden (vgl. Punkt 2.5.2.1). Bei räumlichen Daten kann eine Fehlspezifikation des Modells nur ausgeschlossen werden, wenn vorhandene beobachtete und unbeobachtete räumliche Effekte vollständig im Modell berücksichtigt sind (SCHABENBERGER & GOTWAY, 2005, S. 301). Theoretische Überlegungen und empirische Studien legen nahe, dass die übliche Verwendung von Gebiets-Dummys als fixed effects bei Immobilienmarktanalysen problematisch ist, da diese meist nicht die tatsächlichen Immobilienteilmärkte abbilden (BOURASSA ET AL., 2003). Bei der OLS-Methode sind mit der Annahme der räumlichen Stationarität und der räumlichen Unabhängigkeit zwei weitere Annahmen verbunden, die auf realen Immobilienmärkten oftmals nicht zutreffen.

Die Annahme der räumlichen Homogenität besagt, dass der Einfluss der unabhängigen Variablen auf die abhängige Variable im Untersuchungsgebiet homogen ist (FOTHE-RINGHAM, 2009, S. 400) und wird in der Literatur mit "One-price-fits-it-all" umschrieben (Redfearn, 2009, S. 305). Die Verletzung der Annahme der räumlichen Homogenität führt zu verzerrten Schätzern, die systematisch den Einfluss einer Variablen lokal überoder unterschätzen (Fotheringham, 2009, S. 401). Die Annahme der räumlichen Unabhängigkeit postuliert die Unabhängigkeit benachbarter Fälle. Diese Annahme wird von Bourassa et al. (2007, S. 144) bezweifelt, da räumlich nahe Immobilien häufig ähnliche Objekt- und Lagemerkmale aufweisen. Zudem orientieren sich Käufer und Verkäufer an den Preisen räumlich naher Objekte. Die Verletzung der Annahme führt zur räumlichen Autokorrelation der Residuen, infolgedessen eine Interpretation der Koeffizienten nicht mehr möglich ist.

#### 2.5.3.2. GWR-Modell

Die mathematischen Grundlagen des GWR-Modells werden in Anlehnung an CHARL-TON & FOTHERINGHAM (2009) und FOTHERINGHAM ET AL. (2002) beschrieben, ergänzende Beschreibungen finden sich bei HARRIS ET AL. (2010), LÖCHL & AXHAUSEN (2010) und Brunsdon et al. (1998). Die Grundannahmen des GWR-Modells sind, erstens, dass nahe Fälle eine höhere Ähnlichkeit aufweisen und damit höher gewichtet werden sollten als weiter entfernte und zweitens, dass Koeffizienten nicht-stationär sind, weshalb an jedem Punkt u mit bekannten Geokoordinaten eine eigenständige Regres-

Weitere Informationen zu den nicht gewählten Modellen (SEM, SAR, SLX, SAC, SDEM) finden sich bei Anselin (1988), LeSage & Pace (2009), Elhorst (2013) und Gibbons & Overman (2012).

Siehe hierzu ergänzend das Problem der veränderbaren Gebietseinheit (MAUP) unter Punkt 2.4.3.

sion durchgeführt wird. Die mathematische Formulierung des GWR-Modells ist eine Weiterentwicklung des OLS-Modells (CHARLTON & FOTHERINGHAM, 2009, S. 6):

$$y_i(u) = \beta_{0i}(u) + \beta_{1i}(u)x_{1i} + \beta_{2i}(u)x_{2i} + \dots + \beta_{ni}(u)x_{ni} + \epsilon_i$$
 (2.9)

Die abhängige Variable y wird durch m unabhängige Variablen Xk,  $k=1,\ldots,m$  beschrieben. Der Fehlerterm  $\epsilon_i$  ist normal verteilt mit dem Mittelwert 0. Als lokaler Schätzer ist der Koeffizient  $\beta_{mi}(u)$  ortsgebunden und kann bei anderen Punkten andere Werte annehmen.

$$\hat{\beta}(u) = [X^T W(u)X)]^{-1} X^T W(u) y \tag{2.10}$$

 $X^TW(u)X$  ist eine geografisch gewichtete Varianz-Kovarianz-Matrix, wobei W(u) die Gewichtungsmatrix am Punkt u darstellt und y die Werte der abhängigen Variablen. Die Gewichtungsmatrix W(u) hat folgende Form:

$$W(u) = \begin{bmatrix} w_1(u) & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & w_2(u) & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & w_n(u) \end{bmatrix}$$
(2.11)

Das GWR-Modell berechnet für jeden einzelnen Fall lokale Koeffizienten auf Basis des gewählten Kerndichteschätzers, in dem die Parameter Bandbreite und Gewichtungsfunktion (= Kernel) einfließen. Bei gleichmäßig verteilten Daten wird eine fixe Bandbreite (Prinzip "Radius") und bei dispers verteilten Daten ein adaptiver Kernel mit einer variierenden Bandbreite (Prinzip "Anzahl nächster Nachbarn") empfohlen. In Gebieten mit hoher Stichprobendichte ist damit die Bandbreite geringer als in Gebieten mit geringer Stichprobendichte. Generell gilt, dass mit zunehmender Größe der Bandbreite die Ergebnisse geglättet werden. Bei einer fixen Bandbreite wird meist ein Gauß scher Kernel empfohlen und kann beispielsweise folgendermaßen spezifiziert werden:

$$w_{ij}(u) = e^{\frac{(-d_{ij}(u))^2}{h^2}} (2.12)$$

Hierbei ist  $w_{ij}$  das Gewicht zwischen den Punkten i und j. Die Distanz zwischen dem lokalen Regressanden i und den lokalen Regressoren j wird mit  $d_{ij}$  bezeichnet und h ist die Bandbreite. Bei unregelmäßigen Stichproben kann für eine adaptive Bandbreite beispielsweise der zweifach-quadrierte (bi-squared) Kernel verwendet werden:

$$w_{ij} = \begin{cases} \left[1 - \left(\frac{d_{ij}(u)^2}{h^2}\right)\right]^2 & \text{falls j einer der k-nächsten Nachbarn ist} \\ 0 & \text{in allen anderen Fällen} \end{cases}$$
 (2.13)

Bei diesem Kernel wird die Anzahl der k nächsten Nachbarn vorab bestimmt und bleibt konstant, während die Bandbreite h variiert. Sind Fälle weiter als die gewählte Bandbreite entfernt, werden diese nicht berücksichtigt. Bei kartesischen Koordinaten wird die euklidische Distanz genutzt, die Verwendung von Netzwerkdistanzen kann den Erklärungsgehalt weiter erhöhen (Lu et al., 2011, S. 95). Bei Verwendung einer adaptiven Bandbreite kann diese durch Minimierung des  $AIC_c^{59}$  oder einer Kreuzvalidierung bestimmt werden, wobei beide Optimierungsmöglichkeiten zu vergleichbaren Ergebnissen führen. Unterschiede im Ergebnis von GWR-Modellen können vor allem auf die Wahl

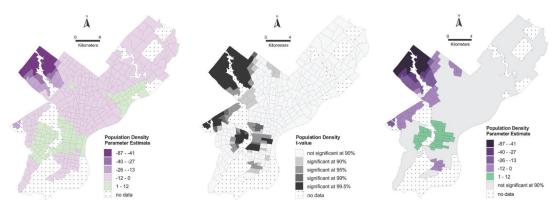
<sup>&</sup>lt;sup>59</sup> Abkürzung für das korrigierte Akaikes Informationskriterium; siehe Punkt 2.5.4 erläutert.

der Bandbreite und des Kernels zurückgeführt werden (Yu, 2009, S. 4). Ebenso können lokale Ausreißer die Wahl der Bandbreite sowie das Ergebnis beeinflussen (FARBER & PÁEZ, 2007). Im Ergebnis kann für jeden Punkt ein spezifisches Set an Koeffizienten berechnet werden. Damit gibt es u verschiedene Koeffizienten für jede unabhängige Variable n, die durch Karten anschaulich präsentiert werden können.

$$\beta(1) = \begin{bmatrix} \beta_1(u_1) \\ \beta_2(u_1) \\ \vdots \\ \beta_k(u_1) \end{bmatrix}, \beta(2) = \begin{bmatrix} \beta_1(u_2) \\ \beta_2(u_2) \\ \vdots \\ \beta_k(u_2) \end{bmatrix}, \dots, \beta(n) = \begin{bmatrix} \beta_1(u_n) \\ \beta_2(u_n) \\ \vdots \\ \beta_k(u_n) \end{bmatrix}$$
(2.14)

Die Interpretation der lokalen Koeffizienten sollte durch eine Inferenzstatistik (z. B. lokale t-Werte) abgesichert werden, um Bereiche mit signifikanten Koeffizienten bestimmen zu können (Kalogirou, 2012, S. 58). Matthews & Yang (2012) empfehlen nur signifikante lokale Koeffizienten darzustellen, um dem Leser die Interpretation zu erleichtern und Mennis (2006) zeigt diesbezüglich verschiedene visuelle Darstellungsmethoden auf (Abb. 13).

Abbildung 13: Grafische Darstellungsmöglichkeiten der GWR-Koeffizienten



Links: Werte lokaler Koeffizienten; Mitte: Signifikanz der Koeffizienten; Rechts: Gemeinsame Darstellung von Höhe und Signifikanz (10%-Signifikanzniveau). Quelle: Mennis (2006)

Der Entscheidung folgend, ausschließlich signifikante Koeffizienten darzustellen, erfolgt ein Exkurs zur Aussagekraft eines Signifikanztests. Ein Signifikanztest prüft, inwieweit die Nullhypothese "Kein Effekt" fälschlicherweise als wahr bezeichnet wird (sog. falschpositive Aussage). In den Wirtschaftswissenschaften wird meist das 5%-Signifikanzniveau verwendet. Dies bedeutet, "[w]enn die jeweilige Nullhypothese richtig wäre – und das ist ein dickes Wenn –, dann wäre die Wahrscheinlichkeit für das beobachtete oder für noch extremere Ergebnisse höchstens 5%" (KRÄMER, 2012, S. 303).

Bei 100 Hypothesentests können damit fünf Hypothesen als falschpositive Aussage erwartet werden. Bei ökonometrischen Modellen wird für jeden Koeffizienten mittels des t-Tests ein Signifikanztest durchgeführt. Insbesondere beim GWR-Modell ergibt sich das Problem des multiplen Testens, da bei n Fällen und k Regressoren  $n \times k$  Hypothesentests durchgeführt werden. Bei 10 Regressoren und 1.000 Fällen sind bei einem Signifikanzniveau von 5% 500 falschpositive Aussagen zu erwarten. Zur Reduzierung

der falschpositiven Aussagen (sog. False Discovery Rate (FDR) bzw. Fehler 1. Art) empfehlen Charlton & Fotheringham (2009, S. 11) die sog. "Benjamini-Hochberg-Prozedur" (Benjamini & Hochberg, 1995), bei der das gewählte Signifikanzniveau  $\alpha$  zum Ablehnen der Nullhypothese dynamisch in Abhängigkeit der Hypothesenanzahl angepasst wird, der sog. "Benjamini-Hochberg-Wert" (B-H-Wert). Hierbei werden die p-Werte nach der Größe sortiert und mit dem dynamisch angepassten B-H-Wert verglichen. Ein Wert gilt als signifikant, wenn p  $\leq$  B-H-Wert. Die B-H-Prozedur kontrolliert, dass der Anteil der falsch positiven Aussagen an allen positiven Aussagen geringer als  $\alpha/2$  ist (Thissen et al., 2002).

Der am meisten diskutierte Aspekt bei der GWR-Methode ist die potentielle Multikollinearität der Regressoren (Wheeler & Tiefelsdorf, 2005), da ansonsten "Regressionskoeffizienten, Standardfehler, Signifikanztests und Konfidenzintervalle einer multikollinearen Modellgleichung" nicht mehr interpretiert werden können (Schendera, 2008, S. 104). Multikollinearität kann eine Folge von räumlich verbundenen Schätzungen sein, wenn benachbarte Fälle ähnliche Attribute aufweisen. Daher sollte ein Test auf Multikollinearität erfolgen und hierzu (1.) ein Scatterplot der lokalen Parameterschätzungen, (2.) Karten von den lokalen Parameterkorrelationen oder (3.) Histogramme von lokalen Parameterkorrelationen angefertigt werden (Wheeler & Tiefelsdorf, 2005, S. 186). Die GWR kann nicht angewendet werden, wenn Fälle innerhalb der gewählten Bandbreite sehr ähnliche Objekt- und Lageeigenschaften aufweisen, da in diesem Fall die Varianz zu gering ist und dies zum Abbruch der Berechnung führt. Aus diesem Grund wird empfohlen, vorab zu prüfen, inwieweit die einzelnen Variablen räumliche Autokorrelation aufweisen.

#### 2.5.3.3. SDM-Modell

Die theoriebasierte Modellauswahl führt zu der Annahme, dass das SDM-Modell die höchste Eignung zur Erklärung von Angebotspreisen besitzt. Mit dem SDM-Modell sind die Annahmen verbunden, dass die abhängige Variable y sowohl eine räumliche Autokorrelation mit den benachbarten abhängigen Variablen ( $\rho$ ), sowie eine räumliche Autokorrelation mit den benachbarten unabhängigen Variablen ( $\theta$ ) aufweist. Der Fehlerterm  $\varepsilon$  ist unkorreliert und unabhängig. Das SDM-Modell wird aufgrund dieser Vorzüge gegenüber anderen räumlich autoregressiven Modellen explizit von LESAGE & PACE (2009, S. 157f.) oder LESAGE (2014, S. 10) empfohlen.

$$Y = \rho WY + \alpha \iota_N + X\beta + WX\theta + \varepsilon \tag{2.15}$$

Y ist eine  $n \times 1$  Matrix der abhängigen Variable, WY ist der Interaktionseffekt zwischen den unabhängigen Variablen.  $\rho$  ist eine  $n \times 1$  Matrix und wird als räumlich autoregressiver Term bezeichnet.  $\theta$  wird als räumlich autokorrelierter Term bezeichnet und ist eine  $K \times 1$  Matrix mit unbekannten Parametern. Die Gewichtungsmatrix W enthält Informationen über nachbarschaftliche Zusammenhänge und ist eine  $N \times N$  Matrix mit nicht negativen Werten. Die direkten und indirekten Effekte des SDM-Modells werden wie in Punkt2.5.2.3 beschrieben berechnet. Trotz der beschriebenen Übereinstimmung mit dem Angebotspreisfestsetzungsprozess wird das SDM-Modell aufgrund von Identifikationsproblemen

Ein anschauliches Beispiel zur B-H-Prozedur findet sich bei Thissen et al. (2002) und What Works Clearinghouse (2011).

von Gibbons & Overman (2012, S. 178) grundsätzlich kritisiert, da nicht exakt zwischen exogenen und endogenen Nachbarschaftseffekten unterschieden werden kann. Sie stellen folgende Frage in den Raum:

"How can you distinguish between something unobserved and spatially correlated driving spatial correlation in y from the situation where y is spatially correlated because of direct interaction between outcomes? Further, how can you tell whether an individual is affected by the behavior of their group, or by the characteristics of their group when group behavior depends on the characteristics of the group? In many circumstances you cannot."

GIBBONS & OVERMAN adressieren damit das Problem von unbeobachteten räumlichen Variablen und wie deren Einfluss quantifiziert werden kann. Aus diesem Grund empfehlen sie für empirische Analysen das SLX-Modell zu verwenden. Mit diesem ist allerdings keine Annahme einer räumlichen Autokorrelation der abhängigen Variablen verbunden, weshalb das Modell nicht mit der zugrunde gelegten Theorie übereinstimmt, die GIBBONS & OVERMAN (2012, S. 186) gleichzeitig einfordern. LESAGE (2014) zeigt anhand einer Simulation weiter, dass das SDM-Modell den DGP korrekt abbildet, wenn der unbekannte DGP dem SDM-Modell entspricht. Auch aus Sicht von ELHORST (2013, S. 23) weist das SDM-Modell – neben dem SLX- und SDEM-Modell – unter den ökonometrischen Modellen die höchste Eignung für empirische Arbeiten auf. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit basieren damit auf der strengen Annahme, dass der unter Punkt 2.5.1 beschriebene Prozess der Angebotspreisfestsetzung tatsächlich durch das SDM-Modell abgebildet wird.

#### Konzeption der Gewichtungsmatrix

In der symmetrischen räumlichen Gewichtungsmatrix W, welche für alle räumlich autoregressiven Modelle gleich gebildet wird, kann eine vorhandene Nachbarschaftsbeziehung durch 1 und eine fehlende durch 0 angegeben werden. Im folgenden Beispiel ergibt sich für fünf Punkte folgende Gewichtungsmatrix W:

$$W = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$
 (2.16)

Damit weist beispielsweise Punkt 1 mit Punkt 2 (1. Zeile, 2. Spalte) oder Punkt 3 mit Punkt 5 (3. Zeile, 5. Spalte) eine Nachbarschaftsbeziehung auf. Nach gängiger Konvention kann kein Punkt mit sich selbst benachbart sein, sodass die Diagonale die Werte 0 aufweist. Die Standardisierung der Gewichtungsmatrix W führt zur standardisierten Gewichtungsmatrix  $W^*$  mit der Zeilensumme 1.

$$W^{\star} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0, 5 \\ 0 & 0 & 0, 5 & 0 & 0, 5 \\ 0 & 0 & 0, 5 & 0, 5 & 0 \end{pmatrix}$$
 (2.17)

Bei Annahme räumlicher Autokorrelation folgt, dass der Wert eines Punktes durch benachbarte Punkte beeinflusst wird, wobei der Einflussanteil in der standardisierten

Gewichtungsmatrix  $W^{*61}$  festgelegt ist und der Term  $W^*y$  den Durchschnittswert benachbarter Punkte abbildet.

$$\begin{pmatrix}
W^*y_1 \\
W^*y_2 \\
W^*y_3 \\
W^*y_4 \\
W^*y_5
\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}
0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0.5 & 0.5 \\
0 & 0 & 0,5 & 0 & 0.5 \\
0 & 0 & 0,5 & 0,5 & 0
\end{pmatrix} \begin{pmatrix}
y_1 \\
y_2 \\
y_3 \\
y_4 \\
y_5
\end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix}
W^*y_1 \\
W^*y_2 \\
W^*y_3 \\
W^*y_4 \\
W^*y_5
\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}
y_2 \\
y_1 \\
0,5y_4 & 0,5y_5 \\
0,5y_3 & 0,5y_5 \\
0,5y_3 & 0,5y_4
\end{pmatrix}$$

$$(2.18)$$

Die Stärke der räumlichen Autokorrelation benachbarter Werte wird durch folgende Gleichung berechnet:

$$y = \rho W^* y + \varepsilon \tag{2.19}$$

Der Parameter  $\rho$  zeigt den durchschnittlichen Einfluss benachbarter Werte auf den Wert y an. Ist der Wert  $\rho$  nicht signifikant, liegt keine räumliche Autokorrelation vor. Die Gewichtungsmatrix wird vor der Schätzung des Parameters  $\rho$  festgelegt, da eine gemeinsame Schätzung ein nichtlineares Optimierungsproblem darstellt. Durch die Festlegung der Gewichtungsmatrix a priori wird diese Gleichung in eine lineare Form überführt, mit dem Risiko, dass möglicherweise "falsche" Zusammenhänge in der Gewichtungsmatrix abgebildet werden (Anselin, 1988, S. 23). Weiter ist zu beachten, dass verschiedene Gewichtungsmatrizen zu unterschiedlichen Werten für  $\rho$  führen können (Anselin, 1988, S. 28).

## Restriktionen der Gewichtungsmatrix

Für Elhorst (2013, S. 19) ist die Konzeption der Gewichtungsmatrix ein wesentlicher Kritikpunkt an räumlichen autoregressiven Regressionsmodellen, da die Gewichtungsmatrix W vor Beginn der Analyse definiert werden muss, obwohl oftmals keine empirischen oder theoretischen Kenntnisse zur Spezifikation vorliegen. Diese Kritik bezeichnen LeSage & Pace (2012) hingegen als den größten Mythos in der räumlichen Ökonometrie. Sie weisen nach, dass die Korrelation zweier Gewichtungsmatrizen a und b nach der Formel  $(m_a/m_b)^{0.5}$  berechnet werden kann, wobei  $m_a$  und  $m_b$  die Anzahl der Nachbarn ist und  $m_a \leq m_b$  gilt. Auch unterschiedliche Nachbarschaftsdefinitionen, z.B. k-nächste-Nachbarn vs. räumlich angrenzende Nachbarn, führen im Ergebnis zu keinen wesentlichen Unterschieden. Die hohe Korrelation ergibt sich durch die hohe Anzahl gemeinsamer Elemente unabhängig von der Nachbarschaftsdefinition. Ein starkes Abweichen der Ergebnisse wäre daher unwahrscheinlich. LESAGE & PACE (2012) führen den Mythos von der Konzeption der Gewichtungsmatrix eher darauf zurück, dass verschiedene Gewichtungsmatrizen zwangsläufig zu unterschiedlichen Koeffizienten führen, aber diese anschließend falsch interpretiert werden (vgl. Punkt 2.5.2.3). Um die Sensitivität der Ergebnisse bezüglich der Gewichtungsmatrix zu testen, wird dennoch die Verwendung verschiedener Nachbarschaftsdefinitionen in der Praxis empfohlen (Anselin, 2002, S. 256ff.), auch wenn dies nach LESAGE & PACE (2012) zu keinen grundsätzlich

In dieser Arbeit wird bei der Berechnung der ökonometrischen Modelle nur die standardisierte Gewichtungsmatrix verwendet. Dies wird im Gegensatz zu dieser Beschreibung in Anlehnung an andere Arbeiten nur mit W und nicht mit  $W^*$  gekennzeichnet.

anderen Ergebnissen führen sollte.

#### Praktische Umsetzung der Gewichtungsmatrix

Ergänzend zur theoretischen Beschreibung der Gewichtungsmatrix werden Aspekte im Rahmen der praktischen Anwendung thematisiert. Die oben beschriebene Konstruktion einer Gewichtungsmatrix ist eine Matrix 1. Ordnung, d.h. es wird die Annahme vertreten, dass nur direkte Nachbarn oder k-nächste Nachbarn einen Einfluss ausüben. Insbesondere bei raum-zeitlichen Diffusionsprozessen können Autokorrelationen höherer Ordnungen auftreten und sind entsprechend zu berücksichtigen. Weiter besteht bei großen Datenmengen die Gewichtungsmatrix vor allem aus Nullen, da zwischen den meisten Fällen keine nachbarschaftliche Beziehung besteht. Eine effiziente Speicherung von schwachbesetzten Matrizen ist durch eine dreispaltige Matrix möglich, indem nur die von Null abweichenden Werten sowie deren Zeilen- und Spaltenposition gespeichert werden, wodurch die Rechenzeit des Computers reduziert werden kann. Ein praktisches Problem bei der Verwendung von Geokoordinaten zur Ermittlung der Gewichtungsmatrix tritt auf, wenn zwei oder mehr Objekte identische Adressdaten und damit übereinstimmende Geokoordinaten aufweisen (GERKMAN, 2012, S. 286). Aus diesem Grund wird sowohl zur X- als auch zur Y-Koordinate ein Zufallswert zwischen  $0, 1 \times 10^{-7}$  und  $0.1 \times 10^{-8}$  addiert. Mit diesem Vorgehen werden jedem Objekt individuelle Geokoordinaten zugewiesen, wobei der räumliche Standort nur um wenige Zentimeter verschoben wird und damit für viele empirische Arbeiten eine zu vernachlässigende Ungenauigkeit darstellt.

### 2.5.4. Statistische Tests und Kennzahlen

Im Folgenden werden die in dieser Arbeit verwendeten statistischen Tests aufgeführt. Die Nennung der jeweiligen Testhypothesen soll die Interpretation der Ergebnisse erleichtern. Für jeden Hypothesentest ist vorab die Bestimmung eines Signifikanzniveaus notwendig, ab dem die Nullhypothese  $H_0$  abgelehnt und die Alternativhypothese  $H_1$  angenommen wird (SCHENDERA, 2007, S. 411). In der immobilienwirtschaftlichen Forschung sind das 1%- und 5%-Signifikanzniveau gebräuchlich. In dieser Arbeit wird ausschließlich auf das 5%-Signifikanzniveau ( $p \leq 0.05$ ) getestet. Da die klassische Maßzahl  $R^2$  für räumliche Modelle nur bedingt aussagekräftig ist, erfolgt die Beurteilung der OLS-, SDM- sowie der GWR-Modelle anhand verschiedener Maßzahlen (vgl. McCLuskey et al., 2013, S. 7f. und Löchl & Axhausen, 2010, S. 45). Es wird auf eine mathematische Beschreibung der Tests und eine Herleitung der Kennzahlen verzichtet und auf die jeweilige Sekundärliteratur verwiesen. Der zuerst beschriebene ISOMRD-Test wird vor Beginn der Analyse durchgeführt, um räumliche multivariate Ausreißer zu identifizieren.

#### ISOMRD-Test

Bei nicht-räumlichen Daten werden multivariate Ausreißer zum Beispiel auf Basis des Mahalanobis-Wertes, der Cook-Distanz oder des Leverage identifiziert (TABACHNICK & FIDELL, 2009, S. 72ff.). Bei räumlichen Daten müssen hingegen die räumlichen Lagemerkmale sowie die nicht-räumlichen Objektmerkmale gemeinsam betrachtet werden. Die räumliche multivariate Ausreißeranalyse differenziert unter Berücksichtigung der räumlichen Lage vier Gruppen (FILZMOSER ET AL., 2013). Die erste Gruppe enthält

lokale aber nicht globale Ausreißer, die zweite Gruppe globale aber nicht lokale Ausreißer, die dritte Gruppe besteht aus lokalen sowie gleichzeitig globalen Ausreißern und die vierte Gruppe enthält Fälle ohne Ausreißerwerte. Bei nicht-räumlichen multivariaten Ausreißeranalysen werden ausschließlich multivariate globale Ausreißer identifiziert, lokale Ausreißer bleiben unentdeckt (Chen et al., 2008, S. 456).

Globale Ausreißer sind Fälle, deren multivariate Eigenschaften global abweichend sind. Lokale Ausreißer hingegen weisen nur im Vergleich zu benachbarten Fällen Besonderheiten auf, die aber global betrachtet nicht auffällig sind. Da eine Differenzierung nach lokalen und globalen räumlichen Ausreißern bislang in der ökonometrischen Literatur selten vorgenommen wird, werden zur Veranschaulichung Beispiele gegeben. Ein lokaler aber nicht globaler Ausreißer kann beispielsweise ein Neubau innerhalb einer 1950er-Jahre-Siedlung sein. Ein globaler aber nicht lokaler Ausreißer ist beispielsweise eine Villa innerhalb einer Villensiedlung. Villen weisen im Vergleich zu den meisten anderen Fällen global betrachtet deutlich divergierende Eigenschaften auf, lokal bilden diese jedoch eine homogene Gruppe. Ein globaler sowie gleichzeitig lokaler Ausreißer ist eine baufällige Immobilie in einem Bestandswohngebiet, da der sehr schlechte Objektzustand sowohl lokal als auch global ungewöhnlich sein kann. Ausschließlich lokale Ausreißer bzw. globale Ausreißer bilden natürliche Elemente des Immobilienmarktes, die ohne weitere Sachkenntnis vorab nicht ausgeschlossen werden sollten.

Zur Identifikation multivariater Ausreißer wird die von CAI ET AL. (2013) entwickelte Methode "iterative self-organizing map (SOM) approach with robust distance estimation (ISOMRD)" übernommen.<sup>62</sup> Eine selbstorganisierende Karte (SOM) beschreibt topologieerhaltend, d. h. unter Berücksichtigung nachbarschaftlicher Zusammenhänge, einen mehrdimensionalen Eingaberaum mit Hilfe eines niedrigdimensionalen Ausgaberaumes (Karte). Die Methode basiert auf der Annahme, dass räumlich nahe Fälle eine hohe Ähnlichkeit aufweisen. Die Fälle werden untereinander wiederholt miteinander verglichen und es werden Paare mit vergleichbaren multivariaten Eigenschaften identifiziert. Ähnliche Fallpaare bilden ein Cluster, welches durch eine gemeinsame Nachbarschaftsfunktion beschrieben wird. Die SOM endet, wenn alle Cluster identifiziert und alle Fälle einem Cluster zugeordnet sind. Anschließend wird jeder Fall, der sich räumlich innerhalb eines Clusters befindet, mit der dazugehörigen Nachbarschaftsfunktion verglichen. Ähnliche Werte weisen eine geringe, Ausreißer eine hohe robuste Distanz (RD) auf. Bei großen Datensets mit vielen Fällen und mit einer hohen Anzahl an nicht-räumlichen Parametern ist die Bestimmung eines Ausreißergrenzwertes schwierig. Durch die nichträumliche Mahalanobis-Distanz (MD) können globale Ausreißer und durch die robuste Distanz (RD) lokale Ausreißerwerte identifiziert werden.

Multivariate Ausreißer werden in der vorliegenden Arbeit ausgeschlossen, wenn diese sowohl als lokaler und globaler Ausreißer identifiziert werden und damit bei der MD und der RD hohe Werte aufweisen. Der Ausschluss multivariater Ausreißer erfolgt fallbezogen und wird im Anhang A.4 erläutert. CAI ET AL. (2013) stellten für diese Arbeit die in dem Beitrag verwendeten MATLAB-Algorithmen zur Verfügung. Diese werden unverändert übernommen.

Weitere Methoden zur räumlichen multivariaten Ausreißeranalyse finden sich bei Filzmoser et al. (2013) und Chen et al. (2008).

\_

#### Moran's I-Test

Der Moran-Test (Moran, 1950) prüft, ob univariate Daten bzw. Residuen zufällig verteilt oder räumlich geclustert vorliegen (Filzmoser et al., 2013, S. 3). Wesentlich bei der Bestimmung des Moran´s I (Moran´s Index) ist die Definition der Nachbarschaftsmatrix. Eine nicht-zufällige Verteilung von Daten weist auf räumliche Autokorrelation hin, eine nicht-zufällige Verteilung von Residuen deutet eine Fehlspezifikation des gewählten Modells an. Das Moran´s I zeigt, ob global eine positive Autokorrelation (hohe Werte sind von hohen Werten umgegeben bzw. niedrige Werte von niedrigen Werten), eine negative Autokorrelation (hohe Werte sind von niedrigen Werten bzw. niedrige Werte sind von hohen Werten umgeben) oder eine zufällige Verteilung vorliegt (Anselin, 1998, S. 124). Das standardisierte Moran´s I liegt zwischen -1 und +1, wobei leicht negative Werte bzw. ein Wert nahe Null auf keine räumliche univariate Autokorrelation hinweisen. Die statistische Analyse kann grafisch durch den Moran´s Scatterplot plausibilisiert werden.

Hypothesentest und Interpretation des Moran's I:

 $H_0$ : keine globale räumliche Autokorrelation der betrachteten Fälle/Residuen (p > 0.05)

 $H_1$ : globale räumliche Autokorrelation der betrachteten Fälle/Residuen ( $p \le 0.05$ )

#### Breusch-Pagan-Test

Der Breusch-Pagan-Test (BP-Test) (BREUSCH & PAGAN, 1979) untersucht die Residuen einer linearen Regression auf Heteroskedastizität. Bei Heteroskedastizität verliert das OLS-Modell die Fähigkeit eines BLUE-Schätzers (best linear unbiased estimator), da die geschätzten Werte nicht mehr die kleinstmögliche Varianz aufweisen (URBAN & MAYERL, 2008, S. 242ff.).

Hypothesentest und Interpretation des Breusch-Pagan-Tests:

 $H_0$ : Homoskedastizität der Residuen (p > 0.05)

 $H_1$ : Heteroskedastizität der Residuen ( $p \le 0.05$ )

#### Likelihood-Ratio-Test

Räumlich autoregressive Modelle werden mittels der Maximum-Likelihood Methode (ML) berechnet. Die ML-Methode ist ein Optimierungsverfahren, bei welchem die Koeffizienten der autoregressiven Modelle solange geschätzt werden, bis sich diese optimal an die Daten anpassen. Die geschätzten Koeffizienten sind allgemein konsistent, unverzerrt, asymptotisch effizient und asymptotisch normalverteilt (Anselin, 1988, S. 61). Die Berechnung des Maximums der Likelihood-Funktion ist rechenintensiv, weshalb die Likelihood-Funktion durch Logarithmieren einer monotonen Transformation unterzogen wird, wobei das Maximum der Funktion nicht verändert wird (Lesage & Pace, 2009, S. 45ff.). Der Likelihood-Ratio-Test (LR-Test) vergleicht die Log-Likelihood-Werte zweier verschachtelter Modelle mittels der Formel:

$$-2 * (log L_{restricted} - log L_{unrestricted})$$
 (2.20)

Die Teststatistik ist Chi-verteilt, die Anzahl der Freiheitsgrade bestimmt sich aus der Nummer der Restriktionen, d. h. der Differenz der Parameteranzahl (Elhorst, 2013, S. 27). Der LR-Test prüft, ob zusätzliche Parameter den Erklärungsgehalt des Modells

 $verbessern.^{63}$ 

Hypothesentest und Interpretation Likelihood-Ratio-Test:

 $H_0$ : Das beschränkte (restricted) Modell bildet mit höherer Wahrscheinlichkeit den DGP ab (p > 0.05)

 $H_1$ : Das unbeschränkte (unrestricted) Modell bildet mit höherer Wahrscheinlichkeit den DGP ab  $(p \le 0.05)$ 

#### SSE (sum of squared errors)

Die Fehlerquadratsumme ergibt sich aus der Summe der quadrierten Differenz zwischen geschätztem Wert  $\hat{y}_i$  und tatsächlichem Wert  $y_i$ . Je kleiner SSE desto besser die Modell/anpassung des gewählten Modells.

$$SSE = \sum_{i=1}^{n} (y_1 - \hat{y_i})^2$$
 (2.21)

#### **AIC**c

Das korrigierte Akaikes Informationskriterium ist ein relatives Informationskriterium und beurteilt verschiedene Modelle hinsichtlich des Erklärungsgehalts der abhängigen Variable y. Das Modell mit dem niedrigsten  $AIC_c$ -Wert weist den höchsten Erklärungsgehalt und die beste Modellanpassung auf. Nach gängiger Konvention unterscheiden sich Modelle, wenn die  $AIC_c$ -Werte von zwei Modellen eine Differenz von mind. 3, nach einer strengeren Sichtweise 4, aufweisen. Die absolute Höhe der  $AIC_c$ -Werte ist im Gegensatz zur Maßzahl  $R^2$  unbedeutend, da die Differenz zwischen den Modellen im Fokus steht. Das  $AIC_c$  "bestraft" eine hohe Modellkomplexität (Hurvich & Tsai, 1989).

$$AIC_c = n \times ln\left(\frac{SSE}{n}\right) + \frac{n(n+p)}{(n-p-2)}$$
 (2.22)

Die Anzahl der Fälle ist mit n, die Zahl der Modellparameter mit p und die Fehlerquadratsumme mit SSE bezeichnet.

#### angepasstes Bestimmtheitsmaß R<sup>2</sup>

Das Bestimmtheitsmaß  $R^2$  zeigt den Anteil der erklärten Varianz an der zu erklärenden Varianz (TSS = Total Sum of squares) an. Das  $R^2$  wird durch einen Faktor korrigiert, welcher sich "strafend" auf zunehmende Modellkomplexität auswirkt. Die Anzahl der Prädikatoren wird mit k und die Fallanzahl mit n gekennzeichnet. Das angepasste  $R^2$  hat folgende Form:

$$angepasstes R^2 = 1 - \frac{n-1}{n-k-1} \times \frac{SSE}{TSS}$$
 (2.23)

Beim GWR-Modell setzt sich das angepasste  $R^2$  aus n lokalen Regressionen mit unterschiedlichen Bestimmtheitsmaßen zusammen, zusätzlich wird der korrigierende Faktor von der Wahl der Bandbreite beeinflusst. Daher ist das  $AIC_c$  gegenüber dem  $R^2$  beim GWR-Modell als Kennzahl zu bevorzugen (CHARLTON & FOTHERINGHAM, 2009, S. 4).

Der LR-Test ist nicht dazu geeignet, verschiedene Gewichtungsmatrizen zu vergleichen, da diese Modelle nicht verschachtelt sind. Für den Vergleich verschiedener Gewichtungsmatrizen zeigen Gerkman & Ahlgren (2011) mit dem J-Test ein geeignetes Verfahren auf.

2.6 Hypothesen 81

#### MAE (mean absolute error)

Der mittlere absolute Fehler zeigt die mittlere absolute Abweichung des geschätzten vom tatsächlichen Wert ausgedrückt in der Maßeinheit des Modells an. Je kleiner dieser Wert, desto besser die Modellanpassung.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} |\epsilon_i| \tag{2.24}$$

#### MAPE (mean absolute percentage error)

Der mittlere absolute prozentuale Fehler gibt die mittlere prozentuale Abweichung des geschätzten vom tatsächlichen Wert an. Je kleiner dieser Wert, desto besser die Modellanpassung.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i} \left| \frac{(y_i - \hat{y}_i)}{y_i} \right| \tag{2.25}$$

#### 2.5.5. Fazit

Für die Auswahl eines geeigneten ökonometrischen Modells ist der unbekannte DGP theoretisch herzuleiten. In dieser Arbeit wird angenommen, dass sich beim Angebotspreisfestsetzungsprozess die Verkäufer an den Angebotspreisen benachbarter Objekte orientieren  $(\rho \neq 0)$  und objektspezifische Zu- und Abschläge  $(\theta \neq 0)$  ermitteln. Die Fehler sind unkorreliert und zufällig ( $\lambda = 0$ ). Mit diesen Annahmen stimmt das SDM-Modell als räumliches autoregressives Modell überein und weist damit für die Erklärung des DGP die höchste Eignung auf. Das GWR-Modell wird als lokales multivariate Modell ebenfalls angewendet, da ergänzende Informationen erwartet werden. Das OLS-Modell stimmt vorab nicht mit dem DGP überein und wird aus pragmatischen Gründen in die ökonometrische Analyse übernommen, um Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen Modellfamilien aufzeigen zu können. Mit jedem Modell sind spezifische Annahmen bei der Transformation von Daten in Informationen verbunden. Gegensätzliche Ergebnisse sind damit zunächst auf die gewählten Modelle und nicht auf die verwendeten Daten zurückzuführen, während übereinstimmende Schlussfolgerungen auf die Robustheit der Ergebnisse hindeuten. Die im nächsten Abschnitt dargestellten Hypothesen werden mithilfe der gewählten ökonometrischen Modelle beantwortet.

# 2.6. Hypothesen

Aufgabe der Wissenschaft ist erstens die Auswahl relevanter Forschungsobjekte, zweitens die Identifikation vermuteter Zusammenhänge zwischen Merkmalen und drittens das Erlangen von Erkenntnissen über die vermuteten Zusammenhänge (Häder, 2010). Auf der Basis von theoretischen Überlegungen werden neue Erkenntnisse durch "die Formulierung entsprechender Vermutungen in Form von Hypothesen" (Häder, 2010, S. 27) erlangt. In empirischen Forschungsarbeiten werden Hypothesen durch die Auswahl gültiger und zuverlässiger Indikatoren zur Beschreibung des theoretischen Konstrukts operationalisiert (Hujer & Knepel, 1999, S. 621). Hypothesen sind so zu formulieren, dass diese empirisch beweisbar bzw. falsifizierbar sind (Häder, 2010, S. 39f.). Dies geschieht in dieser Arbeit durch die zuvor ausgewählten ökonometrischen Modelle. Die

Leitfrage dieser Arbeit wird damit durch folgende fünf Hypothesen beantwortet, die auf den Erkenntnissen der Literaturanalyse basieren.

# Hypothese 1: Der Nahmobilitätswert korreliert positiv mit dem Angebotspreis unabhängig vom Raumtyp.

Bewohner-, Makler- oder Kaufinteressentenbefragungen ergaben, dass die Nähe zu Lebensmittelgeschäften, Schulen oder Gaststätten als wichtig angesehen wird. Damit ist die Annahme verbunden, dass die fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele unabhängig vom Raumtyp einen Wert an sich darstellt und daher die Angebotspreise und die Nahmobilitätswerte positiv korrelieren.

# Hypothese 2: Der Einfluss der Nahmobilität auf Angebotspreise ist in urbanen Räumen positiv und in suburbanen Gebieten neutral.

Die Nahmobilität ist vor allem in urbanen Räumen im Alltag von Bedeutung, da eine Konzentration von fußläufig erreichbaren Aktivitätszielen alternative Mobilitätsformen ermöglicht und damit die Lebensqualität der Bewohner erhöht. Bewohnerbefragungen zeigen, dass die Wichtigkeit von Aktivitätszielen in urbanen Räumen höher bewertet wird als in suburbanen Gebieten. In suburbanen Räumen gewichten Bewohner andere Standorteigenschaften höher, insbesondere eine ruhige Wohnlage. Daneben wird eine gute Nahmobilität in suburbanen Gebieten nicht erwartet und stellt damit kein Muss-Kriterium bei der Wohnstandortwahl dar. Damit hat die Nahmobilität in Gebieten mit wenigen und schlecht erreichbaren Aktivitätszielen keinen oder nur einen geringen Einfluss auf den Preis.

# Hypothese 3: Der Einfluss der Nahmobilität auf Angebotspreise ist in statusniedrigen Gebieten positiv, in statushohen urbanen Räumen positiv und in statushohen suburbanen Räumen neutral.

In Räumen mit hoher sozialer Benachteiligung bietet die fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele für Haushalte die Möglichkeit, Mobilitätskosten zu senken. Dies führt zur Annahme, dass in diesen Raumtypen der Einfluss der Nahmobilität auf die Angebotspreise positiv ist. Bei statushohen Haushalten sind zwei divergierende Entwicklungen zu beobachten. Einerseits werden weiterhin – insbesondere in der Familiengründungsphase – Immobilien in ruhigen Wohnlagen nachgefragt. Das Auto ist ein Statussymbol, sodass meist neben dem Erst- auch ein Zweitwagen vorhanden ist. Die fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele ist von geringer Bedeutung, da diese mit dem Auto erreicht werden können. Andererseits verliert das Auto bei gut ausgebildeten, jungen Haushalten mit einem hohen Einkommen an Ansehen, da andere Aktivitäten wie Fernreisen das Auto als Statussymbol ablösen. Daneben schätzt diese Bevölkerungsgruppe das urbane Leben mit der räumlichen Nähe von Aktivitätszielen. Für diese ist daher eine integrierte Lage ebenfalls von Bedeutung. Zusammenfassend wird erwartet, dass in statusniedrigen Räumen ein positiver Einfluss der Nahmobilität auf Immobilienpreise vorhanden ist. In statushohen Räumen muss zwischen urbanen (positiver Einfluss) und suburbanen (neutral) Gebieten differenziert werden.

# Hypothese 4: Gegenüber dem allgemeinen Nahmobilitätsindikator "Allgemein" erhöht sich der Erklärungsgehalt der ökonometrischen Modelle

### bei Wohnungen durch den Nahmobilitätsindikator "Freizeit" und bei Häusern durch den Nahmobilitätsindikator "Familie".

Die Auswahl von Aktivitätszielen zur Konzeption eines Nahmobilitätsindikators ist selbst nach sorgfältiger Literaturrecherche immer subjektiv. Allgemeine Nahmobilitätsindikatoren haben den Anspruch, den Nahmobilitätsgrad für alle Bevölkerungsschichten hinreichend abzubilden, während zielgruppenspezifische Nahmobilitätsindikatoren den Bedürfnissen einer Zielgruppe angepasst sind. Es wird daher erwartet, dass der Nahmobilitätsindikator "Freizeit" bei Wohnungen eine höhere Signifikanz aufweist als der Nahmobilitätsindikator "Allgemein", da Wohnungen häufig von Singles oder Paaren erworben werden, deren Bedürfnisse eher durch den Nahmobilitätsindikator "Freizeit" abgebildet werden. Weiter wird erwartet, dass der Nahmobilitätsindikator "Familie" bei Häusern eine höhere Signifikanz aufweist als der Nahmobilitätsindikator "Allgemein", da Häuser häufig von Paaren vor oder während der Familienphase erworben werden, deren Bedürfnisse eher durch den Nahmobilitätsindikator "Familie" abgebildet werden

# Hypothese 5: Unabhängig vom Raumtyp beeinflusst das lokale Nahmobilitätsniveau die Angebotspreise von Wohnungen stärker als die Angebotspreise von Häusern.

Die Standortanforderungen von Immobilienkäufern divergieren zwischen den Immobilientypen Eigentumswohnungen und Ein- und Zweifamilienhäuser. Eigentumswohnungen befinden sich häufig in urbanen Räumen und konstituieren als verdichtete Bauweise diesen. Ein wichtiges Kriterium bei der Wohnstandortwahl stellt eine integrierte Lage dar, die durch den Nahmobilitätsindikator hinreichend abgebildet wird. Die städtebauliche Dichte bei Häusern ist hingegen niedriger, was meist niedrigere Nahmobilitätswerte zur Folge hat, da die Tragfähigkeit von Aktivitätszielen nicht gegeben ist. Ebenso ist bei diesem Immobilientyp eine ruhige Wohnlage ein wichtiges Kriterium beim Immobilienkauf, das durch die Anwesenheit von Aktivitätszielen beeinträchtigt werden kann. Damit wird ein hoher Einfluss der Nahmobilität auf den Angebotspreis bei Wohnungen, aber nur ein geringer Einfluss bei Häusern erwartet.

# 3. Datenquellen und Konzeption der ökonometrischen Modelle

# 3.1. Datenquellen und Variablenauswahl

#### 3.1.1. Datenquellen und Datenaufbereitung

"Data always have errors. That the data are not without fault does not mean they are without usefulness. Data errors in the source materials do mean that conducting a [...] research project requires the researcher to spend a great amount of time compiling, checking, and correcting information on prices and characteristics, regardless of the data source. An often overlooked source of error in regression coefficients stems from errors in the prices and characteristics [of] data themselves" (OECD, 2004, S. 178).

In der empirischen Forschung kommt der Dokumentation der Datenqualität eine herausragende Rolle zu, um die Aussagekraft und Zuverlässigkeit der Ergebnisse beurteilen und bei der Interpretation berücksichtigen zu können. Schendera (2007, S. 3) nennt zur Beurteilung der Datenqualität sechs wesentliche Kriterien: Vollständigkeit, Umgang mit fehlenden Werten, Vermeidung von Dopplern, Einheitlichkeit, Umgang mit Ausreißern und Plausibilität. Im Anhang A wird die Datenqualität der verwendeten Daten daher ausführlich dokumentiert, um "die konkrete Vorgehensweise transparent zu machen, um artifizielle Ergebnisse zu vermeiden bzw. die Vergleichbarkeit mit anderen Veröffentlichungen zu gewährleisten" (Schendera, 2007, S. 395). Diese Datentransparenz soll explizit dazu beitragen, dass sofern Fehler oder methodische Schwächen bestünden, diese bei einer kritischen Durchsicht erkannt werden und Ansatzpunkte für weitere Arbeiten sein können. Im Folgenden werden die wesentlichen Datenquellen dieser Arbeit beschrieben und bestehende Restriktionen aufgezeigt. Die Definitionen der Variablen finden sich unter Punkt 3.1.3.

#### ImmobilienScout24 GmbH (IS24)

Die Onlinevermarktung ist nach Auffassung von Maklern der wichtigste Vermarktungskanal für Immobilien in Deutschland (FITTKAU & MAASS CONSULTING GMBH, 2011) und auch Interessenten suchen mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit auf Immobilienportalen nach geeigneten Objekten (SCOUT24, 2009). IS24 ist das siebtgrößte Immobilieninternetportal der Welt (SORENSEN, 2009) und in Deutschland Marktführer (ALLAN, 2011). Im Juli 2011 waren über 1,2 Mio. Angebote eingestellt und ca. 6,5 Mio. Kauf- und Mietinteressenten besuchten das Immobilienportal.<sup>64</sup> Durch die hohe Anzahl an Ange-

Die hohe Bedeutung von IS24 zeigt sich darin, dass selbst diese Zahlen 2014 bereits überholt sind. Auf der Internetseite von ImmobilienScout24 werden aktuell (Stand: 2014) 1,5 Mio. Angebote und 10,5 Mio. Besucher pro Monat genannt.

boten ist eine hohe Transparenz des Immobilienmarktes gegeben (ENDERLE, 2009, S. 375), weshalb Angebotsdaten bei allen Restriktionen (DINKEL & KURZROCK, 2012, S. 16ff.) auch für wissenschaftliche Untersuchungen eine geeignete Datenquelle darstellen (RATSWD, 2009, S. 22). Für diese Arbeit stellte IS24 für den Untersuchungszeitraum 01.07.2008 bis 30.06.2010 für die Untersuchungsstädte alle Immobilienangebote zur Verfügung, die auf der Immobilienplattform gelistet waren. Die Rohdaten wurden mittels einer selbst durchgeführten und dokumentierten Datenbereinigung plausibilisiert (Anhang A.4). Bei der Nutzung von Angebotsdaten von IS24 ist als wichtige Restriktion festzuhalten, dass diese ggf. nicht repräsentativ für die Grundgesamtheit aller Angebotsdaten sind. Die Bevölkerung Deutschlands enthält die Teilmengen Internetnutzer und Immobilienverkäufer. Die Schnittmenge dieser Teilgruppen enthält die Nutzer von Immobilienportalen im Allgemeinen und die Nutzer von IS24 im Besonderen (BAUER ET AL., 2013, S. 6). Für die Vermarktung von Immobilien nutzten im Jahr 2009 über 98% der Makler ein Immobilienportal, wobei IS24 mit einer Nutzungsquote von ca. 80% das meistgenutzte Immobilienportal in Deutschland war (HESS & MANN, 2009, S. 2ff.). Statistische Daten über die Vermarktungswege von privaten Immobilienanbietern sind nicht bekannt, weder über den Nutzungsgrad von Immobilienportalen im Allgemeinen noch dem Nutzugsgrad von IS24 im Speziellen. Daher ergibt sich folgende Einschränkung der Arbeit:

Die Grundgesamtheit der Immobilienangebote in Deutschland ist unbekannt; es ist nicht möglich zu bestimmen, inwieweit sich Angebote bei IS24 hinsichtlich Preis, Ausstattung und Qualität von der Grundgesamtheit unterscheiden. Eine Übertragbarkeit der Ergebnisse dieser Studie auf alle Immobilienangebote ist daher ohne weitere Kenntnisse nicht möglich.

Aufgrund dieser sehr starken Restriktion wird die Plausibilität der verwendeten Angebotspreise geprüft, indem diese mit den Kaufpreisen der örtlichen Gutachterausschüsse sowie den Angaben des IVD verglichen werden (Tab. 17). Bei der folgenden Gegenüberstellung ist zu beachten, dass der Angebotspreis einer Immobilie meist höher als der spätere Kaufpreis ist (DINKEL & KURZROCK, 2012) und zum Teil unterschiedliche Analysezeiträume verwendet werden, weshalb die genannten Zahlen nicht exakt vergleichbar sind. Ziel des Vergleichs ist vielmehr eine Einschätzung darüber, ob sich die Angebotsdaten in einem plausiblen Preiskorridor befinden. Die Angebotspreise für Wohnungen stimmen in allen drei Untersuchungsstädten mit den Angaben der örtlichen Gutachterausschüsse sowie dem IVD überein. Nur bei Neubauwohnungen in Frankfurt befinden sich die Angebotspreise über den anderen genannten Preisniveaus, wobei der örtliche Gutachterausschuss für Neubauprojekte einen breiten Preiskorridor von 2.000-3.900 Euro/qm nennt (Stadt Frankfurt am Main - Der Magistrat, 2010b, S. 34). In Frankfurt liegen die Angebotspreise für EFH und RH/DH über den genannten Kaufpreisen des Gutachterausschusses. Bei RH/DH liegen die Angebotspreise ebenfalls über den Angaben des Gutachterausschusses, entsprechen aber den Angaben des IVD. In Köln sind die Angebotspreise für Häuser nicht mit den Gutachterausschussdaten vergleichbar, da dieser Durchschnittswerte auf Basis der Wohnfläche in Euro/qm berechnet, aber keine durchschnittliche Wohnfläche angibt.

Die Daten des IVD stimmen bei EFH und RH/DH mit den Angebotspreisen von IS24 überein. In Wiesbaden liegen die Angebotspreise leicht über den Angaben des örtlichen Gutachterausschusses und des IVD. Die Beobachtung, dass die durchschnittlichen Angebotspreise teilweise über den Preisniveaus der örtlichen Gutachterausschüsse und des IVD liegen, könnte darauf zurückgeführt werden, dass überproportional häufig hoch-

preisige Objekte oder Neubauprojekte bei Internetportalen angeboten werden. Die Gegenüberstellung führt damit zu dem Ergebnis, dass in den Angebotsdaten der Häuser höherwertige Objekte überrepräsentiert sind, während die Angebotspreise der Wohnungen sehr gut das lokale Preisniveau abbilden.

Tabelle 17: Vergleich von Angebots- und Kaufpreisen in den Untersuchungsstädten

Frankfurt	EFH	$\mathrm{RH}/\mathrm{DH}$	Wohnung (neu)	Wohnung (Bestand)
Gutachterausschuss (2009)	420.000 €	295.000 €	2.900 €/qm	k. A.
ÎVD (2009)	380.000  bis $540.000$	280.000 €	1.500 bis 3.000 $\P/qm$	
Angebotspreise $(07/2008 \text{ bis } 06/2010)$	500.000 €	350.000 €	3.300 <b>€</b> /qm	2.500 €/qm
Köln	EFH	$\mathrm{RH}/\mathrm{DH}$	$egin{aligned}  ext{Wohnung} \  ext{(neu)} \end{aligned}$	$\begin{array}{c} \text{Wohnung} \\ \text{(Bestand)} \end{array}$
Gutachterausschuss (2009)	kein Vergleich möglich, da Bezugsgröße €/qm		2.500 <b>€</b> /qm	1.700 €/qm
IVD (2009)	310.000 bis 425.000 €	10.000  bis 280.000 € $1.600  bis  3.000 $ €		.000 €/qm
Angebotspreise $(07/2008 \text{ bis } 06/2010)$	400.000 €	290.000 €	2.650 <b>€</b> /qm	1.900 €/qm
Wiesbaden	EFH	RH/DH	$egin{aligned}  ext{Wohnung} \  ext{(neu)} \end{aligned}$	Wohnung $(Bestand)$
Gutachterausschuss (2008)	510.000 €	295.000 €	2.900 €/qm	k. A.
IVD (2009)	380.000 €	280.000 €	$1.500 \text{ bis } 3.000  \P/\text{qm}$	
Angebotspreise $(07/2008 \text{ bis } 06/2010)$	535.000 €	350.000 €	3.300 €/qm	2.500 €/qm

Eigene Darstellung. Datenquelle: Angebotspreise (ImmobilienScout24); IVD (2010), Gutachterausschuss der Städte Frankfurt, Köln und Wiesbaden.

## Gesellschaft für Markt und Absatzforschung mbH (GMA)

Die Gesellschaft für Markt- und Absatzforschung (GMA) ist ein Tochterunternehmen der Wüstenrot & Württembergische AG und erstellt u. a. Einzelhandelsanalysen im gesamten deutschen Raum. Bei diesen werden flächendeckend durch eine Vor-Ort-Begehung Daten über Einzelhandelsunternehmen (z.B. Lebensmittelgeschäfte, Bäcker, Metzger) erhoben, plausibilisiert, kategorisiert und analysiert. Standorte von Komplementärnutzungen (Gastronomie/Hotellerie (= Indikator "Restaurant"), Freizeit/Kultur (= Indikator "Unterhaltung")) werden nur in den zentralen Versorgungsbereichen erfasst, sodass außerhalb von zentralen Versorgungsbereichen ggf. zu niedrige Nahmobilitätswerte berechnet werden. Dies stellt eine erkannte Restriktion dieser Arbeit dar. Für diese Arbeit stellte die GMA Daten der Kölner (2008), Frankfurter (2009)

und Wiesbadener (2009) Einzelhandelserhebung im Shapefile-Format zur Verfügung, sodass kleinräumige georeferenzierte Informationen über alltagsrelevante Aktivitätsziele vorliegen (Anhang A.7).

#### Eigene Erhebungen

Im Dezember 2012 wurden die Aktivitätsziele Schule, Bank, Apotheke und Kindergarten vom Verfasser dieser Arbeit eigenständig systematisch erhoben, da diese zum Teil nicht im GMA-Datensatz enthalten gewesen sind. Diese Daten wurden von den zuständigen Stellen (z. B. Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen) als Excel-Liste zur Verfügung gestellt oder den Internetseiten von relevanten Berufsvereinigungen (z. B. Mitgliederliste des Hessischen Apothekerverbandes e. V.) und Unternehmen (z. B. Filialfinder der Kölner Bank eG) entnommen. Es ist anzunehmen, dass diese Daten vollständig und aktuell sind. Eine ausführliche Definition dieser Daten sowie der benutzten Datenquellen finden sich im Anhang A.7.

#### OpenStreetMap (OSM)

Bei OpenStreetMap werden Geodaten von freiwilligen Helfern erhoben und bearbeitet. Diese können anschließend aus dem Internet kostenfrei heruntergeladen und frei genutzt werden. Verschiedene empirische Vergleichsstudien haben zum Ergebnis, dass das Straßennetz von OSM bei Erreichbarkeitsanalysen für Fußgänger eine hohe Eignung besitzt, da die überwiegende Mehrzahl der Fußgängerwege in dem Datensatz enthalten sind (Anhang A.3). Aufgrund der hohen Teilnehmerdichte in urbanen Räumen ist dort die Datenqualität besonders hoch (NEIS ET AL., 2012, S. 3). Die OSM-Daten liegen nicht im gebräuchlichen Shapefile-Format vor, weshalb das Unternehmen GEOFABRIK GMBH für diese Arbeit die OSM-Daten der Untersuchungsstädte zum Stichtag 23.01.2013 in routingfähige Shapefiles konvertierte.

#### Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)

Das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) ist eine Bundesoberbehörde innerhalb des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). Eine Aufgabe des BBR ist die Erstellung und Pflege raumbezogener Informationssysteme. In dieser Arbeit ist insbesondere die Innerstädtische Raumbeobachtung (IRB) relevant, die als Kooperationsprojekt mit dem Deutschen Städtetag, dem Verband Deutscher Städtestatistiker, dem KOSIS-Verbund und dem Deutschen Institut für Urbanistik seit 1986 jährlich durchgeführt wird (STURM, 2006). Hierbei werden für ca. 50 Groß- und Mittelstädte soziodemografische Daten für ca. 2.800 Stadtteile und statistische Bereiche einheitlich erhoben. Zur besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse werden Untersuchungseinheiten mit ähnlicher Einwohnerzahl angestrebt, was aufgrund der historisch bedingten Entwicklung von Stadtteilstrukturen nur bedingt realisierbar ist. In den IRB-Teilnehmerstädten variiert daher die Einwohnerzahl je statistischer Einheit von 800 bis 17.000 Einwohner (BBSR, 2012a, S. 7), sodass Ausreißer bei der Sozialraumanalyse erwartet werden können. Dem Autor ist trotz dieser Restriktion keine weitere amtliche Datenquelle bekannt, welche auf noch kleinräumigerer Ebene soziodemografische Daten auf Basis eines einheitlichen Merkmalskatalogs für verschiedene Städte zur Verfügung stellen kann. Obwohl dies aus Sicht der Forschung wünschenswert wäre, unterliegen diese Daten dem Datenschutz und sind daher kaum verfügbar (BBSR, 2012a). Eine ausführliche Beschreibung der Datenerhebung und eine kritische Diskussion zur Verwendung der IRB-Daten für wissenschaftliche Arbeiten finden sich bei Gutfleisch & Sturm (2013) und Güleş (2013).

### Stadt Frankfurt, Stadt Köln, Stadt Wiesbaden

Die Städte Frankfurt, Köln und Wiesbaden haben georeferenzierte Shapefiles der jeweiligen administrativen Gebietsabgrenzungen zur Verfügung gestellt, die für die grafische Darstellung der Ergebnisse benutzt werden. Für die Durchführung einer Sozialraumanalyse stellte die Stadt Köln zusätzlich statistische Daten für 345 der 371 Stadtviertel zur Verfügung, denen dieselbe Variablendefinition wie den IRB-Daten auf Stadtteilebene zugrunde liegt. Die fehlenden 26 Viertel beinhalten Gewerbe- und Industriegebiete. Von den 345 Stadtvierteln werden 62 Stadtviertel mit sehr wenigen Einwohnern (<200) aus dem Datensatz entfernt, da diese das Ergebnis der Sozialraumanalyse durch Ausreißerwerte stark verzerren. Bei den verbliebenen 283 Stadtvierteln beträgt die durchschnittliche Einwohnerzahl etwa 3.500 Personen (Spanne 204 bis 19.350 Einwohner).

### 3.1.2. Theoriebasierte Variablenauswahl

Für eine theoriebasierte Variablenauswahl im Rahmen der ökonometrischen Analyse ist ein analoges Vorgehen zu wählen, welches bereits bei der Auswahl der Aktivitätsziele unter Punkt 2.2.2.2 beschrieben ist. Diese Arbeit untersucht den Einfluss der Nahmobilität auf Immobilienpreise. Hierfür werden einflussreiche Dimensionen (= Faktoren) theoretisch abgeleitet, relevante Variablen identifiziert und die Merkmalsausprägungen der Variablen als Daten in die Analyse übernommen. Bei der Auswahl von geeigneten Variablen ist danach zu differenzieren, welchen Zweck diese innerhalb der multivariaten Analyse einnehmen. Powe et al. (1995, S. 139f.) unterscheiden Fokusvariablen, freie Variablen und ungewissen Variablen. Fokusvariablen stehen im Zentrum der Analyse und stellen den Erkenntnisgegenstand der Arbeit dar. Bei freien Variablen ist die preisbeeinflussende Wirkung für Immobilien bekannt, die aber nicht von besonderem Interesse sind. Bei ungewissen Variablen ist nicht bekannt, ob eine preisbeeinflussende Wirkung vorhanden ist. Diese werden aus theoretischen Überlegungen in das Modell übernommen. Grundsätzlich kann der Einfluss von Variablen nach dem räumlichen sowie funktionalen Einflussbereich differenziert werden, sodass Variablen systematisch in die Analyse einbezogen werden können. <sup>65</sup> Die untersuchten Einflussvariablen sind heterogen in Bezug auf die räumliche Bezugsebene – von der Landes- bis zur Grundstücksebene. Ebenso unterscheiden sich die Studien abhängig vom Untersuchungsziel von der Art der berücksichtigten Einflussfaktoren (SIRMANS ET AL., 2005). In Anlehnung an DIE-TERICH (2005) werden vier räumliche Wirkungsbereiche zur Bestimmung des lokalen Bodenpreisniveaus unterschieden. Als fünfter räumlicher Einflussbereich werden gebäudebezogene Faktoren hinzugefügt, da das Gebäude selbst als wesentlicher Bestandteil des Grundstücks ebenfalls einen Raumbezug aufweist und eine zerstörungsfreie Trennung von Gebäude und Grundstück grundsätzlich nicht möglich ist (vgl. §§ 93–94 BGB).

Lehrbücher oder Immobilienmarktstudien benutzen heterogene Systematiken zur Bestimmung relevanter Einflussfaktoren: vgl. folgende Lehrbücher: Muncke (1996), Dieterich (2005), Gaddy & Hart (2003), Peto et al. (1996), Trotz (2004); vgl. folgende Immobilienmarktstudien: Kholodilin et al. (2007), OECD (2006), Becher (1996), Goodman & Ittner (1992), Kurzrock (2007).

- 1. Landesweit wirkende Faktoren beeinflussen den nationalen Immobilienmarkt. Dies sind in erster Linie institutionelle Faktoren wie die nationale Gesetzgebung und Trendfaktoren wie die allgemeine wirtschaftliche Entwicklung.
- 2. **Regionalfaktoren**<sup>66</sup> bestimmen die Spannbreite von Grundstückspreisen in einem größeren Raum. Regionalfaktoren sind beispielsweise das Arbeitsplatz- und Bevölkerungspotential, die Attraktivität einer Region als Wohn- und Geschäftsstandort, regional bedeutsame Infrastruktureinrichtungen (z. B. Flughafen) sowie die Erreichbarkeit von Oberzentren.
- 3. **Zonalfaktoren** bestimmen das spezifische Preisniveau von Stadtteilen, Wohnblöcken und zum Teil auch einzelnen Straßenabschnitten. Beispiele für Zonalfaktoren sind die "Adresse" eines Grundstücks oder die Erreichbarkeit von alltagsrelevanten Aktivitätszielen.
- 4. **Grundstücksindividuelle Faktoren** bestimmen den Preis eines einzelnen Grundstücks wie beispielsweise Festsetzungen im Bebauungsplan oder Zuschnitt und Größe des Grundstücks.
- 5. **Gebäudebezogene Faktoren** beeinflussen den Wert der Bausubstanz wie beispielsweise das Baujahr, die Wohnfläche, Art der Raumaufteilung sowie Art und Qualität der (technischen) Ausstattung.

Die fünf Wirkungsbereiche können zur Makro- und Mikroebene zusammengefasst werden (Trotz, 2004, S. 49). Die **Makroebene** umfasst "Landesweit wirkende Faktoren" und "Regionalfaktoren", die **Mikroebene** beinhaltet "Zonalfaktoren", "Grundstücksindividuelle Faktoren" und "Gebäudebezogenen Faktoren" (Abb. 14).

Landesweit wirkende Faktoren

Regionalfaktoren

Grundstücksindividuelle
Faktoren

Gebäudebezogene
Faktoren

Mikroebene

Abbildung 14: Räumliche Wirkungsebenen von wertbestimmenden Einflussfaktoren

Eigene Darstellung in Anlehnung an DIETERICH (2005).

Die Ebene der Bundesländer werden in der immobilienwirtschaftlichen Forschung meist nicht als eigenständiger räumlicher Untersuchungsbereich verwendet. Auf Ebene der Bundesländer sind beispielsweise unterschiedliche Förderprogramme oder Ländergesetze zu beachten.

Grundsätzlich sind nur die gebäudebezogenen Faktoren durch den Eigentümer direkt beeinflussbar, alle anderen räumlichen Ebenen entziehen sich meist seiner Gestaltung, da sie externe Rahmenbedingungen des Marktes und des Standortes darstellen (Trotz, 2004, S. 17). In dieser Arbeit werden nur die Immobilienpreise deutscher Städte untersucht, weshalb bundesweit wirkende Faktoren nicht einbezogen werden, da diese auf alle Fälle dieser Arbeit gleichermaßen einwirken. Die funktionale Systematik hingegen fasst Variablen zu möglichst homogenen Einflussgruppen zusammen, die auf allen räumlichen Ebenen in verschiedenen Ausprägungen vorkommen können. Folgende funktionalen Einflussgruppen auf Immobilienpreise lassen sich auf Basis der zuvor genannten Literatur identifizieren, wobei Sirmans et al. (2005) in ihrer Meta-Studie verdeutlichen, dass der Einfluss der Variablen abhängig vom Studiendesign sowohl positiv als auch negativ sein kann:

- ökonomische Faktoren
- demografische/soziale Faktoren
- Verkehrsanbindung/Erreichbarkeit
- Einrichtungen der Energieversorgung
- Einrichtungen des Gesundheitswesen
- Kultur/Medien/Kommunikation
- politische, juristische, steuer- und währungspolitische Faktoren
- Erholung-/Freizeitmöglichkeiten
- (Aus-)Bildungsniveau und -einrichtungen
- Lagemerkmale
- Objektmerkmale
- Käufer-/Verkäuferverhalten, Intermediäre
- Zeitraum/Zeitpunkt der Analyse
- Einrichtungen der Daseinsvorsorge

Die Variablen können somit hinsichtlich des räumlichen und funktionalen Einflussbereiches systematisiert werden. Anschließend sind diejenigen Variablen auszuwählen, die erstens operationalisierbar sind, zweitens einen substanziellen Beitrag zur Erklärung der abhängigen Variablen erwarten lassen und drittens keine Multikollinearität aufweisen. Die Konzeption des Modells sollte "sparsam" sein, sodass mit wenigen Variablen ein Großteil der Varianz erklärt werden kann. Nach Powe et al. (1995, S. 138) und Pivo & Fisher (2011, S. 201) haben sich bei Immobilienanalysen fünf Dimensionen von grundsätzlicher Bedeutung etabliert:

- Objektmerkmale
- Mikrolage/Nachbarschaft
- Marktbedingungen
- Lokale Steuern

### • Erreichbarkeit<sup>67</sup>

Angelehnt an diese fünf grundsätzlichen Dimensionen erfolgt die Auswahl der Einflussvariablen im nächsten Punkt.

### 3.1.3. Theoretische Herleitung der ökonometrischen Modelle

Die Literaturanalyse legt nahe, dass der Einfluss der Nahmobilität auf die Angebotspreise von Immobilien zwischen den Gebietstypen variiert, weshalb die Fokusvariablen dieser Arbeit die abgeleiteten Gebietstypen darstellen. Ebenso werden freie Variablen als Kontrollvariablen in die ökonometrische Analyse einbezogen, welche aufgrund früherer Studien (vgl. SIRMANS ET AL. 2005) einen Einfluss auf den Angebotspreis erwarten lassen und deren Nichtberücksichtigung zu verzerrten Regressionskoeffizienten führen würde. Die Auswahl der Variablen ist für Wohnungen in Tabelle 18 und für Häuser in Tabelle 19 dargestellt. Die Variablenbeschreibungen finden sich nachfolgend, die Konzeption der ökonometrischen Modelle ist in Abschnitt 3.2 beschrieben.

Tabelle 18: Modell Wohnung: Räumlicher Einflussbereich der Variablen

Modell: Wohnungen		Räumlicher Einfluss					
Abhängige Variable: Angebotspreis/qm		Reg-	Zonal	Grund-	Ge-	Тур	
	Variable	ional	Zonai	stück	bäude		
	Wohnfläche				X	FrV	
	Objektzustand				X	FrV	
Objektmerkmale	Ausstattungsqualität				X	FrV	
Objektillerkillale	Balkon				X	FrV	
	Modernisierungen				X	FrV	
	Objekttyp				X	FrV	
	Baualtersklasse				X	FrV	
Mikrolage/	Migration		X			uV	
Erreichbarkeit	eit Gebietstyp (Sozial-		X			FoV	
	${ m raumindikatoren} +$						
	Nahmobilitätsni-						
veau)							
Marktbedingungen	Angebotszeitpunkt	X				FrV	
Lokale Steuern	Stadt-Dummy	X				FrV	
Freie Variablen (FrV), Fokusvariable (FoV), unbestimmte Variable (uV)							

Eigene Darstellung.

.

Die vorherige Aufzählung zeigt, dass im Nahmobilitätsindikator Aktivitätsziele aus den Bereichen Daseinsvorsorge, Bildung, Erholung, Freizeit, Gesundheitswesen sowie Kultur enthalten sind. Daneben ist der konzipierte Indikator auch dem Bereich Verkehr/Erreichbarkeit zuzuordnen. Der Grund wieso die Aktivitätsziele gemeinsam und nicht getrennt in die Analyse übernommen werden liegt darin, dass Bewohner ein hohes Nahversorgungsniveau erst dann als solches wahrnehmen, wenn verschiedene Aktivitätsziele gemeinsam vorhanden sind (BMVBS, 2011a, S. 13).

Modell: Haus		Räumlicher Einfluss				
Abhängige Variable: Angebotspreis		Reg-	Zonal	Grund-	Ge-	Тур
	Variable	ional	Zonai	stück	bäude	
	Wohnfläche				X	FrV
	Grundstücksfläche			X		FrV
Objektmerkmale	Objektzustand				X	FrV
Objektmerkmale	Ausstattungsqualität				X	FrV
	Modernisierungen				X	FrV
	Objekttyp				X	FrV
	Baualtersklasse				X	FrV
Mikrolage/	Migration		X			uV
Erreichbarkeit	oarkeit Gebietstyp (Sozial-		X			FoV
	${\rm raumindikatoren} \ +$					
	Nahmobilitätsni-					
veau)						
Marktbedingungen	<sup>'</sup> Angebotszeitpunkt	X				$\operatorname{FrV}$
Lokale Steuern	n Stadt-Dummy					$\operatorname{FrV}$
Freie Variablen (FrV), Fokusvariable (FoV), unbestimmte Variable (uV)						

Tabelle 19: Modell Haus: Räumlicher Einflussbereich der Variablen

Eigene Darstellung.

### 3.1.3.1. Auswahl der abhängigen Variablen

Der Angebotspreis ist ein Preissignal des Verkäufers, zu dem das Objekt grundsätzlich verkauft wird und stellt in der Regel den maximal erzielbaren Preis dar (KNIGHT, 2002, S. 216). Für Einfamilienhäuser in Nordrhein-Westfalen wird ein durchschnittlicher Angebotsabschlag von 8% auf Ebene der Landkreise bzw. kreisfreien Städte angenommen, wobei der Angebotsabschlag in städtischen Räumen tendenziell geringer ist (RATSWD, 2009). DINKEL & KURZROCK (2012) zeigen, dass Angebots- und Kaufpreise korrelieren, aber der Angebotsabschlag nicht erklärt werden kann. Wegen dieser Charakteristika stellen Angebotspreise mit ihren hohen Fallzahlen eine geeignete Datenquelle für Immobilienmarktanalysen in Deutschland dar, solange bestehende Restriktionen beachtet werden (Dinkel & Kurzrock, 2012; Ratswd, 2009).<sup>68</sup> Für Wohnungen wird die abhängige Variable Angebotspreis pro qm (APREIS QM LOG) gewählt, um den Einfluss der absoluten Wohnungsgröße zu minimieren. Bei Häusern ist dies nicht möglich, da der Kaufpreis sowohl durch die Wohn- und Grundstücksfläche maßgeblich determiniert wird, weshalb der absolute Angebotspreis (APREIS LOG) als abhängige Variable ausgewählt wird. Die beiden abhängigen Variablen werden logarithmiert damit diese eine Normalverteilung aufweisen (Anhang A.4).

Daten aus der Kaufpreissammlung der Gutachterausschüsse stehen aufgrund datenschutzrechtlicher Restriktionen nur selten für Immobilienmarktanalysen zur Verfügung (Schmoll & Bischoff, 2005, S. 225).

### 3.1.3.2. Auswahl der unabhängigen Variablen

### 3.1.3.2.1 Objektmerkmale

Immobilienanbieter müssen bei der Einstellung eines Angebotes bei ImmobilienScout24 verpflichtende Angaben zur Postleitzahl, dem Ort, der Höhe des Angebotspreises, der Wohnfläche, der Grundstücksfläche und der Anzahl der Zimmer machen. Alle weiteren Angaben sind freiwillig, weshalb einschränkend nur diejenigen Objektmerkmale in die ökonometrische Analyse einbezogen werden können, die in ausreichender Qualität und Quantität vorliegen. Die erfolgte Imputation fehlender Werte ist im Anhang A.4 beschrieben.

### Wohnfläche

Die Angabe der Wohnfläche ist eine der wenigen Angaben, die Verkäufer verpflichtend angeben müssen. Hierbei ist zu beachten, dass keine verbindliche Flächendefinition<sup>69</sup> vorgegeben ist und die Berechnung dem Verkäufer obliegt. Die Variable Wohnfläche weist damit die Restriktion auf, dass die angegebenen Wohnflächengrößen unsystematisch variieren, da anzunehmen ist, dass verschiedene Definitionen – wenn überhaupt – bei Angabe der Wohnfläche verwendet werden. Die Wohnfläche ist eine wichtige Einflussgröße bei der Immobilienpreisbeobachtung und korreliert positiv mit dem Angebotspreis (SIRMANS ET AL., 2005). Um den Einfluss dieser bekannten Tatsache zu minimieren, wird bei den Wohnungen der Angebotspreis durch die Wohnfläche dividiert, sodass sich die abhängige Variable APREIS QM ergibt. Bei den Häusern erscheint dies nicht sinnvoll, da der Angebotspreis maßgeblich sowohl durch die Grundstücks- als auch die Wohnfläche determiniert wird. Um die mit der Wohnflächengröße verbundenen Qualitäten berücksichtigen zu können wird daher sowohl bei den Häusern als auch bei den Wohnungen die Kontrollvariable WOHNFLAECHE LOG in das Modell aufgenommen. Die Wohnfläche wird logarithmiert, da ein abnehmender Grenznutzen mit zunehmender Wohnfläche angenommen wird. Es wird ein positiver Einfluss der logarithmierten Wohnfläche auf die abhängige Variable erwartet.

### Grundstücksfläche (nur bei Häusern)

Die Grundstücksfläche hat einen positiven Einfluss auf den Angebotspreis bei Häusern. Der Einfluss ist jedoch geringer als der der Wohnfläche (BAUER ET AL., 2013, S. 9; TURNBULL ET AL., 2006, S. 452). In wissenschaftlichen Studien wird die Variable zudem häufig logarithmiert, da mit zunehmender Grundstücksfläche der damit verbundene Zusatznutzen abnimmt (WOLVERTON, 1997, S. 55). Dieser Annahme folgend wird die Grundstücksfläche in dieser Arbeit ebenfalls logarithmiert (GRUNDFLAECHE\_LOG) und ein positiver Einfluss auf den Angebotspreis von Häusern erwartet.

Vergleiche hierzu bspw. die Wohnflächendefinition der Gesellschaft für immobilienwirtschaftliche Forschung e. V. (2012). Diese differenziert die Bruttogrundfläche (BGF) weiter nach "Keine Mietfläche" (MF/W-0), "Mietfläche" (MF/W) und diese wiederum nach "Wohnungsflächen" (MF/W-1a bis 1d) und "Nebenflächen" (MF/W-1e). Weitere Wohnflächendefinitionen finden sich in der Wohnflächenverordnung (WoFIV) und der DIN 277 (Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau).

### Baualtersklasse

Der Wert und damit der Preis einer Immobilie werden durch das wirtschaftliche Baujahr beeinflusst, da die Gebäudesubstanz und -technik durch Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen den aktuellen Baustandards angepasst werden kann (METZGER,
2008, S. 137).<sup>70</sup> Ohne eine Besichtigung vor Ort oder detaillierte Angaben ist das wirtschaftliche Baujahr allerdings nicht zu ermitteln. Um indirekt auf den baulichen Zustand der Immobilie schließen zu können, erfolgt die Einteilung in Baualtersklassen,
das wirtschaftliche Gebäudealter wird indirekt durch die Variable MODERNISIERT\_BAUJAHR\_2010 berücksichtigt. Das IWU (2011, S. 9ff.) entwickelte eine an historischen und gesetzlichen Strukturbrüchen orientierte Gebäudetypologie, die in der deutschen Forschung anerkannt ist (Klauss et al., 2009, S. 6; Böhme et al., 2011, S.
441). In der Arbeit werden die Baualtersklassen weitestgehend unverändert übernommen (Tab. 20).

Variable Baualtersklasse IWU vor 1859 BAK VOR 1918 1860 bis 1918 1919 bis 1948 BAK1919 48 BAK 1949 bis 1957 1949 57 BAK 1958 bis 1968 195868 BAK 1969 78 1969 bis 1978 BAK83 1979 bis 1983 19791984 bis 1994 BAK198494BAK1995 01 1995 bis 2001 BAK 2002 06 2002 bis 2009 **BAK AB 2007** ab 2010

Tabelle 20: Definition: Baualtersklasse

Eigene Darstellung.

Die Baualtersklassen "bis 1859" und "1860 bis 1918" werden zusammengefasst zur Baualtersklasse BAK\_VOR\_1918, da nur sehr wenige Fälle in den Angebotsdaten von IS24 vor 1859 erbaut wurden. Daneben wird die Baualtersklasse "2002 bis 2009" um zwei Jahre auf "2002 bis 2007" reduziert. Damit ist es möglich, Neubauten und Projektentwicklungen gemeinsam in der Baualtersklasse BAK\_AB\_2007 zu analysieren. Die übrigen Baualtersklassen werden unverändert übernommen. Die gewählten Baualtersklassen bilden mittelbar die baualterstypische Objekt- und Ausstattungsqualität ab. Der Einfluss des Baualters auf die abhängige Variable ist vom allgemeinen Sanierungsstand des Wohnungsbestandes abhängig. Gegenwärtig ist ein Großteil der vor den in 1970er Jahre erbauten Immobilien bereits saniert, die in den 1970er Jahren erbauten Gebäude sind häufig noch unsaniert und die ab den 1980er Jahren erbauten Gebäude haben aufgrund diverser Wärmeschutzverordnungen, Energieeinsparverordnungen oder

Die Sachwertrichtlinie (SW-RL) definiert die wirtschaftliche Restnutzungsdauer unter Punkt 4.3.2 wie folgt: "Die Restnutzungsdauer wird grundsätzlich aus dem Unterschiedsbeitrag zwischen Gesamtnutzungsdauer und dem Alters des Gebäudes am Wertermittlungsstichtag ermittelt. [...] Für Gebäude, die modernisiert wurden, kann von einer entsprechend längeren wirtschaftlichen (modifizierten) Restnutzungsdauer ausgegangen werden."

Regelungen zur Energieeffizienz einen guten energetischen Zustand (WALBERG ET AL., 2011, S. 48ff.). Der Einfluss des tatsächlichen Baujahres auf den Angebotspreis dürfte daher einen u-förmigen Verlauf annehmen (RATSWD, 2009, S. 28f.).

### Objekttyp

Die Immobilienanbieter können bei IS24 den Objekttyp "Haus" bzw. "Wohnung" weiter spezifizieren (Tab. 21). Aus dem Rohdatensatz "Häuser" wird vorab der Typ MFH entfernt, da bei Renditeobjekten und eigengenutzten Immobilien vermutlich andere Faktoren die Preisbildung beeinflussen. Ein Fall mit dem Objekttyp "Burg, Schloss" wurde ebenfalls ausgeschlossen. Die übrigen 13 Objekttypen im Datensatz "Haus" werden zu inhaltlich vier vergleichbaren Kategorien zusammengefasst. Nach einer Analyse des IVD (2010) ist der Preis von freistehenden Einfamilienhäuser höher als der von Reihen- und Doppelhaushälften. He Besondere Aufmerksamkeit erfordern die Kategorien "Villa" und "Sonstige Häuser". Mit dem Begriff Villa ist kein originärer Architekturtyp sondern im allgemeinen Sprachgebrauch eine größere Immobilie mit gehobener Ausstattung verbunden, weshalb angenommen wird, dass Immobilien dieses Objekttyps die höchsten Angebotspreise aufweisen. Der Begriff "Sonstige Immobilien" oder "besondere Immobilien" ist nicht näher definiert, weshalb vorab der Einfluss dieses Objekttyps nicht eingeschätzt werden kann.

Im Datensatz "Wohnung" werden die elf Objektkategorien zu zwei inhaltlich vergleichbaren Kategorien zusammengefasst. Die Kategorie Wohnung repräsentiert eine normale Ausstattung, während mit der Kategorie "Penthouse/Loft" im allgemeinen Sprachgebrauch eine gehobene bis luxuriöse Ausstattung gemeint ist, weshalb bei dieser Kategorie ein positiver Einfluss auf die abhängige Variable erwartet wird.

Tabelle 21: Definition: Objekttyp

Variable (Häuser)	Objekttypen bei IS24
TYP_EFH	Bauernhaus, Bungalow, Einfamilienhaus, Einfamilienhaus (freistehend), Einfamilienhaus mit Einliegerwohnung
TYP_RH_DH	Reihenhaus, Reihenmittelhaus, Reiheneckhaus, Doppelhaushälfte
TYP_VILLA TYP_SONSTIGE	Villa Keine Angabe, Besondere Immobilie, Wohnimmobilie (Sonstige), Fehlender Wert
Variable (Wohnungen)	Objekttypen bei IS24
TYP_WOHNUNG	Dachgeschoss, Maisonette, Terrassenwohnung, Erdgeschosswohnung, Etagenwohnung, Hochparterre, Souterrain, Sonstige, Keine Angabe <sup>72</sup> , Fehlender Wert
TYP_LOFT	Penthouse, Loft

Der IVD gibt keine Durchschnitts- sondern Schwerpunktpreise an, die von lokalen Marktberichterstattern übermittelt werden. Lage- und Objektmerkmale werden durch das Kriterium "Wohnwert" berücksichtigt.

### Modernisierungen

Mit der willkürlichen und synonymen Verwendung der Begriffe Sanierung, Modernisierung, Instandhaltung und Instandsetzung im alltäglichen Sprachgebrauch ergibt sich im Rahmen von Immobilienmarktanalysen die Restriktion nicht näher spezifizierbarer Maßnahmen.<sup>73</sup> Allen Begriffen ist aber die Vorstellung gemeinsam, dass Missstände behoben oder Verbesserungen herbeigeführt werden. Bei IS4 können Anbieter optional angeben, ob und wann die Immobilie in der Vergangenheit modernisiert wurde. Die Analyse des Datensatzes zeigt, dass im Zeitraum 2000 bis 2010 jährlich etwa 1,0% bis 1,5% der angebotenen Immobilien saniert wurden und diese Modernisierungs-/Sanierungsrate auf Basis anderer empirischer Studien (vgl. Bremer Energie Institut & IWU, 2010) plausibel erscheint (Anhang A.4). Kritisch ist bei dieser Variable zu sehen, dass Umfang und Qualität der Modernisierung nicht näher beschrieben werden, obwohl diese erhebliche Unterschiede aufweisen können (IWKÖLN, 2012, S. 1). Ergänzend werden ebenso alle nach dem Jahr 2000 erbauten Häuser und Wohnungen als modernisiert markiert, um die Variable inhaltlich korrekt auszurichten (Tab. 22).<sup>74</sup> Es wird die Annahme getroffen, dass der Einfluss der Variable MODERNISIERT BAUJAHR 2010 auf den Angebotspreis positiv ist.

Tabelle 22: Definition: Modernisierungen

Variable	Modernisierung bei IS24
MODERNISIERT- _BAUJAHR_2000 NICHT_MODERNISIERT	Modernisierung (Ja) im Zeitraum 2000 bis 2010 und/oder Baujahr 2000 bis 2010 Modernisierung (Ja) vor 2000, Modernisierung (Nein), Fehlender Wert

Eigene Darstellung.

### Objektzustand

Der Objektzustand ist ein Qualitätsmaßstab der angebotenen Immobilie. Bei IS24 können elf Kategorien für die Objektbeschreibung ausgewählt werden, wobei die qualitativen Unterschiede zwischen den Kategorien der subjektiven Einschätzung des Anbieters vorbehalten bleibt. Die elf Kategorien werden daher zu vier inhaltlich vergleichbaren Kategorien zusammengefasst (Tab. 23). Bei der Variablen OZID\_BESTAND weisen die Objekte einen durchschnittlichen Objektzustand auf, die Variable OZID\_ERSTBEZUG enthält Objekte mit einer qualitativ höherwertigen Ausstattung und die Variable OZID\_RENOVIERUNG Objekte mit einer qualitativ minderwertigen Ausstattung. Die Re-

Da nur sehr wenige Fälle dem Typ "Sonstige" und "Keine Angabe" zugeordnet werden, wird im Gegensatz zu den Häusern keine eigenständige Kategorie "Sonstige" eingeführt.

Eine Definition der Begriffe findet sich in der DIN 31051 (Grundlagen der Instandhaltung) bzw. DIN 32736 (Gebäudemanagement).

Die Bestimmung des Zeitraumes, wie lange ein Neubau als modernisiert wahrgenommen wird ist schwierig, da die einzelnen Gebäudebauteile unterschiedlich lange Nutzungsdauern aufweisen. Gebäude ab dem Jahr 1995 unterliegen beispielsweise bereits der 3. Wärmeschutzverordnung und weisen damit energetische Mindeststandards auf, würden bei einem Verkauf im Jahr 2010 aber bereits 15 Jahre alt sein (IWU, 2011, S. 11).

ferenzkategorie bildet die Variable OZID\_KEINE\_ANGABE, da die Objektqualität aufgrund fehlender Angaben unbekannt ist.

Tabelle 23: Definition: Objektzustand

Variable	Objektzustand bei IS24
OZID_BESTAND	neuwertig, vollständig renoviert, modernisiert, saniert <sup>75</sup> , nach Vereinbarung, gepflegt
OZID_ERSTBEZUG	Erstbezug, Erstbezug nach Sanierung
OZID_RENOVIERUNG	renovierungsbedürftig, abbruchreif
OZID_KEINE_ANGABE	Keine Angabe, Fehlender Wert

Eigene Darstellung.

### Ausstattungsqualität

Bei IS24 kann zur Objektbeschreibung optional die Ausstattungsqualität mit den Attributen "Luxus", "Gehoben", "Normal" und "Einfach" ergänzt werden (Tab. 24). Diese Ordinalskala drückt eine Rangfolge der Ausstattungsqualität aus, ohne die Differenzen zwischen Rängen selbst zu quantifizieren, da diese der subjektiven Einschätzung des Verkäufers vorbehalten bleibt. Die Analyse des Datensatzes zeigt, dass Anbieter nur bei einer überdurchschnittlichen Ausstattungsqualität der Immobilie dieses Wertmerkmal explizit erwähnen, um potentiellen Käufern eine qualitativ hochwertige Ausstattung sprachlich zu signalisieren. Eine normale Ausstattungsqualität bleibt meist unerwähnt (fehlender Wert) oder wird mit den Ausstattungsqualitäten "Normal" oder "Einfach" beschrieben. Aufgrund der geringen Fallzahlen werden die Attribute "Luxus" und "Gehoben" zur Dummy-Variable GEHOBEN\_LUXUS zusammengefasst, die korrespondierende Referenzkategorie NORMAL zeigt eine durchschnittliche Ausstattungsqualität an. Es wird angenommen, dass sich eine gehobene Ausstattungsqualität positiv auf den Angebotspreis auswirkt.

Tabelle 24: Definition: Ausstattungsqualität

Variable	Ausstattungsqualität bei IS24
NORMAL	Normal, Einfach, Keine Angabe, Fehlender Wert
GEHOBEN_LUXUS	Gehoben, Luxus

Eigene Darstellung.

### Balkon (nur bei Wohnungen)

Die Variable BALKON zeigt das Vorhandensein eines Balkons oder einer Terrasse an (Tab. 25) und ist für Immobilienkäufer von Eigentumswohnungen von hoher Bedeutung

Bei IS24 können einmal beim Objektzustand und bei dem Feld Modernisierung (siehe Variable Modernisierung) Angaben über durchgeführte bauliche Maßnahmen (Sanierung, Modernisierung) gemacht werden. Die Analyse zeigt, dass diese Angaben meist explizit im Feld "Modernisierung" erwähnt werden. Aus diesem Grund werden die Wahlmöglichkeiten "modernisiert" und "saniert" unter dem Objektzustand "Bestand" subsumiert.

wie die Ergebnisse von Maklerbefragungen (Kippes, 2010, S. 21), Miet- und Kaufinteressentenbefragungen (Immobilien Scout Gmbh, 2011, S. 87ff.) oder Expertenbefragungen (Investitionsbank Berlin, 2012, S. 23) bestätigen. Bauer et al. (2013) bestätigen in ihrer Studie ebenfalls, dass ein vorhandener Balkon den Immobilienpreis positiv beeinflusst. Es wird daher die Annahme vertreten, dass das Merkmal BALKON einen positiven Einfluss auf die abhängige Variable ausübt. Bei den Häusern wird das Merkmal BALKON nicht berücksichtigt, da diese grundsätzlich über einen Freisitz verfügen.

Tabelle 25: Definition: Balkon

Variable	Balkon bei IS24
BALKON	Balkon vorhanden
KEIN_BALKON	Kein Balkon, Keine Angabe, Fehlender Wert

Eigene Darstellung.

### 3.1.3.2.2 Lagemerkmale

In der ökonometrischen Analyse werden Lagemerkmale berücksichtigt, denen auf verschiedenen räumlichen Ebenen eine preisbeeinflussende Wirkung zugeschrieben wird (Tab. 26). Die Makrolage wird durch Stadt-Dummys berücksichtigt. Die Zonalfaktoren werden durch die Indikatoren "Migration", "Soziale Benachteiligung", "Urbanismus" und "Nahmobilität" abgebildet, wobei aus den Indikatoren "Urbanismus", "Soziale Benachteiligung" und "Nahmobilität" zwölf Gebietstypen abgeleitet werden. Die Variablen werden im Folgenden näher beschrieben.

Tabelle 26: Lagemerkmale

Räuml.	Indikator	${\bf Indirekt\ erfasste}$	Variable
Ebene		${f Messgr\"{o}}$ ßen	
Regional-	STADT	Marktbedingungen am	FRANKFURT
faktor		Makrostandort, lokale Steuern,	KOELN
		Beschäftigungssituation,	WIESBADEN
		unbeobachtete lokale Effekte	
	MIGRATION	Zu- und Wegzüge,	MIGRATION
Zonal-		${ m Ausl} \ddot{ m and} { m erante} { m il}$	
faktor	SOZ. BENACH-	Einkommen, sozialer Status	Bildung von
	TEILIGUNG		12 Gebiets-
	URBANISMUS	Bebauungsstruktur,	typen
		${ m Bev\"{o}lkerungsstruktur}$	
	NAHMOBILITÄT	fußläufige Erreichbarkeit	
		alltagsrelevanter Aktiviätsziele	

### Stadt-Dummys

Um lokale unbeobachtete Marktbedingungen, örtliche Steuerregime und andere lokale unbeobachtete Effekte in der Analyse zu berücksichtigen, werden die Dummys KOELN, FRANKFURT und WIESBADEN als Kontrollvariablen in die ökonometrische Analyse integriert.

### Raum- und Gebietstypen

In den unter Punkt 2.1.2 genannten Studien wird angenommen, dass der Einfluss der Nahmobilität auf Immobilienpreise linear ist, unabhängig vom Gebietstyp. In dieser Arbeit wird hingegen die Annahme vertreten, dass der Einfluss gebietsabhängig ist. Zum Testen dieser Annahme werden auf Basis empirischer Arbeiten drei Qualitätsstufen der Nahmobilität differenziert:<sup>76</sup>

- Qualitätsstufe I (NMW 86 bis 100): In der höchsten Nahmobilitätsqualitätsstufe sind alltagsrelevante Aktivitätsziele durchschnittlich weniger als 400 m entfernt.<sup>77</sup> Bis zu dieser Entfernung ist das Zufußgehen für 80–95% der Personen die bevorzugte Mobilitätsform. Die Bewohner werden ggf. durch negative Externalitäten der Aktivitätsziele beeinträchtigt.
- Qualitätsstufe II (NMW 61 bis 85): In der mittleren Nahmobilitätsqualitätsstufe sind alltagsrelevante Aktivitätsziele durchschnittlich 400 bis 750 m entfernt. Diese Entfernungen werden von 20–40% der Personen, abhängig von der Ortsgröße und Autoverfügbarkeit, nicht mehr zu Fuß gegangen.
- Qualitätsstufe III (NMW 0 bis 60): In der niedrigsten Nahmobilitätsqualitätsstufe sind alltagsrelevante Aktivitätsziele durchschnittlich über 750 m entfernt. Bewohner dieser Gebiete sind in vielen Fällen auf den ÖPNV und MIV angewiesen.

Im Rahmen der Sozialraumanalyse werden die beiden Indikatoren "Urbanismus" <sup>78</sup> und "Soziale Benachteiligung" berechnet. Abhängig von den Ausprägungen "Hoch" und "Niedrig" können anschließend vier Raumtypen differenziert werden (Abschnitt 2.4), die sich hinsichtlich sozioökonomischer und siedlungsstruktureller Gegebenheiten unterscheiden. Mithilfe der drei definierten Nahmobilitätsniveaus können anschließend je drei Gebietstypen innerhalb eines Raumtyps unterschieden werden. Im Rahmen dieser Arbeit kann damit der Einfluss der Nahmobilität auf die Angebotspreise von Wohnimmobilien in insgesamt zwölf Gebietstypen analysiert werden (Tab. 27).

Die deskriptive Analyse der drei konzipierten Nahmobilitätsindikatoren (Abschnitt 4.2) hat zum Ergebnis, dass diese eine Korrelation r > 0, 98 aufweisen. Die folgenden Angaben beziehen sich daher auf den Nahmobilitätsindikator "Allgemein".

Die metrischen Grenzwerte sind gerundet und leiten sich aus der Distanzfunktion ab.

Um die Lesbarkeit des Textes zu erhöhen, werden Gebiete mit hoher Urbanität als urbane Gebiete umschrieben. Die Begriffsbestimmung von Gebieten mit geringer Urbanität ist schwieriger, da erstens mit Suburbia, Post-Suburbia, Zwischenstadt, Zwischenraum mit Verdichtungsansätzen oder suburbaner Raum verschiedene Begriffe existieren und zweitens diese Begriffe inhaltlich nur bedingt voneinander abgegrenzt sind (Burdack & Hesse, 2006). Nach Burdack & Hesse (2006, S. 390) wird der Begriff "suburbaner Raum" in drei verschiedenen Kontexten angewendet. In dieser Arbeit ist die zweite Verwendung des Begriffs relevant, die "suburbanen Raum als siedlungsstrukturellen Raumtyp [identifiziert], positioniert zwischen städtischem und ländlichem Raum, etwa auf Basis von Dichtewerten". Konform zu dieser Definition werden in dieser Arbeit Gebiete geringer Urbanität mit dem Begriff suburbane Räume bezeichnet.

Nahmobil-	UH_SN	UH_SH	UN_SN	UN_SH
itätsniveau	(urbane Viertel	(urbane Viertel	(suburbane	(suburbane
	mit niedriger	mit hoher	Viertel mit	Viertel mit
	sozialer Be-	sozialer Be-	niedriger	hoher sozialer
	nachteiligung)	nachteiligung)	sozialer Be-	Benachteili-
			$\operatorname{nachteiligung})$	gung)
86_100	UH_SN_86_10	0 UH_SH_86_100	UN_SN_86_100	UN_SH_86_100
$61\_85$	UH_SN_61_85	UH_SH_61_85	UN_SN_61_85	UN_SH_61_85
$0_{60}^{-60}$	$UH_{SN}_{0}_{60}$	$UH_SH_0_{60}$	$UN_SN_0_60$	$UN_SH_0_60$

Tabelle 27: Konzeption der Gebietstypen

Eigene Darstellung.

In Tabelle 28 werden die zwölf Gebietstypen systematisch eingeordnet und beschrieben.

Tabelle 28: Beschreibung der Gebietstypen

Raumtyp	Indikator	Ausprägung	Beschreibung
UH_SN_ 86_100	Urbanismus Soz. Benachteil. Nahmobilitätswert	= niedrig	Statushohe, innerstädtische Wohnstandorte mit einem hohen Versorgungsgrad. Relevante Aktivitätsziele befinden sich in kurzer, fußläufiger Entfernung.
UH_SN_ 61_85	Urbanismus Soz. Benachteil. Nahmobilitätswert	_	Statushohe, an die Innenstadt angrenzende Wohnstandorte mit mittleren Versorgungsgrad. Relevante Aktivitätsziele befinden sich in mittlerer Entfernung; die Erreichbarkeit aller Aktivitätsziele zu Fuß ist im Alltag zum Teil eingeschränkt.
UH_SN_ 0_60	Urbanismus Soz. Benachteil. Nahmobilitätswert	0	Statushohe, eher am Rand etablierter städtischer Wohngegenden liegende Gebiete, z. T. Neubaugebiete. Alltagsrelevante Aktivitätsziele sind nur eingeschränkt zu Fuß erreichbar.
UH_SH_ 86_100	Urbanismus Soz. Benachteil. Nahmobilitätswert		Statusniedrige, innerstädtische Wohnstandorte mit einem hohen Versorgungsgrad. Relevante Aktivitätsziele befinden sich in kurzer, fußläufiger Entfernung.

UH_SH_ 61_85	Urbanismus = hoch Soz. Benachteil. = hoch Nahmobilitätswert 61 bis 85	Statusniedrige, an die Innenstadt angrenzende Wohnstandorte mit mittleren Versorgungsgrad. Relevante Aktivitätsziele befinden sich in mittlerer Entfernung; die Erreichbarkeit aller Aktivitätsziele zu Fuß ist im Alltag zum Teil eingeschränkt.
UH_SH_ 0_60	Urbanismus = hoch Soz. Benachteil. = hoch Nahmobilitätswert 0 bis 60	Statusniedrige, eher am Rand bestehender städtischer Wohngegenden liegende Gebiete. Alltagsrelevante Aktivitätsziele sind nur eingeschränkt zu Fuß erreichbar.
UN_SN_ 86_100	Urbanismus = niedrig Soz. Benachteil. = niedrig Nahmobilitätswert 86 bis 100	Statushohe, suburban gelegene Wohnstandorte mit einem hohen Versorgungsgrad. Relevante Aktivitätsziele befinden sich in kurzer, fußläufiger Entfernung. Standorte sind typischerweise die alten Ortskerne mit hohem Versorgungsgrad.
UN_SN_ 61_85	Urbanismus = niedrig Soz. Benachteil. = niedrig Nahmobilitätswert 61 bis 85	Statushohe, suburban gelegene Wohnstandorte mit mittleren Versorgungsgrad. Relevante Aktivitätsziele befinden sich in mittlerer Entfernung; die fußläufige Erreichbarkeit ist im Alltag eingeschränkt. Typische Standorte sind Ortskerne mit mittleren Versorgungsgrad oder Standorte, die an den Ortskern gut ausgestatteter Gemeinden angrenzen.
UN_SN_ 0_60	Urbanismus = niedrig Soz. Benachteil. = niedrig Nahmobilitätswert 0 bis 60	Statushohe, suburban gelegene Wohnstandorte mit niedrigem Versorgungsgrad. Relevante Aktivitätsziele befinden sich häufig nicht mehr in fußläufiger Entfernung. Typische Gebiete sind statushohe suburbane Wohngebiete mit reiner oder überwiegender Wohnnutzung.
UN_SH_ 86_100	Urbanismus = niedrig Soz. Benachteil. = hoch Nahmobilitätswert 86 bis 100	Statusniedrige, suburban gelegene Wohnstandorte mit einem hohen Versorgungsgrad. Relevante Aktivitätsziele befinden sich in kurzer, fußläufiger Entfernung. Standorte sind typischerweise die alten Ortskerne mit hohem Versorgungsgrad.

UN SH	Urbanismus	= niedrig	Statusniedrige, suburban gelegene
$61 \ 85$	Soz. Benachteil.	= hoch	Wohnstandorte mit mittleren
_	Nahmobilitätswei	${ m ct}61~{ m bis}85$	Versorgungsgrad. Relevante
			Aktivitätsziele sind nur eingeschränkt
			fußläufig erreichbar. Typische Standorte
			sind Ortskerne mit mittleren
			Versorgungsgrad oder Standorte, die an
			den Ortskern gut ausgestatteter
			Gemeinden angrenzen.
UN_SH_	Urbanismus	= niedrig	Statusniedrige, suburban gelegene
$0\_60$	Soz. Benachteil.	= niedrig	Wohnstandorte mit niedrigem
	Nahmobilitätswei	rt 0 bis 60	Versorgungsgrad. Relevante
			Aktivitätsziele befinden sich häufig nicht
			mehr in fußläufiger Entfernung. Typische
			Gebiete sind statusniedrige suburbane
			Wohngebiete mit reiner oder
			überwiegender Wohnnutzung.

### Eigene Darstellung.

Durch die Bildung von Gebietstypen ist eine ausreichende Differenzierung der Mikrolage innerhalb der jeweiligen Untersuchungsstädte möglich. Es wird erwartet, dass sich ein hoher Urbanismuswert sowie eine niedrige soziale Benachteiligung positiv auf den Angebotspreis auswirken.<sup>79</sup> Der erwarte Einfluss der Nahmobilität ist in den zuvor genannten Hypothesen beschrieben (Abschnitt 2.6). Die berechneten Gebietstypen werden in der Analyse als Dummy-Variablen berücksichtigt.

### Migration

Der Einfluss des Indikators "Migration" ist unbestimmt, da Migration erst im Zusammenspiel mit anderen Faktoren einen positiven oder negativen Einfluss entfalten kann. Eine hohe Migration in statushohen urbanen Gebieten deuten auf das Vorhandensein von hochqualifizierten ausländischen Fachkräften hin, in statusniedrigen urbanen Gebieten hingegen eher auf geringqualifizierte Einwohner mit vielfältigen sozialen Problemlagen (Gutfleisch, 2007, S. 39ff.). Es wird daher erwartet, dass die Variable MIGRATION aufgrund ihres bipolaren Charakters einen neutralen Einfluss auf den Angebotspreis ausübt.

### 3.1.3.2.3 Marktbedingungen

### Angebotszeitpunkt

Der zweijährige Untersuchungszeitraum von 01.07.2008 bis 30.06.2010 umfasst vier Halbjahre. Marktbedingte Preissteigerungen werden durch Dummy-Variablen berücksichtigt. Die Kaufpreise für Wohneigentum sind in den Untersuchungsstädten im gewählten Zeitraum überwiegend gestiegen (vgl. BBSR, 2011; Accentro, 2012, S. 27), weshalb für die Angebotspreise eine vergleichbare Entwicklung angenommen wird. Es

Vgl. Bates (2006, S. 9f.), Rothenberg et al. (1991, S. 249ff.), Just (2010, S. 8) und Coffee et al. (2013).

wird erwartet, dass die Dummys II\_2008, I\_2009, II\_2009, I\_2010 einen positiven Einfluss auf die abhängige Variable ausüben.

### 3.1.4. Fazit

In dieser Arbeit werden 21 verschiedene Datenquellen verwendet, darunter die Angebotsdaten von IS24 sowie weitere Daten, die für die Konzeption des Nahmobilitätsindikators oder der Sozialraumanalyse benötigt werden. Die verwendeten Datensätze sowie abgeleiteten Daten sind auf Basis verschiedener Prüfphasen plausibel, bestehende Restriktionen werden genannt. Die Ergebnisse der Prüfphasen und die Annahmen bei der Imputation fehlender Werte sind für die einzelnen Datensätze im Anhang A dokumentiert. Aufbauend auf theoretischen Überlegungen erfolgte eine Auswahl von relevanten Variablen für die spätere ökonometrische Analyse. Die unabhängigen Variablen sind erstens freie Variablen sowie Kontrollvariablen, die nicht im Fokus dieser Arbeit stehen. Im Erkenntnisinteresse dieser Arbeit stehen zweitens die zwölf abgeleiteten Gebietstypen, um die Leitfrage dieser Arbeit beantworten zu können. Die Konzeption der ökonometrischen Modelle und die Beschreibung des erwarteten Einfluss der Variablen werden im nächsten Abschnitt dargestellt.

# 3.2. Modellbildung und Konzeption der ökonometrischen Modelle

### 3.2.1. Modellbildung und Gang der Untersuchung

Auf Basis theoretischer Überlegungen hinsichtlich des Angebotspreisfestsetzungsprozesses entspricht das SDM-Modell am besten dem unbekannten DGP und wurde daher für die ökonometrische Analyse ausgewählt. Erweiterte Einblicke werden durch das GWR-Modell erwartet, das OLS-Modell wird aus pragmatischen Gründen in die ökonometrische Analyse übernommen. Aufgrund der spezifischen Vor- und Nachteile der Modelle werden diese komplementär verwendet, um räumliche Prozesse besser verstehen zu können. Die OLS-, GWR- und SDM-Modelle werden mit der Toolbox von ELHORST (2013), aufbauend auf der Spatial Econometric Toolbox von Lesage berechnet (Anhang A.6). Die ökonometrischen Modelle werden einerseits auf Stadtteil-/Ortsbezirksebene gemeinsam für die Städte Frankfurt, Wiesbaden und Köln und andererseits auf Stadtviertelebene in Köln als Robustheitstest berechnet. Auf diese Weise kann auch auf das Problem der veränderbaren Gebietseinheit getestet werden, da die Analyse sowohl auf Stadtteil- als auch auf Stadtviertelebene durchgeführt wird. Anschließend werden die Modelle dahingehend überprüft, ob diese Gültigkeit besitzen (z.B. Homoskedastizität der Residuen) und anhand statistischer Kennzahlen verglichen (z. B. AICc). Diejenigen Modelle, die den unbekannten DGP am besten beschreiben, werden ausführlicher beschrieben und Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen diesen diskutiert. Für die SDM-Modelle werden vorab drei Gewichtungsmatrizen definiert, die später auch zur Berechnung des Moran's I bei den OLS-Modellen benutzt werden. Bei dispers verteilten Standorten der Untersuchungsobjekte eignet sich zur Bestimmung der Gewichtungsmatrix der knächste-Nachbarn-Algorithmus, damit jeder Fall die gleiche Anzahl an Nachbarn aufweist. Die Nachbarschaftsdefinitionen im SDM-Modell werden a priori mit k = 5, k = 10 sowie k=15 bestimmt. Die untere Spanne (k=5) wird dadurch begründet, dass Verkäufer bei der Angebotspreisfestsetzung eine Mindestanzahl an Vergleichsobjekten bei der Entscheidungsfindung berücksichtigen, die obere Spanne (k=15) durch die begrenzten Informationskapazitäten des Verkäufers. Die Nachbarn werden nicht distanzgewichtet. Jeder k-nächste-Nachbar erhält das Gewicht 1, alle anderen das Gewicht 0. Die nicht symmetrische Gewichtungsmatrix wird anschließend standardisiert. Die Gewichtungsmatrizen werden in Abhängigkeit der einbezogenen Nachbarn mit W5, W10 und W15 bezeichnet. Es ist zu beachten, dass diese zwischen den Modellen nicht identisch sind. Die Gewichtungsmatrizen werden ebenfalls für die Berechnung Moran´s I der OLS-Modelle verwendet. Die Gewichtungsmatrizen der GWR-Modelle werden mittels Optimierungsverfahren durch das Modell selbst bestimmt.

### 3.2.2. Konzeption der ökonometrischen Modelle

Für die Konzeption der ökonometrischen Modelle ergibt sich aufbauend auf den zuvor beschriebenen Überlegungen sowohl für Wohnungen als auch für Häuser folgendes ökonometrisches Grundmodell:

$$AP = f(OM, ML, MB) + \epsilon \tag{3.1}$$

Der Angebotspreis (AP) ist damit eine Funktion von Objektmerkmalen (OM), der Mikrolage (ML) und aktuellen Marktbedingungen (MB) zum Untersuchungszeitpunkt. Das Residuum  $\epsilon$  ist zufällig verteilt. Aufbauend auf diesem Grundmodell werden die in dieser Arbeit verwendeten OLS-, SDM- und GWR-Modelle und die verwendeten Indikatoren und Variablen in den Tabellen 29 und 30 für Wohnungen und in den Tabellen 31 und 32 für Häuser beschrieben. Bei den SDM-Modellen findet zusätzlich eine Unterscheidung hinsichtlich der verwendeten Gewichtungsmatrix statt.

Das Referenzobjekt in der ökonometrischen Analyse ist bei den folgenden Tabellen oben genannt.

Tabelle 29: Konzeption der ökonometrischen Modelle – Wohnungen: OLS\_W | SDM\_W\_W5W | SDM\_W\_W10W | SDM\_W\_W15W | GWR\_W

Modell Wohnungen | Abhängige Variable: APREIS\_QM\_LOG

Referenzkategorie: BAK\_AB\_2007, TYP\_WOHNUNG, OZID\_KEINE\_ANGABE, UH\_SN\_86\_100, II\_2008, KOELN

Dimension	Indikator	Variable	Variablentyp	Beschreibung	Einfluss
	Wohnfläche	WOHNFLAECHE_LOG	Metrisch	Wohnfläche in qm (Log)	+
		OZID_BESTAND	Dummy	1 = Bestand	O
	Objektzustand	OZID_ERSTBEZUG	Dummy	1 = Erstbezug	+
		OZID_RENOVIERUNG	Dummy	1 = Renovierungsbedürftig	-
		GEHOBEN_LUXUS	Dummy	1 = Gehoben/ Luxus	+
	Balkon	BALKON	Dummy	1= Balkon vorhanden	+
	Objekttyp	LOFT_PENTHOUSE	Dummy	1 = Loft bzw. Penthouse	+
Objekt-	Modernisiert	MODERNISIERT _BAUJAHR_2000		1 = Modernisiert/erbaut nach 2000	+
merkmale		BAK_BIS_1918	Dummy	1 = Baujahr bis 1918	-
		BAK_1919_48	Dummy	1 = Baujahr 1919 bis 1948	-
		BAK_1949_57			-
		BAK_1958_68	Dummy	1 = Baujahr 1958 bis 1968	-
	Baualtersklasse	BAK_1969_78	Dummy	1 = Baujahr 1969 bis 1978	-
		BAK_1979_83	Dummy	1 = Baujahr 1979 bis 1983	-
		BAK_1984_94	Dummy	1 = Baujahr 1984 bis 1994	-
		BAK_1995_01 Dummy 1 = Baujahr 1995 bis 2001		-	
		BAK_2002_06	Dummy	1 = Baujahr 2002 bis 2006	-
	Migration	MIGRATION	Metrisch	Migrationsindikator (0 bis 100)	О
		UH_SN_61_85	Dummy	$1 = UH_SN_61_85$	-
	Gebietstyp	UH_SN_0_60	Dummy	$1 = UH_SN_0_{60}$	-
		UH_SH_86_100 Dummy 1 = UH_SH_86_100		1 = UH_SH_86_100	-
		UH_SH_61_85		$1 = UH_SH_61_85$	-
Milmalana		UH_SH_0_60 Dummy 1 = UH_SH_0_60		-	
Mikrolage		UN_SN_86_100	Dummy $1 = UN_SN_86_100$		-
		UN_SN_61_85	51_85 Dummy 1 = UN_SN_61_85		-
		UN_SN_0_60	Dummy $1 = UN_SN_0_60$		-
		UN_SH_86_100	Dummy	$1 = UN_SH_86_100$	-
		UN_SH_61_85	Dummy	$1 = UN_SH_61_85$	-
		UN_SH_0_60	Dummy	$1 = UN_SH_0_60$	-
Markt- bedingungen	Angebotszeitraum	I_2009	Dummy	1 = Einstellungsdatum 01.01 30.06.2009	+
		II_2009	Dummy	1 = Einstellungsdatum 01.07 31.12.2009	+
		I_2010	Dummy	1 = Einstellungsdatum 01.01 30.06.2010	+
		Nur bei OL	S-Modell		
Markt-		FRANKFURT	Dummy	1 = Stadt Frankfurt	+
bedingungen	Stadt	WIESBADEN	Dummy	1 = Stadt Wiesbaden	+

Tabelle 30: Konzeption der ökonometrischen Modelle – Wohnungen\_Köln: OLS\_WK | SDM\_WK\_W5WK | SDM\_WK\_W10WK | SDM\_WK\_W15WK | GWR\_WK

Modell Wohnungen | Abhängige Variable: APREIS\_QM\_LOG

Referenzkategorie: BAK\_AB\_2007, TYP\_WOHNUNG, OZID\_KEINE\_ANGABE, UH\_SN\_86\_100, II\_2008

Dimension	Indikator	Variable	Variablentyp	Beschreibung	Einfluss
	Wohnfläche	WOHNFLAECHE_LOG	Metrisch	Wohnfläche in qm (Log)	+
		OZID_BESTAND	Dummy	1 = Bestand	O
	Objektzustand	OZID_ERSTBEZUG	Dummy	1 = Erstbezug	+
		OZID_RENOVIERUNG	Dummy	1 = Renovierungsbedürftig	-
		GEHOBEN_LUXUS	Dummy	1 = Gehoben/ Luxus	+
	Balkon	BALKON	Dummy	1= Balkon vorhanden	+
	Objekttyp	LOFT_PENTHOUSE	Dummy	1 = Loft bzw. Penthouse	+
Objekt-	Modernisiert	MODERNISIERT _BAUJAHR_2000	Dummy	1 = Modernisiert/erbaut nach 2000	+
merkmale		BAK_BIS_1918	Dummy	1 = Baujahr bis 1918	-
		BAK_1919_48	Dummy	1 = Baujahr 1919 bis 1948	-
		BAK_1949_57	Dummy	1 = Baujahr 1949 bis 1957	-
		BAK_1958_68	Dummy	1 = Baujahr 1958 bis 1968	-
	Baualtersklasse	BAK_1969_78	Dummy	1 = Baujahr 1969 bis 1978	-
		BAK_1979_83	Dummy	1 = Baujahr 1979 bis 1983	-
		BAK_1984_94	Dummy	1 = Baujahr 1984 bis 1994	-
		BAK_1995_01	Dummy	1 = Baujahr 1995 bis 2001	-
		BAK_2002_06	Dummy	1 = Baujahr 2002 bis 2006	-
	Migration	MIGRATION	Metrisch	Migrationsindikator (0 bis 100)	O
	Gebietstyp	UH_SN_61_85	Dummy	$1 = UH_SN_61_85$	-
		UH_SN_0_60	Dummy	$1 = UH_SN_0_{60}$	-
		UH_SH_86_100	Dummy	1 = UH_SH_86_100	-
		UH_SH_61_85		-	
Mikrolage		UH_SH_0_60 Dumm		$1 = UH\_SH\_0\_60$	-
Wikiblage		UN_SN_86_100	Dummy	$1 = UN_SN_86_100$	-
		UN_SN_61_85	Dummy	$1 = UN_SN_61_85$	-
		UN_SN_0_60	Dummy	$1 = UN\_SN\_0\_60$	-
		UN_SH_86_100	Dummy	$1 = UN_SH_86_100$	-
		UN_SH_61_85	Dummy	$1 = UN_SH_61_85$	-
		UN_SH_0_60	Dummy	1 = UN_SH_0_60	-
Morlet	Angebotszeitraum	I_2009	Dummy	1 = Einstellungsdatum 01.01 30.06.2009	+
Markt- bedingungen		II_2009	Dummy	1 = Einstellungsdatum 01.07 31.12.2009	+
		I_2010	Dummy	1 = Einstellungsdatum 01.01 30.06.2010	+

Tabelle 31: Konzeption der ökonometrischen Modelle – Wohnungen: OLS\_H | SDM\_H\_W5H | SDM\_H\_W10H | SDM\_H\_W15H | GWR\_H

Modell Haus | Abhängige Variable: APREIS\_LOG

 $Referenzkategorie:\ BAK\_AB\_2007,\ TYP\_EFH,\ OZID\_KEINE\_ANGABE,\ UH\_SN\_86\_100,\ II\_2008,\ KOELN$ 

Dimension	Indikator	Variable	Variablentyp	Beschreibung	Einflus
	Wohnfläche	WOHNFLAECHE_LOG	Metrisch	Wohnfläche in qm (Log)	+
	Grundfläche	GRUNDFLAECHE_LOG	CHE_LOG Metrisch Grundfläche in qm (L		+
		OZID_BESTAND	Dummy	1 = Bestand	O
		OZID_ERSTBEZUG	Dummy	1 = Erstbezug	+
	Objektzustand	OZID_RENOVIERUNG	Dummy	1 = Renovierungsbedürftig	-
		GEHOBEN_LUXUS	Dummy	1 = Gehoben/ Luxus	+
	Objekttyp	TYP_RH_DH	Dummy	1 = Reihen- / Doppelhaus	-
		TYP_VILLA	Dummy	1 = Villa	+
		TYP_SONSTIGE_ HAEUSER	Dummy	1 = Sonstige Häuser	О
Objekt-		MODERNISIERT	_	1 = Modernisiert/erbaut nach	
merkmale	Modernisiert	_BAUJAHR_2000	Dummy	2000	+
		BAK_BIS_1918	Dummy	1 = Baujahr bis 1918	_
		BAK_1919_48	Dummy	1 = Baujahr 1919 bis 1948	_
		BAK_1949_57	Dummy	1 = Baujahr 1949 bis 1957	_
		BAK_1958_68	Dummy	1 = Baujahr 1958 bis 1968	-
	Baualtersklasse	BAK_1969_78	Dummy	1 = Baujahr 1969 bis 1978	_
		BAK_1979_83	Dummy	1 = Baujahr 1979 bis 1983	-
		BAK_1984_94	Dummy	1 = Baujahr 1984 bis 1994	-
		BAK_1995_01	Dummy	1 = Baujahr 1995 bis 2001	_
		BAK_2002_06	Dummy	1 = Baujahr 2002 bis 2006	_
	Migration	MIGRATION	Metrisch	Migrationsindikator (0 bis 100)	0
		UH_SN_61_85	Dummy	1 = UH_SN_61_85	_
	Gebietstyp	UH_SN_0_60	Dummy	1 = UH_SN_0_60	_
		UH_SH_86_100	Dummy	1 = UH_SH_86_100	_
		UH_SH_61_85	H_SH_61_85 Dummy 1 = UH_SH_61_85		-
N #*1 1		UH_SH_0_60	Dummy	$1 = UH_SH_0_60$	-
Mikrolage		UN_SN_86_100	Dummy	$1 = UN_SN_86_100$	-
		UN_SN_61_85	Dummy	1 = UN_SN_61_85	-
		UN_SN_0_60	Dummy	$1 = UN_SN_0_{60}$	-
		UN_SH_86_100	Dummy	$1 = UN_SH_86_100$	-
		UN_SH_61_85	Dummy	$1 = UN_SH_61_85$	-
		UN_SH_0_60	Dummy	$1 = UN_SH_0_60$	-
Mode	Angebotszeitraum	I_2009	Dummy	Dummy $1 = \text{Einstellungsdatum } 01.01$ $30.06.2009$	
Markt- bedingungen		II_2009	Dummy	1 = Einstellungsdatum 01.07 31.12.2009	+
		I_2010	Dummy	1 = Einstellungsdatum 01.01 30.06.2010	+
		Nur O	LS		
Markt-		FRANKFURT	Dummy	1 = Stadt Frankfurt	+
bedingungen	Stadt	WIESBADEN	Dummy	1 = Stadt Wiesbaden	+

Tabelle 32: Konzeption der ökonometrischen Modelle – Wohnungen\_Köln: OLS\_HK | SDM\_HK\_W5HK | SDM\_HK\_W10HK | SDM\_HK\_W15HK | GWR\_HK

Modell Haus | Abhängige Variable: APREIS\_LOG

Referenzkategorie: BAK\_AB\_2007, TYP\_EFH, OZID\_KEINE\_ANGABE, UH\_SN\_86\_100, II\_2008

Dimension	Indikator	Variable	Variablentyp	Beschreibung	Einfluss
	Wohnfläche	WOHNFLAECHE_LOG	Metrisch	Wohnfläche in qm (Log)	+
	Grundfläche	GRUNDFLAECHE_LOG	Metrisch	Grundfläche in qm (Log)	+
		OZID_BESTAND	Dummy	1 = Bestand	O
	Objektzustand	OZID_ERSTBEZUG	Dummy	1 = Erstbezug	+
		OZID_RENOVIERUNG	Dummy	1 = Renovierungsbedürftig	-
		GEHOBEN_LUXUS	Dummy	1 = Gehoben/ Luxus	+
		TYP_RH_DH	Dummy	1 = Reihen- / Doppelhaus	-
	Ob. 1. 1.	TYP_VILLA Dummy 1 = Villa		+	
0111	Objekttyp	TYP_SONSTIGE_ HAEUSER	Dummy	1 = Sonstige Häuser	O
Objekt-	M 1	MODERNISIERT	ъ.	1 = Modernisiert/erbaut nach	
merkmale	Modernisiert	_BAUJAHR_2000 Dummy		2000	+
		BAK_BIS_1918	Dummy	1 = Baujahr bis 1918	-
		BAK_1919_48	Dummy	1 = Baujahr 1919 bis 1948	-
		BAK_1949_57	Dummy	1 = Baujahr 1949 bis 1957	-
	Baualtersklasse	BAK_1958_68	Dummy	1 = Baujahr 1958 bis 1968	-
		BAK_1969_78	Dummy	1 = Baujahr 1969 bis 1978	-
		BAK_1979_83	Dummy	1 = Baujahr 1979 bis 1983	-
		BAK_1984_94	Dummy	1 = Baujahr 1984 bis 1994	-
		BAK_1995_01	Dummy	1 = Baujahr 1995 bis 2001	-
		BAK_2002_06	Dummy	1 = Baujahr 2002 bis 2006	-
	Migration	MIGRATION	Metrisch	Migrationsindikator (0 bis 100)	О
	Gebietstyp	UH_SN_61_85	Dummy	$1 = UH_SN_61_85$	-
		UH_SN_0_60	Dummy	$1 = UH_SN_0_{60}$	-
		UH_SH_86_100	Dummy	1 = UH_SH_86_100	-
		UH_SH_61_85	Dummy	$1 = UH_SH_61_85$	-
Mikrolage		UH_SH_0_60	Dummy	$1 = UH_SH_0_60$	-
wiikiolage		UN_SN_86_100	Dummy	$1 = UN_SN_86_100$	-
		UN_SN_61_85	Dummy	$1 = UN_SN_61_85$	-
		UN_SN_0_60	Dummy	$1 = UN\_SN\_0\_60$	-
		UN_SH_86_100	Dummy	$1 = UN_SH_86_100$	-
		UN_SH_61_85	Dummy	$1 = UN_SH_61_85$	-
		UN_SH_0_60	Dummy	$1 = UN\_SH\_0\_60$	-
Markt- bedingungen	Angebotszeitraum	I_2009	Dummy	1 = Einstellungsdatum 01.01 30.06.2009	+
		II_2009	Dummy	1 = Einstellungsdatum 01.07 31.12.2009	+
		I_2010	Dummy	1 = Einstellungsdatum 01.01 30.06.2010	+

# 4. Deskriptive und ökonometrische Analyse

In Abschnitt 4.1 wird zunächst die Auswahl der Untersuchungsräume begründet. Die Ergebnisse der konzipierten Nahmobilitätsindikatoren sowie der Sozialraumanalyse werden in den beiden Abschnitten 4.2 und 4.3 genannt. In Abschnitt 4.4 erfolgt die deskriptive Beschreibung des Datensatzes und es wird überprüft, inwiefern dieser für die ökonometrische Analyse in Abschnitt 4.5 geeignet ist.

### 4.1. Auswahl und Beschreibung der Untersuchungsräume

### 4.1.1. Auswahl und Stadtprofil der Untersuchungsstädte

Für die Berechnung eines Nahmobilitätsindikators sind insbesondere Einzelhandelsdaten notwendig. Diese können in ausreichender Qualität und Quantität grundsätzlich nur durch Unternehmen bereitgestellt werden, die Einzelhandelsdaten gebietsübergreifend nach einheitlichen Kriterien erheben. Dabei sind insbesondere Einzelhandelsanalysen ab dem Jahr 2008 und für Städte ab 50.000 Einwohner von Interesse, da die Bedeutung des Fußverkehrs in Städten größer ist und vor allem dort ein Einfluss auf Immobilienpreise erwartet wird. Auf der Basis dieser Auswahlkriterien kamen bei der Gesellschaft für Markt- und Absatzforschung mbH (GMA), die sich bereit erklärte für diese Arbeit Einzelhandelsdaten zur Verfügung zu stellen, neun Städte in die engere Auswahl, wobei vier von ihnen ebenfalls Teilnehmerstädte der Innerstädtischen Raumbeobachtung (IRB) sind. Diese sind besonders geeignet, da die IRB-Daten für die Sozialraumanalyse benötigt werden. Eine der vier ausgewählten Städte erteilte keine Freigabe für die IRB-Daten und wurde daher aus der Analyse ausgeschlossen. 81 Trotz der genannten Einschränkungen bei der Auswahl werden die ausgewählten Städte Frankfurt am Main, Köln und Wiesbaden als geeignete Untersuchungsräume angesehen. Bezüglich der nationalen Bedeutung ihrer Immobilienmärkte klassifiziert die BulwienGesa AG (11.12.2012) die Städte Frankfurt und Köln als zwei von sieben A-Standorten, die Stadt Wiesbaden ist einer von 14 B-Standorten. Eine vergleichbare Einstufung erfolgt durch den IVD (2010), der alle drei Untersuchungsstädte als Top-10 Wohnstandorte in Deutschland klassifiziert. Es ist damit zu konstatieren, dass die Immobilienmärkte der Städte Frankfurt, Köln und Wiesbaden geeignete Untersuchungsräume darstellen, obwohl die Auswahl unter pragmatischen Gesichtspunkten erfolgte.

Köln hat etwa 1 Mio. Einwohner, Frankfurt etwa 680.000 und Wiesbaden 275.000. Der Ausländeranteil liegt in Wiesbaden und Köln bei etwa 17%, in Frankfurt mit knapp 25%

Die Daten der IRB werden zwar zentral durch das BBR/BBSR erhoben, für die Weitergabe dieser Daten ist allerdings die Erlaubnis der jeweiligen Teilnehmerstadt erforderlich.

etwas höher. Der Anteil der Personen mit Migrationshintergrund ist dagegen in Frankfurt niedriger (13%) als in Köln (17%) und Wiesbaden (31%). Da die Abgrenzung der beiden Gruppen Ausländer und Migranten schwierig ist, werden diese Gruppen gemeinsam betrachtet. Der Anteil ist in Wiesbaden mit 49% am höchsten und in Köln mit 34% am geringsten. Die Städte haben eine leicht über dem Bundesdurchschnitt liegende Arbeitslosenquote von 8–10%, der Anteil von Transferleistungsempfängern nach SGB II (ca. 11%) deutet ebenfalls auf eine vergleichbare Sozialstruktur der Untersuchungsstädte hin. Die verfügbaren Einkommen sind auf einem ähnlichen Niveau und reichen von 19.350 Euro in Frankfurt bis 20.500 Euro in Wiesbaden. Wie die Sozialraumanalyse später zeigen wird, sind die sozioökonomischen Unterschiede innerhalb der Städte größer als zwischen den Städten (Abschnitt 4.3).

Die drei Untersuchungsstädte haben weiter eine vergleichbare Wohnungsmarktstruktur und ein ähnliches Immobilienpreisniveau. Etwa die Hälfte der Haushalte sind Einpersonenhaushalte und die durchschnittliche Haushaltsgröße liegt bei ca. 1,9 Personen. Die Einpersonenhaushalte konzentrieren sich in den Innenstädten, während Familien eher am Stadtrand wohnen. Allgemein wird für einen funktionierenden Immobilienmarkt eine Fluktuationsreserve von 3% für Umzüge und Modernisierungsmaßnahmen als notwendig erachtet (SPARS, 2011, S. 458). Die daraus resultierende Wohnraumversorgungsquote von 103% wird in keiner Stadt erreicht (Tab. 33). In Frankfurt und Wiesbaden ist sogar eine absolute Unterversorgung festzustellen, da es weniger Wohnungen als Haushalte gibt. Dies weist darauf hin, dass die Wohnungsmärkte in allen drei untersuchten Städten angespannt sind, was bei der späteren Einordnung der ökonometrischen Ergebnisse zu beachten ist. 83 Die Immobilienpreise in den drei Städten sind im bundesweiten Vergleich auf einem sehr hohen Niveau, die Unterschiede zwischen den drei Städten sind mit Ausnahme der Einfamilienhauspreise in Köln gering. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die drei Untersuchungsstädte im Hinblick auf sozioökonomische Merkmale, der Immobilienmarktsituation und dem Immobilienpreisniveau vergleichbar sind und damit – trotz vorhandener Differenzen – für diese Arbeit einen homogenen Untersuchungsraum darstellen.<sup>84</sup> Bei allen Gemeinsamkeiten zeigt die Analyse der Stadtteile/Ortsbezirke, dass innerhalb der Untersuchungsstädte größere strukturelle Unterschiede bestehen. Diese Heterogenität wird in der vorliegenden Arbeit nicht im Detail vorgestellt, sondern im Rahmen der Sozialraumanalyse zusammenfassend beschrieben (Abschnitt 4.3). Bei Interesse an einzelnen Indikatoren auf Stadtteilebene wird auf die in Tabelle 33 angebenen Primärquellen oder die meist jährlich publizierten Statistischen Berichte der Städte verwiesen.

Das Statistisches Bundesamt (2013, S. 360) zeigt die schwierige statistische Abgrenzung zwischen beiden Gruppen auf. Es ist möglich, dass in den Städten heterogene Definitionen von "Migranten" verwendet werden, da keine gesetzlich verbindliche Definition existiert.

Diese quantitative Beobachtung wird durch das EU-Projekt "Urban Audit" qualitativ bestätigt, bei dem eine Bevölkerungsumfrage in 22 deutschen Städten zur Lebensqualität durchgeführt wurde. Die Teilnehmer wurden u. a. danach befragt, wie leicht es ist "eine gute Wohnung zu einem vernünftigen Preis zu finden" (Verband Deutscher Städtestatistiker, 2008, S. 161). In den Städten Köln, Frankfurt und Wiesbaden sind ca. 75% der Befragten mit der Situation unzufrieden. Höhere Werte erzielen nur die fünf Städte Konstanz (90%), Heidelberg (89%), München (88%), Freiburg (85%) und Stuttgart (83%). Auf eher entspannte Wohnungsmärkte weisen die niedrigen Zustimmungswerte in den Städten Leipzig (20%), Dortmund (33%) oder Berlin (40%) hin.

Diese Schlussfolgerung wird auch durch die Publikation "Raumabgrenzungen und Raumtypen des BBSR" (BBSR, 2012b) bestätigt. Die drei Untersuchungsstädte werden z.B. beim Raumtyp, dem Siedlungsstrukturtyp oder Wohnungs- und Arbeitsmarktregionstyp meist gleich oder ähnlich klassifiziert. Beim Wohnungsmarktregionstyp werden alle drei Städte als wachsend eingeordnet.

Tabelle 33: Deskriptive Darstellung der drei Untersuchungsstädte Frankfurt, Köln und Wiesbaden

Variablen	Frankfurt	Köln	Wiesbaden
$(Stand\ 2009)$			
Bevölkerung $^{(1)}$	679.000	1.019.000	275.000
$Stadtteile/Ortsbezirke^{(1)}$	46	86	26
$Ausländeranteil^{(1)}$	$25{,}2\%$	16,9%	$17,\!5\%$
Deutsche mit	$13,\!1\%$	16,9%	$31,\!5\%$
$Migrationshintergrund^{(4,5,7)}$	,	,	,
Arbeitslosenquote bezogen auf alle	$8,\!4\%$	$10,\!6\%$	$8,\!2\%$
zivilen Erwerbspersonen <sup>(1)</sup>			
Personen mit Bezug von SGB	$10,\!4\%$	$11,1\% \ (2008)$	$11,\!2\%$
II-Leistungen <sup>(1)</sup>		, , ,	
Verfügbares Einkommen <sup>(4,5,7)</sup>	19.350 €	20.298 €	20.573 €
$Haushalte^{(4,5,7)}$	366.000	530.000	141.000
Wohnungen $(4,5,7)$	360.000	535.000	140.000
Wohnversorgungsquote	98%	101%	99%
(Wohnungen/Haushalte)			
Einpersonenhaushalte <sup>(1)</sup>	$53,\!2\%$	$50,\!1\%$	$46,\!2\%$
Durchschnittliche Haushaltsgröße	1,85	1,88	1,98
(Einwohner/Wohnung)	,	,	,
Kaufpreis freistehendes EFH (125 qm	380.000 €	310.000 €	380.000 €
Wohnfläche) mit Garage, ortsübliches			
Grundstück, mittlerer Wohnwert <sup>(2)</sup>			
Kaufpreis freistehendes EFH (150 qm	540.000 €	425.000 €	k. A.
Wohnfläche) mit Garage, ortsübliches			
Grundstück, guter Wohnwert <sup>(2)</sup>			
Kaufpreis Reihenmittelhaus (100 qm	280.000 €	280.000 €	$270.000 \in$
Wohnfläche) ohne Garage, mittlerer			
Wohnwert $^{(2)}$			
Wohnung (70 qm Wohnfläche),	1.500 €/qm	1.600 <b>€</b> /qm	1.500 <b>€</b> /qm
$mittlerer Wohnwert (Bestand)^{(2)}$			
Wohnung (70 qm Wohnfläche), guter	$2.150 \ \text{@/qm}$	2.100 €/qm	2.200 €/qm
Wohnwert (Bestand) $^{(2)}$			
Wohnung (70 qm Wohnfläche), sehr	$3.000~ \P/qm$	3.000 €/qm	$2.850 \ \text{@/qm}$
guter Wohnwert (Bestand) $^{(2)}$			
Kauffälle EFH, RH, DH <sup>(3,6,7)</sup>	594	1.865	167(2008)
Kauffälle Eigentumswohnungen <sup>(3,6,7)</sup>	2.871	6.299	1.103(2008)

Eigene Darstellung. Quellen:

<sup>[1]</sup> IRB-Daten BBR

<sup>[2]</sup> IVD (2010)

<sup>[3]</sup> GUTACHTERAUSSCHUSS FÜR GRUNDSTÜCKSWERTE IN DER STADT KÖLN (2010)

<sup>[4]</sup> STADT KÖLN (2010)

<sup>[5]</sup> Stadt Frankfurt am Main - Der Magistrat (2010a)

<sup>[6]</sup> Gutachterausschuss für Grundstückswerte in der Stadt Frankfurt (2010)

<sup>[7]</sup> LANDESHAUPTSTADT WIESBADEN (2010)

## 4.1.2. Darstellung der administrativen Gebietsabgrenzungen in den Untersuchungsstädten

Im Folgenden wird die Stadtgliederung der drei Untersuchungsstädte beschrieben und grafisch dargestellt, um die Ergebnisse der Nahmobilitätsanalyse, der Sozialrraumanalyse und der ökonometrischen Analyse einordnen zu können.

### Frankfurt

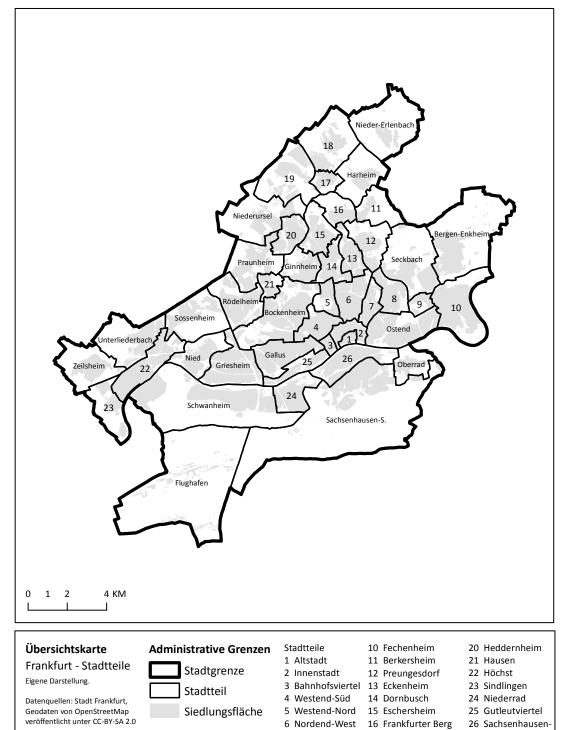
Die Stadt Frankfurt gliedert sich in 16 Ortsbezirke, 46 Stadtteile und 121 Stadtbezirke, wobei sich die Abgrenzung der Stadtteile meist an historischen Grenzen orientiert (Abb. 15). Daten der innerstädtischen Raumbeobachtung stehen auf Stadtteilebene zur Verfügung. Das Stadtzentrum bilden die Stadtteile Altstadt und Innenstadt sowie die angrenzenden Viertel. Frankfurt ist stark mit ehemals selbstständigen Gemeinden zusammengewachsen, sodass eigenständige Siedlungsbereiche vor allem im nördlichen Stadtgebiet (z. B. Nieder-Erlenbach, Harheim, Nieder-Eschenbach) sowie im östlichen und westlichen Bereich des Stadtgebietes (z. B. Zeilsheim, Sindlingen, Bergen-Enkheim, Seckbach) zu finden sind. Die Darstellung der Siedlungsflächen wurde auf der Basis von OSM-Daten selbst berechnet und basiert auf den OSM-Nutzungen Wohnen, Industriefläche, Geschäftsfläche, Friedhof, Kleingärten und Gebäude.

### Köln

Die Stadt Köln gliedert sich in neun Stadtbezirke, 86 Stadtteile und 371 Stadtviertel (Abb. 16). Die Kernstadt bildet der Stadtbezirk Innenstadt mit den vier Stadtvierteln Altstadt (Süd/Nord) und Neustadt (Süd/Nord). Im vergangenen Jahrhundert sind viele ehemals eigenständige Ortschaften mit der Kernstadt verwachsen und bilden heute eine gemeinsame Siedlungsfläche. Dennoch blieben am Rande des Stadtgebietes eigenständige Siedlungseinheiten erhalten (z. B. Langel, Libur, Worringen, Esch/Auweiler). Größere Neubauvorhaben werden aufgrund des Siedlungsdrucks und des begrenzten Flächenangebots in der Kernstadt ebenfalls in diesen Gebieten verwirklicht. Das große Neubauprojekt Prima Colonia in Widdersdorf ist hierbei hervorzuheben. Die grafische Darstellung der Siedlungsflächen beruht auf Shapefiles, welche die Stadt Köln zur Verfügung stellt (Nutzung: "Stadtviertelgrenzen"). Auf eine kartografische Darstellung der Stadtviertel mit Bezeichnung der einzelnen Stadtviertel wird verzichtet.

#### ${f Wiesbaden}$

Die Stadt Wiesbaden gliedert sich in 26 Ortsbezirken (Abb. 17), für die Daten der innerstädtischen Raumbeobachtung zur Verfügung stehen. Die Kernstadt bilden die sechs Stadtteile Mitte, Nordost, Rheingauviertel, Südost, Westend sowie Klarenthal. Die anderen 20 Ortsbezirke waren früher eigenständige Orte, deren Siedlungsbereiche heute mit der Kernstadt verwachsen sind oder bilden wie die östlichen Ortsbezirke weiterhin eigenständige Siedlungsbereiche. Die Stadt Wiesbaden unterteilt die 26 Ortsbezirke in 143 Planungsräume, deren Darstellung unterbleibt, da statistische Daten für die Sozialraumanalyse nicht zur Verfügung stehen. Die grafische Darstellung der Siedlungsflächen beruht auf Shapefiles, welche die Stadt Wiesbaden zur Verfügung stellt (Nutzung: "Siedlungsfläche")



7 Nordend-Ost

8 Bornheim

9 Riederwald

17 Bonames

18 Nieder-Eschenbach

19 Kalbach-Riedberg

Nord

Abbildung 15: Übersichtskarte der Stadt Frankfurt

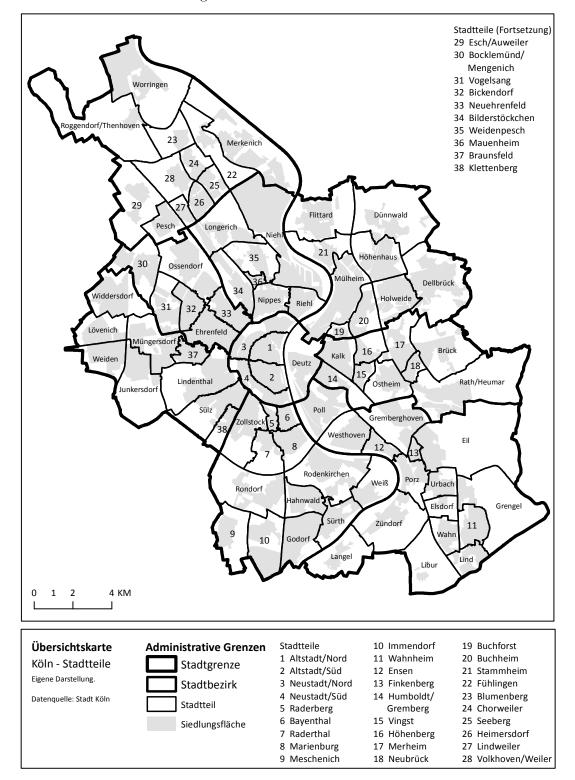


Abbildung 16: Übersichtskarte der Stadt Köln

Rambach Nordost Klarentha Dotzheim Bierstadt Nordenstadt Erbenheim Schierstein Biebrich Delkenheir Kostheim 1 2 4 KM Übersichtskarte **Administrative Grenzen** Ortsbezirke 1 Mitte Wiesbaden - Ortsbezirke Stadtgrenze 2 Westend, Bleichstraße Eigene Darstellung. 3 Rheingauviertel, Hollerborn Ortsbezirke 4 Sonnenberg Datenquelle: Stadt Wiesbaden Siedlungsfläche 5 Heßloch 6 Auringen 7 Kloppenheim 8 Medenbach 9 Breckenheim

Abbildung 17: Übersichtskarte der Stadt Wiesbaden

### 4.2. Ergebnisse der Nahmobilitätsindikatoren

Im Folgenden werden die Ergebnisse der drei konzipierten Nahmobilitätsindikatoren ("Allgemein", "Familie", "Freizeit") beschrieben. Eine detaillierte Einordnung der Nahmobilitätswerte im Kontext des Themenfeldes Wohnen erfolgt bei der deskriptiven Darstellung der Angebotsdaten unter Punkt 4.4.1.

## 4.2.1. Darstellung und Beschreibung des allgemeinen Nahmobilitätsindikators in den Untersuchungsstädten

### Frankfurt

Die Frankfurter Innenstadt ist von einem sehr hohen Nahmobilitätsniveau geprägt, von dort nehmen die Nahmobilitätswerte Richtung Stadtrand ab. Zudem werden viele umliegende Orte (z. B. Fechenheim, Bergen-Enkheim, Nieder-Eschenbach, Sindlingen) als grüne Punkte dargestellt<sup>85</sup>, die auf hohe Nahmobilitätswerte und damit auf eine gute fußläufigen Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele hindeuten (Abb. 18). Einzelne, weiter entfernte Ortsteile, z.B. Harheim oder Nieder-Erlenbach weisen nur eine hellgrüne Färbung auf, was auf niedrigere Nahmobilitätswerte hindeutet. Insgesamt lässt sich feststellen, dass alle Wohnsiedlungsflächen Frankfurts hohe bis sehr hohe Nahmobilitätswerte haben. Bauflächen für die gewerbliche Nutzung (z.B. Industriepark Hoechst, Gewerbegebiet Am Martinszehnten) weisen hingegen niedrige Nahmobilitätswerte auf. Wider Erwarten werden für den Frankfurter Flughafen trotz der hohen Dichte an Einzelhandels- und Gastronomiegeschäften nur geringe Nahmobilitätswerte ermittelt. Dies ist auf zwei Gründe zurückzuführen: erstens beinhaltet die Aktivitätsfunktion noch weitere Ziele, wie beispielsweise Schulen und Kindergärten, die dort nicht vorhanden sind, zweitens lautet die Adresse aller erfassten Ziele "Terminal 1" oder "Terminal 2". Aufgrund der Georeferenzierung befinden sich damit alle Ziele in nur zwei Punkten, was den tatsächlichen Nahmobilitätswert falsch wiedergibt. Da jedoch am Flughafen keine Wohnbebauung vorhanden ist, ergeben sich trotz der "falschen" Berechnung des Nahmobilitätsindikators für diese Arbeit keine Nachteile. 86 Der Nahmobilitätsindikator "Allgemein" gibt die Siedlungsstruktur der Mainmetropole somit gut wieder.

### Köln

Die Kölner Wohnsiedlungsflächen sind überwiegend durch hohe Nahmobilitätswerte geprägt, die auf eine gute fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele schließen lassen (Abb. 19). Mithilfe des Nahmobilitätsindikators ist die polyzentrische Struktur der Stadt mit vielen Nebenzentren klar erkennbar. Insbesondere die Kernstadt bildet einen annähernd konzentrischen Kreis mit hohen Nahmobilitätswerten. Eine Ausnahme bildet der stark durch Industriegebiete geprägte Stadtteil Niehl mit niedrigen Nahmobilitätswerten. Die Vororte weisen heterogene Muster auf. In einigen Vororten ist eine gute bis sehr gute Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele gegeben (z. B. Dünnwald, Finkenberg, Lövenich, Porz, Rath/Heumar, Urbach, Weiden) während in anderen Stadtteilen die fußläufige Erreichbarkeit sehr eingeschränkt bis nicht mehr gegeben ist

 $<sup>^{85}</sup>$  In Anlehnung an das Ampelsystem sind hohe Nahmobilitätswerte grün und niedrige rot.

<sup>&</sup>lt;sup>86</sup> Dieses Beispiel verdeutlicht, dass die Interpretation des Nahmobilitätsindikators im Kontext weiterer Informationen erfolgen muss.

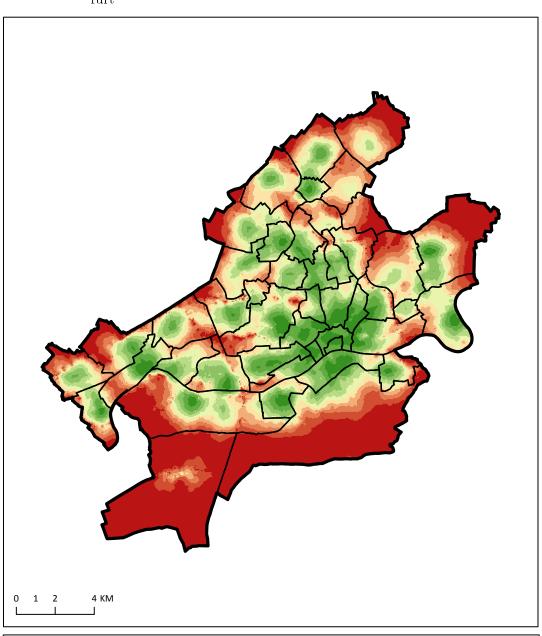
(z.B. Esch/Auweiler, Godorf, Gremberghoven, Hahnwald, Immendorf, Libur, Merkenich). Diese Gebiete fördern eine eher autoorientierte Lebensweise. Das Ergebnis des Nahmobilitätsindikators "Allgemein" entspricht damit den Erwartungen und bildet die Siedlungsstruktur der Stadt Köln gut ab.

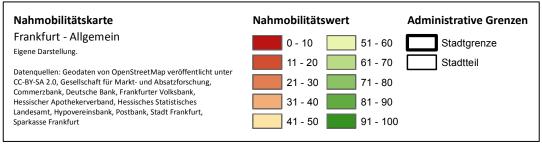
### Wiesbaden

In Wiesbaden weisen insbesondere die Kernstadt, Mainz-Kostheim, Erbenheim, Nordenstadt, Breckenheim sowie Naurod hohe Nahmobilitätswerte auf (Abb. 20). Die gute Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele in der Kernstadt ist aufgrund vielfältiger Einkaufsmöglichkeiten zu erwarten gewesen. Im dem von geringer baulicher Dichte geprägten östlichen Stadtrand (z. B. Hainerberg, Aukammtal, Bierstädter Höhe) sind aufgrund fehlender alltagsrelevanter Aktivitätsziele niedrigere Nahmobilitätswerte zu verzeichnen. In den ebenfalls eher locker bebauten Ortsbezirken Frauenstein, Auringen, Medenbach, Igstadt, Kloppenheim sowie Heßloch sind alltagsrelevante Aktivitätsziele fußläufig nur eingeschränkt erreichbar und deuten auf eine eher autoorientierte Lebensweise hin. Per Nahmobilitätsindikator "Allgemein" bildet damit das lokale Nahmobilitätsniveau in den einzelnen Wiesbadener Ortsbezirken gut ab.

Der Flugplatz Wiesbaden sowie die stadtnah gelegene Deponie Dyckerhoffbruch weisen erwartungsgemäß ebenfalls einen sehr niedrigen Nahmobilitätswert auf. Da es sich bei beiden Fällen nicht um Wohnsiedlungsbereiche handelt, werden diese im Folgenden nicht weiter betrachtet.

Abbildung 18: Ergebnis des Nahmobilitätsindikators "Allgemein" für die Stadt Frankfurt





4 KM

Abbildung 19: Ergebnis des Nahmobilitätsindikators "Allgemein" für die Stadt Köln

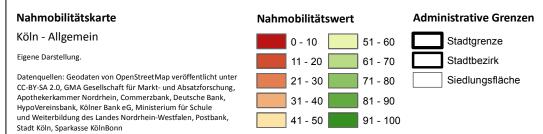
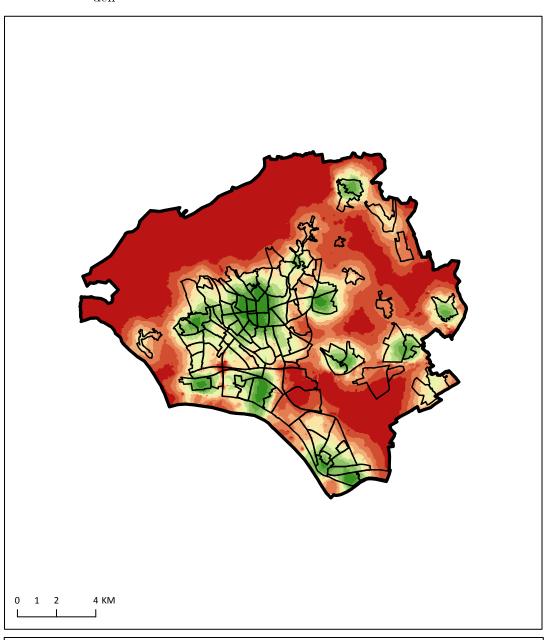
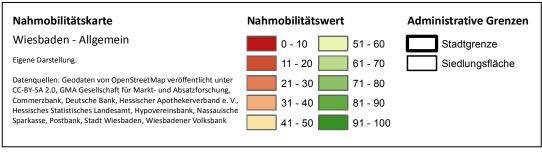


Abbildung 20: Ergebnis des Nahmobilitätsindikators "Allgemein" für die Stadt Wiesbaden





### 4.2.2. Zielgruppenspezifische Unterschiede der Nahmobilitätsindikatoren basierend auf den Aktivitätsfunktionen "Familie" und "Freizeit"

Die drei für die Untersuchungsstädte konzipierten Nahmobilitätsindikatoren haben ähnliche Nahmobilitätswerte zur Folge, da diese bei Auswahl und Gewichtung einzelner Aktivitätsziele (z. B. Einkaufen, Park) übereinstimmen. Von besonderem Interesse ist es jedoch zu ermitteln, in welchen Gebieten die zielgruppenspezifischen Indikatoren "Familie" und "Freizeit" zu abweichenden Werten führen und damit beispielsweise für Familien besonders attraktiv sind. Bei der kartografischen Darstellung der Ergebnisse werden Flächen mit einem Nahmobilitätswert unter 50 als weiße Flächen dargestellt, da bei niedrigen Werten die fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele grundsätzlich eingeschränkt ist. Bei nur geringen Unterschieden (±3) zwischen beiden Indikatoren, wird die Fläche ebenfalls weiß dargestellt. Farbige Flächen deuten damit auf Gebiete hin, in denen erstens eine fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele vorhanden ist und die zweitens für Zielgruppen mit spezifischen Bedürfnissen eine besondere Standortgunst aufweisen.

### Frankfurt

In Frankfurt sind insbesondere Teile der Alt- und Innenstadt, des Bahnhofsviertels, im Ostend und in Oberrad für Haushalte mit einer freizeitorientierten Lebensweise geeignet (Abb. 21). Die Alt- und Innenstadt sowie das Bahnhofsviertel sind zentrale Einkaufslagen in Frankfurt mit einem breiten Warenangebot. Im Ostend konzentrieren sich um die Hanauer Landstraße Wohnsiedlungsbereiche, die durch Freizeitnutzungen geprägt sind. Diese bildet eine attraktive Nebenlage mit einem breiten Warenangebot an Outlet-Geschäften sowie mit zahlreichen Bars, Kneipen und Clubs. Gebiete im suburbanen Raum und Vororte (z. B. Nieder-Erlenbach, Harheim, Frankfurter Berg, Seckbach, Riederwald, Fechenheim, Nied, Griesheim) sind für Familien besonders geeignet. Die Ergebnisse sind nachvollziehbar und spiegeln damit die Standortbedürfnisse einzelner Zielgruppen wider, die sich bevorzugt im urbanen oder im suburbanen Raum niederlassen.

### Köln

In Köln verteilen sich viele kleine freizeitorientierte Siedlungsflächen über das gesamte Stadtgebiet (Abb. 22) und deuten auf eine polyzentrische Stadtstruktur mit vielen attraktiven Nebenzentren für freizeitorientierte Haushalte hin. Freizeitorientierte Siedlungsgebiete befinden sich insbesondere in den Stadtteilen Rodenkirchen und Zündorf. Der nördliche Teil Rodenkirchens und der rechtsrheinische Stadtteil Zündorf sind stadtbekannte Ausflugsziele mit zahlreichen Gaststätten, Freizeitmöglichkeiten und der Nähe zur Natur. Das Gebiet im ehemaligen Arbeiterviertel Ehrenfeld ist durch eine kleinteilige Mischung von Wohnen, Gewerbe und Gastronomie geprägt und daher ebenfalls für Familien attraktiv. Der Ortsbezirk Innenstadt weist mit der Ausnahme eines kleinen Gebiets in der Altstadt/Nord, keine besondere Eignung für freizeitorientierte Haushalte auf, da die Bedürfnisse verschiedener Zielgruppen gleichermaßen gut befriedigt werden. Stadtteile, die an das Stadtzentrum (Altstadt/Süd, Neustadt/Nord, Neustadt/Süd, Deutz) angrenzen, sind für Familien besonders geeignet, da die Wohnwünsche einer relativ ruhigen Wohnlage mit einer guten nahräumlichen Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele kombiniert werden können. Weitere für Familien beson-

ders geeignete Stadtteile sind zum Beispiel Braunsfeld, Höhenhaus, Merheim, Neubrück Roggendorf/Thenhoven sowie Widdersdorf. In Köln gibt es innerhalb des Stadtgebiets dispers verteilte Wohngegenden, die für spezifische Zielgruppen eine besonders hohe Standortgunst aufweisen.

### Wiesbaden

In Wiesbaden haben nur nördlich des Hauptbahnhofes gelegene Gebiete sowie Teile von Kostheim-Mitte eine besondere Standortgunst für freizeitorientierte Haushalte (Abb. 23). Insgesamt sind nur wenige Gebiete vorhanden, die objektiv für freizeitorientierte Haushalte besonders attraktiv erscheinen. Für Familien sind die westlich der Kernstadt gelegene Ortsbezirke (z. B. Dotzheim, Rheingauviertel, Hollerborn, Klarenthal, Schierstein, Biebrich), die Ortsbezirke Südost, Sonnenberg, Kostheim, Erbenheim, Breckenheim, Nordenstadt sowie Delkenheim besonders geeignet. In einigen östlich gelegenen Ortsbezirken (z. B. Auringen, Medenbach, Igstadt, Kloppenheim) ist die fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele hingegen eingeschränkt, sodass Familien im Alltag meist auf einen Pkw oder den ÖPNV angewiesen sind. Es ist anzunehmen, dass diese Gebiete eine autoorientierte Lebensweise fördern.

### 4.2.3. Korrelation der Nahmobilitätsindikatoren

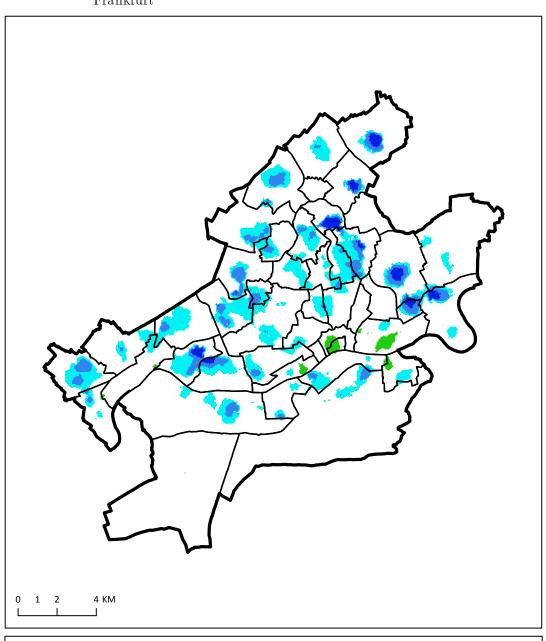
Die Korrelationsanalyse der drei Nahmobilitätsindikatoren "Allgemein", "Familie" und "Freizeit" untersucht die Stärke des Zusammenhangs zwischen diesen. Die bivariaten Pearson-Korrelationskoeffizienten sind signifikant (p < 0.05) und erreichen Werte zwischen r = 0,988 und r = 0,996 (Tab. 34). Nach Schendera (2008, S. 15) drücken "Werte um  $\pm 1$  [...] einen perfekten linearen Zusammenhang aus". Trotz der oben beschriebenen Differenzen, die teilräumlich zwischen den einzelnen Indikatoren auftreten, sind die Indikatoren global betrachtet substituierbar. 88 Dieses Ergebnis ist zum Teil zu erwarten gewesen, da die Nahmobilitätsindikatoren eine sehr hohe Übereinstimmung hinsichtlich der ausgewählten Aktivitätsziele aufweisen. Die Konzeption deutlich divergierender Aktivitätsfunktionen oder zielgruppenspezifischer Distanzfunktionen<sup>89</sup> wäre allerdings auf Basis der analysierten empirischen Studien nicht gerechtfertigt gewesen (Punkt 2.3.3). Als vorläufiges Ergebnis dieser Arbeit lässt sich damit erstens feststellen, dass für die meisten Nahmobilitätsanalysen eine allgemeine Aktivitätsfunktion ausreichend ist. Zweitens, zielgruppenspezifische Nahmobilitätsindikatoren können dazu genutzt werden, Gebiete mit besonderer Standortgunst für bestimmte Zielgruppe zu identifizieren.<sup>90</sup>

Die Überprüfung anderer Korrelationen, beispielsweise die Nahmobilitätswerte nur von Wohnungen oder Häusern führen zu einem vergleichbaren Ergebnis, weshalb auf eine Darstellung verzichtet wird.

Mit Kenntnis weiterer empirischer Studien über das Gehverhalten sowie die Gehgeschwindigkeit verschiedener Zielgruppen könnten in weiteren Studien zielgruppenspezifische Distanzfunktionen abgeleitet werden.

Die Konzeption der zielgruppenspezifischen Aktivitätsfunktionen orientierte sich an den Bedürfnissen haushaltsbildender Zielgruppen (Singles, Paare ohne Kinder, Familien). Es ist allerdings anzunehmen, dass auch die Konzeption anderer zielgruppenspezifischer Aktivitätsfunktionen, z. B. für Studenten oder Rentner, zu vergleichbaren Ergebnissen geführt hätte, da auch für diese im Alltag die Nähe zu Lebensmittelgeschäften oder Einkaufsmöglichkeiten von hoher Bedeutung ist.

Abbildung 21: Zielgruppenspezifische Unterschiede der Nahmobilitätsindikatoren basierend auf den Aktivitätsfunktionen "Freizeit" und "Familie" in der Stadt Frankfurt



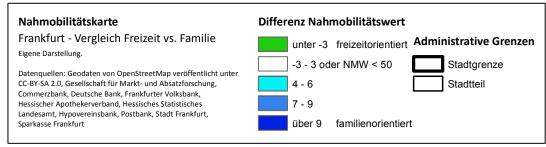
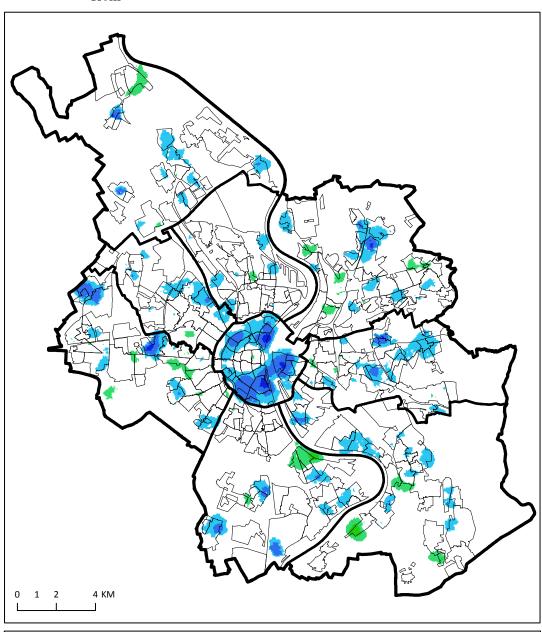


Abbildung 22: Zielgruppenspezifische Unterschiede der Nahmobilitätsindikatoren basierend auf den Aktivitätsfunktionen "Freizeit" und "Familie" in der Stadt Köln



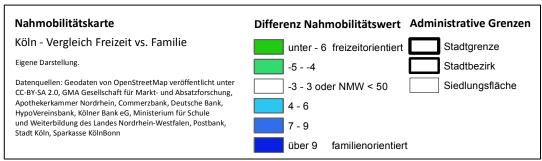
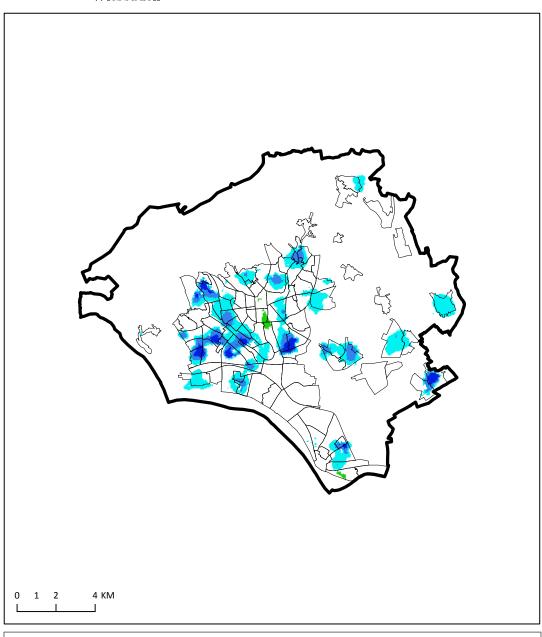
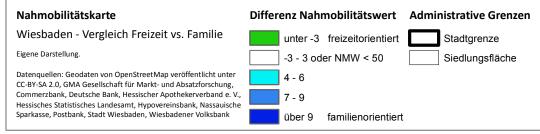


Abbildung 23: Zielgruppenspezifische Unterschiede der Nahmobilitätsindikatoren basierend auf den Aktivitätsfunktionen "Freizeit" und "Familie" in der Stadt Wiesbaden





N=25.941 (Wohnungen: 17.489, Häuser: 8.452)	,Allgemein"	"Familie"	"Freizeit"
"Allgemein"	1		
"Familie"	0,996	1	
"Freizeit"	0,994	$0,\!988$	1

Tabelle 34: Pearson-Korrelationskoeffizienten der konzipierten Nahmobilitätsindikatoren

Alle Korrelationen sind auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant. Eigene Darstellung.

Für die späteren ökonometrischen Analysen lässt sich aufgrund der hohen Korrelationskoeffizienten weiter feststellen, dass alle drei konzipierten Nahmobilitätindikatoren zu vergleichbaren Ergebnissen führen. Dies liegt darin begründet, dass es zum einen nur wenige Gebiete gibt, in denen überhaupt nennenswerte Unterschiede zwischen den Indikatoren beobachtet werden können. Zum anderen werden durch die Verwendung von drei Nahmobilitätsniveaus im Rahmen der ökonometrischen Analyse über 99% der Fälle bei allen drei Nahmobilitätsindikatoren dem gleichen Nahmobilitätsniveau zugeordnet. Daher sind keine signifikanten Unterschiede zwischen den Regressionsmodellen zu erwarten. Aus diesem Grund wird im Rahmen der weiteren Analyse nur der Indikator "Allgemein" weiter verwendet und im Folgenden nur noch mit Nahmobilitätswert (NMW) abgekürzt.

### 4.2.4. Durchschnittliches Nahmobilitätsniveau in den Gebietstypen

In dieser Arbeit haben Wohnungen einen durchschnittlichen Nahmobilitätswert von 73 Punkten, bei Häusern liegt dieser etwa 12 Punkte niedriger bei 61 Punkten. Damit sind bei den angebotenen Wohnungen alltagsrelevante Aktivitätsziele durchschnittlich 560 m und bei den angebotenen Häusern 735 m entfernt, wobei aber deutliche Unterschiede zwischen den Raumtypen bestehen. In allen Raumtypen sind die durchschnittlichen Nahmobilitätswerte für Wohnungen höher als für Häuser (Tab. 35), weshalb im Allgemeinen die fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele bei Wohnungen besser ist als bei Häusern. Die durchschnittliche Entfernung zu alltagsrelevanten Einrichtungen beträgt für Häuser in Raumtypen mit hoher Urbanität etwa 580 m bis 650 m und in Raumtypen mit niedriger Urbanität etwa 715 m bis 780 m. Bei Wohnungen beträgt die durchschnittliche Entfernung zu alltagsrelevanten Einrichtungen in Raumtypen mit hoher Urbanität etwa 430 m bis 510 m und in Raumtypen mit niedriger Urbanität etwa 685 m bis 720 m. Obwohl diese absoluten Differenzen zwischen den Raumtypen auf den ersten Blick gering erscheinen, nutzen Haushalte beispielsweise beim Einkauf einen Pkw ab 400 m schon zu 19%, ab 600 m zu 24% und ab 800 m schon zu 44%(BMVBS, 2011b, S.21). Damit einhergehend reduziert sich zunehmend der Anteil der muskelbasierten Fortbewegung (Rad, zu Fuß) zu Gunsten der Pkw-Nutzung. Daraus lässt sich ableiten, dass suburbane Gebiete (UN) eine autoorientierte Lebensweise fördern bzw. die Nutzung eines eigenen Pkw für eine selbstbestimmte Mobilität oftmals voraussetzen. Raumtypen mit hoher Urbanität sind meistens nahmobilitätsorientierte Standorte und fördern das Zufußgehen bei der Verkehrsmittelwahl.

Raumtypen	$egin{aligned} \operatorname{Gesamt} \ (\mathrm{N} = 25.941) \end{aligned}$	Wohnungen $(N=17.489)$	$ m H\ddot{a}user \ (N=8.452)$
UH_SN	77	78	68
UH_SH	81	83	73
UN_SN	60	63	57
UN_SH	64	66	62

Tabelle 35: Durchschnittlicher Nahmobilitätswert in den vier Gebietstypen

Umrechnung der berechneten Nahmobilitätswerten NMW\_ALLGEMEIN in metrische Entfernungen: 55 (825 m), 60 (750 m), 65 (685 m), 70 (615 m), 75 (545 m), 80 (470 m), 85 (395 m).

Eigene Darstellung.

Die beobachteten Differenzen bei den Nahmobilitätswerten weisen sowohl bei den Wohnungen als auch bei den Häusern auf plausible Zusammenhänge mit den berechneten Indikatoren der Sozialraumanalyse hin (Tab. 36). Die Mittelwertdifferenz beim Indikator "Soziale Benachteiligung" beträgt zwischen den Ausprägungen "hoch" und "niedrig" bei Wohnungen etwa einen halben Punkt und bei Häusern 4 Punkte. Die Erreichbarkeit von alltagsrelevanten Versorgungseinrichtungen ist damit weitestgehend unabhängig vom sozialen Status eines Gebietes. Die Mittelwertdifferenz beim Indikator "Migration" beträgt bei Wohnungen ca. 11 Punkte und bei Häusern 9 Punkte sowie beim Indikator "Urbanismus" ca. 15 Punkte bei den Wohnungen und 11 Punkte bei den Häusern. Urbane Gebiete mit hohen Werten beim Indikator "Migration" haben die höchsten und suburbane Gebiete mit niedrigen Werten beim Indikator "Migration" die niedrigsten Nahmobilitätswerte. Die höheren Werte beim Indikator Urbanität sind damit erklärbar, dass nach BRACHER (2011, S. 276) Urbanität auch durch die Begriffe Dichte und Nutzungsvielfalt beschrieben werden kann und die Erreichbarkeit alltagsrelevanter Ziele Bestandteil der Definition von Urbanität ist. <sup>91</sup>

Hohe Nahmobilitätswerte beim Indikator "Migration" lassen sich damit erklären, dass Migranten und Zuzügler meist urbane funktionsgemischte Innenstadtquartiere als Wohnstandorte präferieren. Diese Annahme wird durch die "StadtLeben"-Untersuchung plausibilisiert (BECKMANN & WITTE, 2006, S. 223 ff.). So unterscheiden die Autoren einerseits die Gebietstypen "Verdichtete Innenstadtviertel als Eingangsquartiere" sowie "Innenstadtrandgebiete vor dem Umbruch" und andererseits die Gebietstypen "Periphere Eigenheimquartiere in der Kernstadt", "Suburbane Hauptorte im Umland" und "Suburbane Eigenheimgebiete im Umland", die Ähnlichkeiten mit den Gebietstypen dieser Arbeit aufweisen. Die beiden erst genannten Quartiere zeichnen sich durch eine relativ hohe Migration<sup>92</sup> und eine gute Infrastruktur aus. Innenstadtviertel sind bevorzugte Wohnstandorte für Neuzuziehende. Die drei letztgenannten Gebietstypen sind

In dieser Arbeit basiert der Indikator "Urbanismus" auf den Variablen "Anteil Einpersonenhaushalte", "Anteil MFH" und "Anteil der Bevölkerung unter 6 Jahren". Nach dieser Definition bezieht sich der Begriff Urbanität nicht nur die Bebauungs- sondern auch auf die Bewohnerstruktur. Aus diesem Grund gibt es in dieser Arbeit sowohl urbane Gebiete mit niedrigen Nahmobilitätswerten und suburbane Gebiete mit hohen Nahmobilitätswerten. Damit liegt keine Tautologie zwischen dem Indikator "Urbanismus" und dem Nahmobilitätsindikator vor.

<sup>&</sup>lt;sup>92</sup> Migration bedeutet in diesem Sinne eine hohe Zahl an Zu- und Wegzügen.

durch eine eher geringe Migration, eine geringe Nutzungsmischung und monofunktionale Wohngebiete geprägt.

Tabelle 36: Mittelwertunterschiede der Nahmobilitätswerte bei den Indikatoren der Sozialraumanalyse

	Hoch	Niedrig	Mittelwertdifferenz
$ \hline \textbf{Wohnungen (N = 17.489)} $			
Indikator "Soziale	74,1	$73,\!5$	0,6
Benachteiligung"			
Indikator "Urbanismus"	$79,\!4$	64,1	15,3
Indikator "Migration"	80,7	$69,\!4$	11,3
$ ext{H\"{a}user} \; ( ext{N} = 8.452)$			
Indikator "Soziale	63,7	$59,\!5$	$4,\!2$
Benachteiligung"			
Indikator "Urbanismus"	$68,\!8$	$58,\!3$	10,5
Indikator "Migration"	67,9	$59,\!4$	8,5

Die Mittelwertunterschiede bei allen Indikatoren sind auf dem 5%-Niveau signifikant. Eigene Darstellung.

## 4.2.5. Plausibilität der Ergebnisse

#### Modelle der Stadtstruktur

Die grafischen Ergebnisse der berechneten Nahmobilitätsindikatoren werden zur Plausibilitätskontrolle mit Modellen der Stadtstruktur verglichen. Nach dem Mehrkerne-Modell von Harris/Ullman existieren in größeren Städten neben dem Hauptgeschäftsbereich weitere periphere Geschäftszentren, an denen eine Häufung von Versorgungsund Infrastruktureinrichtungen zu beobachten ist (Heineberg, 2001, S. 93ff.). Die Wohngebiete unterscheiden sich hinsichtlich des sozialen Status, wobei sich mit der Zeit u.a. homogene "abgelegene [...] Quartiere für wohlhabende Bevölkerungsschichten" (Kurzrock, 2011, S. 724) entwickeln. Die grafischen Darstellungen der Nahmobilitätsindikatoren bilden die zuvor beschriebene Stadtstruktur umfassend ab, ebenfalls sind Nebenzentren gut erkennbar (Abb. 18, Abb. 19 und Abb. 20). So nimmt die Höhe der Nahmobilitätswerte tendenziell vom Hauptgeschäftsbereich Richtung Stadtrand ab, wobei kleinere Spitzen als Nebenzentren identifiziert werden können. Ebenfalls haben statushohe, von der Kernstadt abseits gelegene Gebiete häufig nur sehr niedrige Nahmobilitätswerte (z. B. Köln-Hahnwald, Wiesbaden-Heßloch, Frankfurt-Harheim). Die konzipierten Nahmobilitätsindikatoren entsprechen daher dem Mehrkerne-Modell von HARRIS/ULLMAN.

## Weitere empirische Untersuchungen zur Versorgungsstruktur in den Untersuchungsstädten

In den Untersuchungsstädten liegen für einzelne Stadtteile empirische Ergebnisse zum lokalen Nahmobilitätsniveau vor. Hierbei ist zu beachten, dass die dort angewandten Methoden entweder nicht für städteübergreifende Nahmobilitätsanalysen geeignet sind,

da diese auf Bevölkerungsbefragungen basieren, oder die Beschreibung der Ergebnisse beschränkt sich auf eine wörtliche Darstellung der Ist-Situation, sodass nicht von einem objektiven Nahmobilitätsindikator im Sinne dieser Arbeit gesprochen werden kann. Diese Studien können dennoch dazu genutzt werden, die Validität des Nahmobilitätsindikators zu überprüfen. Die "StadtLeben"-Studie aus dem Jahr 2006 untersuchte qualitativ die vorhandene Versorgungsinfrastruktur in ausgewählten Kölner Stadtteilen (Beckmann et al., 2006). Die wörtliche Beschreibung der "StadtLeben"-Studie sowie die quantitativen Nahmobilitätsindikatoren führen in den untersuchten Stadtteilen zu vergleichbaren Schlussfolgerungen (Abb. 24). In Frankfurt sollten ältere Bürger aus drei Stadtteilen den räumlichen Umriss ihres wahrgenommenen Quartiers einzeichnen, woraus die Autoren Oswald et al. (2013, S. 40f.) folgern, dass sich "/t/rotz relativ homogener Verteilung der Wohnorte über die ganzen Stadtteile [...] "geteilte Nachbarschaften" mit Schwerpunkten rund um die Versorgungs- und Erlebniszentren" ergeben. Die berechneten Nahmobilitätswerte bilden ebenfalls sehr gut diese "geteilten Nachbarschaften" ab. Für Wiesbaden sind keine vergleichbaren empirischen Studien bekannt. Aufgrund der hohen Übereinstimmung mit den beiden zuvor genannten empirischen Studien wird angenommen, dass die berechneten Nahmobilitätswerte valide sind.

Abbildung 24: Vergleich der Ergebnisse des Nahmobilitätsindikators mit weiteren empirischen Ergebnissen

#### Nahmobilitätsindikator



#### StadtLeben-Studie

#### Köln-Longerich

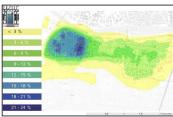
"Die Einkaufs- und Versorgungseinrichtungen sind überwiegend im 'Altort' angesiedelt. Freizeitqualitäten erhält das Quartier u. a. durch die öffentlichen Freiflächen [...] sowie durch vielfältige Freizeitangebote." (S. 45)

#### Köln-Esch

"Eine Grundversorgung für den täglichen Bedarf ist innerhalb des Ortes nur mit Einschränkungen möglich. [...] Esch ist ein typisches, autogerechtes Einfamilienhausgebiet, das vor allem für junge Familien attraktiv war und ist." (S. 46f.)

#### **Quartierswahrnehmung in Frankfurt**





"Können Sie den Bereich [...] einzeichnen, den Sie als Ihr Quartier verstehen?" (S. 40)

Je dunkler die Farbe (=blau), desto häufiger wurde das Gebiet von den Befragten eingezeichnet

Eigene Darstellung. Quelle: "StadtLeben"-Studie (BECKMANN ET Al., 2006); Studie "Quartierswahrnehmung in Frankfurt" (OSWALD ET Al., 2013).

#### 4.2.6. Fazit

Die Konzeption verschiedener Nahmobilitätsindikatoren mit unterschiedlichen Aktivitätsfunktionen führte in dieser Arbeit zu vergleichbaren Ergebnissen, da die Zielgruppen trotz aller Unterschiede hinsichtlich der täglichen Daseinsvorsorge Gemeinsamkeiten aufweisen (z. B. Lebensmittel, Bäcker, Restaurant). Eine weitere Differenzierung wäre möglich, falls zielgruppenspezifische Distanzfunktionen abgeleitet werden könnten, was auf Basis der bekannten empirischen Erhebungen nicht möglich ist (Punkt 2.3.2).

Die Ergebnisse der konzipierten Nahmobilitätsindikatoren deuten darauf hin, dass diese valide und zuverlässig das lokale Nahmobilitätsniveau in den Untersuchungsstädten abbilden. Die Ergebnisse für die Untersuchungsstädte stimmen mit den Modellen zur Stadtstruktur überein, da der Kernbereich sowie Nebenzentren gut erkennbar sind. Im suburbanen Raum werden vereinzelt Siedlungsbereiche identifziert, bei denen die fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele eingeschränkt oder nicht mehr gegeben ist. Damit ist in diesen Gebieten mittelbar auf eine eher autoorientierte Lebensweise zu schließen. Die deskriptive Beschreibung der durchschnittlichen Nahmobilitätswerte von Häusern und Wohnungen quantifiziert erstmals in Deutschland für größere Untersuchungsräume das Phänomen "Nahmobilität". Der Wert der Ergebnisse liegt weniger in den Erkenntnissen selbst, nämlich dass beispielsweise Wohnungen meist höhere Nahmobilitätswerte aufweisen als Häuser oder dass in urbanen Räumen das Nahmobilitätsniveau höher ist als in suburbanen Räumen. Vielmehr ermöglicht die Berechnung von durchschnittlichen Nahmobilitätswerten die Erklärung verschiedener Phänomene. So können bpsw. innerhalb einer Stadt Gebiete scharf abgegrenzt werden, die für den Fußverkehr eine besonders hohe Eignung aufweisen. Ebenfalls können die späteren Ergebnisse der ökonometrischen Analyse plausibilisiert und interpretiert werden.

## 4.3. Ergebnisse der Sozialraumanalyse

Die Sozialraumanalyse untersucht in den Dimensionen "Urbanismus", "Soziale Benachteiligung" und "Migration" positive bzw. negative Abweichungen einzelner Gebietseinheiten vom städtischen Mittelwert (Abschnitt 2.4). Bei einem Vergleich von Gebietseinheiten ist damit beispielsweise die Aussage "Die soziale Benachteiligung ist hoch" in Frankfurt und Wiesbaden einerseits gleich zu bewerten in der Hinsicht, dass der berechnete Indikatorwert im Untersuchungsgebiet über dem städtischen Mittelwert liegt. Andererseits ist aber kein Rückschluss auf einen absoluten Wert möglich. Die Sozialraumanalyse zeigt (Tab. 37), dass die Arbeitslosenquote (ALQ) und der Anteil der Sozialhilfeempfänger (SHE) für die Frankfurter und Kölner Stadtteile höher und die durchschnittliche Wahlbeteiligung (WAHLBE) niedriger als bei Wiesbadener Ortsbezirken ist. Alle drei Werte deuten auf eine insgesamt geringe absolute soziale Benachteiligung in Wiesbaden hin. Der höchste Anteil an Einpersonenhaushalten (EINPER) sowie an Mehrfamilienhäusern (MFH) findet sich in Frankfurt und der niedrigste in Wiesbaden. Der Anteil von Kindern unter 6 Jahren (EWUU6) ist in allen Städten etwa gleich hoch. Die Frankfurter Stadtteile sind durch eine hohe Zu- und Wegzugsquote (ZUWEG), einen hohen Ausländeranteil (AUSL) sowie einen geringen Bevölkerungsanteil Über-65-Jähriger (BEV65) geprägt. Die jeweiligen Werte der Kölner Stadtteile und Wiesbadener Ortsbezirke liegen zum Teil deutlich unter den Werten der Frankfurter Stadtteile. Die Sozialraumanalyse lässt somit strukturelle Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Untersuchungsstädte erkennen, die im Folgenden näher erläutert werden. In Köln wird die Sozialraumanalyse zusätzlich auf Stadtviertelebene durchgeführt, um anschließend die deskriptiven und ökonometrischen Ergebnisse auch im Hinblick auf das Problem der veränderbaren Gebietseinheit (MAUP) vergleichen zu können.

WAHLBE EWUU6 ALQ SHE EINPER MFH ZUWEG BEV65 AUSL Min. 1,5% 2,4% 57,0% 30,8% 2,7% 10,4% 19,3% 10,5% 8,1% FFM Ø 4.3% 11,0% 71.0% 50,5% 6.0% 51,5% 30.9% 25,2% 16,9% (Stadtteile) 8.7% 20.0% 82.9% 73.6% 9.8% 90.7% 23 3% Max 82.9% 52.2% 8,9% Min. 0,8% 0,0% 28,2% 3,5% 15,0% 3,5% 9,9% WI Ø 3.2% 8.5% 73.6% 39.8% 5.5% 35.7% 23.5% 13.4% 20.5% (Ortsbezirke) 6,8% 19,5% 86,0% 60,4% 8,7% 98,1% 43,1% 30,1% 28,9% Max Min. 0,9% 1,1% 43,3% 20,0% 3,14% 2,10% 14,5% 3,20% 6,1% KÖLN Ø 5,1% 11,7% 69,1% 43,2% 5,6% 39,2% 25,1% 15,9% 19,1% (Stadtteil) Max 5.5% 38.0% 71.1% 7.84% 93.0% 42.2% 37.9% 31.2% 0,0% 0.0% 0.0% 43.3% 3.2% 0.0% 2.1% 11.5% 2.8% Min. ΚÖ Ø 4,9% 11,1% 70,2% 45.5% 5,4% 45,2% 27,1% 16,3% 19,0% (Stadtviertel) Max 16.0% 47,4% 86.6% 78.0% 25,7% 93.0% 129.8% 70.7% 74,3%

Tabelle 37: Deskriptive Beschreibung der Variablen der Sozialraumanalyse

Eigene Darstellung. Datenquelle: Innerstädtische Raumbeobachtung des BBSR (Datengrundlage: Kommunalstatistiken der IRB-Städte/Statistik der Bundesagentur für Arbeit). 93

## Ergebnisse der Sozialraumanalyse für die Stadt Frankfurt auf Stadtteilebene

Die Sozialraumanalyse (Abb. 25) hat zum Ergebnis, dass die Stadtteile Bahnhofsviertel, Riederwald, Fechenheim, Gallus, Höchst und Sossenheim eine hohe und die Stadtteile Harheim, Nieder-Erlenbach, Westend-Süd, Kalbach-Riedberg und Nordend-Ost eine niedrige soziale Benachteiligung aufweisen. Stadtteile mit niedriger sozialer Benachteiligung sind insbesondere in den nördlichen und südlichen Stadtteilen zu finden. Statusniedrige Stadtteile befinden sich hingegen eher im Osten und Westen. Im Stadtzentrum ist eine Gemengelage beider Raumtypen vorzufinden. Hohe Urbanismuswerte haben erwartungsgemäß die innerstädtischen Stadtteile Bahnhofsviertel, Altstadt, Innenstadt, Gutleutviertel, Nordend-Ost und Ostend. Niedrige Urbanismuswerte haben insbesondere die Stadtteile Kalbach-Riedberg (Neubaugebiet) sowie Frankfurter Berg. Das Stadtgebiet von Frankfurt weist damit eine klare Trennung verschiedener Sozialraumtypen auf. Mittlere bis hohe Nahmobilitätswerte sind in der Altstadt/Innenstadt und in den angrenzenden Stadtteilen zu finden. Lokale Versorgungszentren sind über das gesamte Stadtgebiet verteilt, worauf die punktuell hohen Nahmobilitätswerte hindeuten. In den meisten Stadtteilen kann damit bei der Wohstandortsuche zwischen verschiedenen Nahmobilitätsniveaus gewählt werden. Die Ausnahmen von der Regel bilden die Stadtteile Harheim, Berkersheim und Frankfurter Berg, da diese ein niedriges Nahmobilitätsniveau aufweisen.

Anmerkung: Ein Vergleich dieser Daten mit den Daten in Tabelle 33 ist insbesondere bei den Variablen ALQ und SHE nur bedingt möglich, da diese sich auf unterschiedliche Grundgesamtheiten beziehen. Weiter werden in dieser Tabelle die Durchschnittswerte auf Ebene der Stadtteile/Ortsbezirke/Stadtviertel genannt, in Tabelle 33 hingegen auf gesamtstädtischer Ebene.

### Ergebnisse der Sozialraumanalyse für die Stadt Köln auf Stadtteilebene

Die Sozialraumanalyse der Kölner Stadtteile (Abb. 26) zeigt, dass insbesondere die Stadtteile Chorweiler und Finkenberg hohe Werte beim Indikator Soziale Benachteiligung aufweisen, während die Stadtteile Hahnwald, Lindenthal, Lövenich, Junkersdorf oder Fühlingen statushohe Stadtteile darstellen. Tendenziell weisen die sozial benachteiligten Gebiete eine Nordwest-Südost Tendenz auf. Stadtteile mit hohen Urbanismuswerten sind insbesondere in der Innenstadt zu finden sowie in den direkt angrenzenden linksrheinischen Stadtteilen wie Ehrenfeld, Lindenthal und Zollstock oder den rechtsrheinischen Stadtteilen Deutz, Kalk, Höhenberg, Humboldt/Gremberg oder Mühlheim. Die kartografische Darstellung verdeutlicht, dass Gebiete mit hohen Urbanismuswerten annähernd konzentrisch um die Innenstadt angeordnet sind, weiter entfernte Stadtteile haben tendenziell niedrige Urbanismuswerte (z.B. Widdersdorf, Blumenberg, Libur). Daneben können in den meisten Stadtteilen lokale Versorgungszentren identifiziert werden, da Bereiche mit hohen Nahmobilitätswerten punktuell über das gesamte Stadtgebiet verteilt sind. Die Ausnahme von der Regel bilden die suburbanen Stadtteile Roggendorf/Thenhoven, Fühlingen, Esch/Auweiler, Lindweiler, Gremberghoven, Immendorf sowie Godorf mit niedrigen Nahmobilitätswerten.

#### Ergebnisse der Sozialraumanalyse für die Stadt Köln auf Stadtviertelebene

Die Sozialraumanalyse der Kölner Stadtviertel (Abb. 27) weist Gemeinsamkeiten und auch zahlreiche Unterschiede zur Analyse auf Stadtteilebene auf (Abb. 26). Statushohe urbane Gebiete werden unabhängig von der räumlichen Untersuchungsebene weitgehend gleich zugeordnet. In diesem Raumtyp befinden sich etwa die Hälfte der angebotenen Wohnungen, sodass diese nicht vom Problem der veränderbaren Gebietseinheit (MAUP) betroffen sind. Bei den übrigen drei Raumtypen ist teilweise eine hohe Inkonsistenz zu beobachten. Beispielsweise werden auf Stadtteilebene zahlreiche suburbane Gebiete als statusniedrig bezeichnet, auf Stadtviertelebene sind hingegen nur punktuell wenige Bereiche betroffen. Ebenfalls ist festzustellen, dass die Dichotomie zwischen suburbanen und urbanen Räumen differenzierter ist, als die Ergebnisse auf Stadtteilebene andeuten.

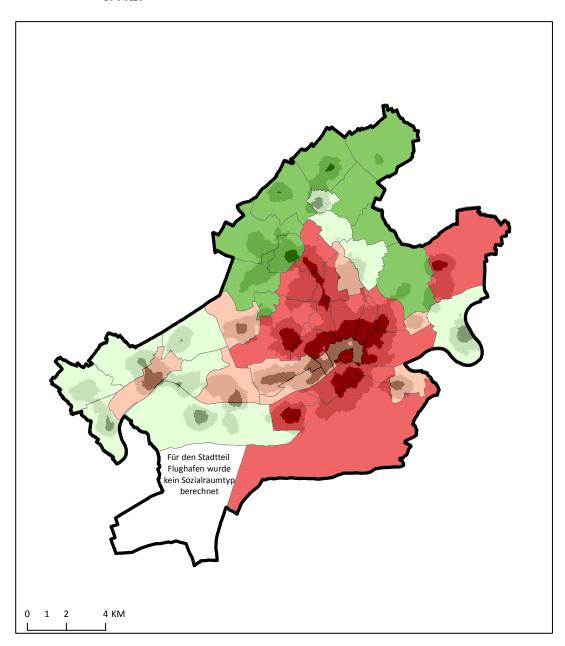
Chorweiler, eine Großwohnsiedlung aus den 1970er Jahren, wird beispielsweise als Stadtviertel mit niedriger Urbanität eingeordnet. Das Konstrukt "Urbanität" bezieht sich im Rahmen der Sozialraumanalyse nicht nur auf die Bebauungs-, sondern auch auf die Bewohnerstruktur. Die Bebauungsstruktur von Chorweiler ist einerseits durch Mehrfamilienhäuser geprägt (Indikatorwert MFH: 68,3). Andererseits ist der Anteil von Kleinkindern sehr hoch (Indikatorwert EWU6: 13,2) und der Anteil von Einpersonenhaushalten sehr niedrig (Indikatorwert EINPER: 11,0). Während der erste Wert auf urbane Strukturen hindeutet, sind die beiden letztgenannten Werte Merkmale suburbaner Räume. Im Ergebnis weist das Stadtviertel Chorweiler einen Urbanismuswert von 30,8 auf und wird dem suburbanen Raum zugeordnet. Auf Stadtteilebene hingegen wird das Stadtzentrum von Chorweiler den Erwartungen entsprechend als urban eingestuft.

Diese Analyse bestätigt damit das beobachtete Ergebnis von GUTFLEISCH (2007) in Frankfurt, dass mit einer höheren räumlichen Tiefe auch die Detailschärfe zunimmt. Auf aggregierter Ebene werden die beobachteten Unterschiede nivelliert und weisen auf das Problem des MAUP hin. Von dem Problem der inkonsistenten Zuordnung sind insbesondere Gebiete im suburbanen Raum betroffen. In diesen Gebieten befindet sich die Mehrzahl der angebotenen Häuser, sodass im Rahmen der ökonometrischen Analyse das Problem der veränderbaren Gebietseinheit zu beachten ist.

## Ergebnisse der Sozialraumanalyse für die Stadt Wiesbaden auf Ortsbezirksebene

Die Sozialraumanalyse (Abb. 28) hat zum Ergebnis, dass insbesondere die im Osten und Westen gelegenen suburbanen Ortsbezirke einen hohen Sozialstatus aufweisen, wie z.B. Heßloch, Naurod, Sonnenberg, Auringen oder Breckenheim. Die innerstädtischen Ortsbezirke sowie die am Rhein gelegenen Ortsbezirke, wie z.B. Amöneburg, Westend/Bleichstraße oder Mitte, sind hingegen statusniedrige urbane Räume. Im Kontrast zu den beiden anderen Städten, werden nur fünf der 26 Ortsbezirke als urban eingestuft. Die übrigen Ortsbezirke werden dem suburbanen Raum zugeordnet, wobei insbesondere im Osten des Wiesbadener Stadtgebietes noch zahlreiche eigenständige Orte zu finden sind. Die kartografische Darstellung zeigt weiter, dass insbesondere im Stadtzentrum sowie in angrenzenden Bereichen sehr hohe Nahmobilitätswerte auftreten. Im suburbanen Raum fallen insbesondere die Ortsbezirke Schierstein, Nordenstadt, Bierstadt und Naurod mit hohen Nahmobilitätswerten auf. Es ist weiter festzustellen, dass in den östlich gelegenen Ortsbezirken, z.B. Rambach, Heßloch, Kloppenheim oder Igstadt, eine fußläufige Erreichbarkeit relevanter Aktivitätsziele nicht möglich ist. Dieses Ergebnis weist auf autoorientierte Siedlungsbereiche hin.

Abbildung 25: Ergebnisse der Sozialraumanalyse für die Stadt Frankfurt auf Stadtteilebene



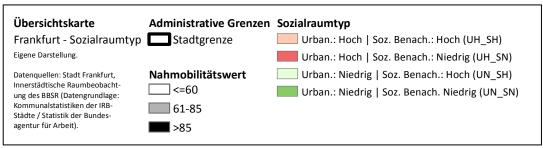
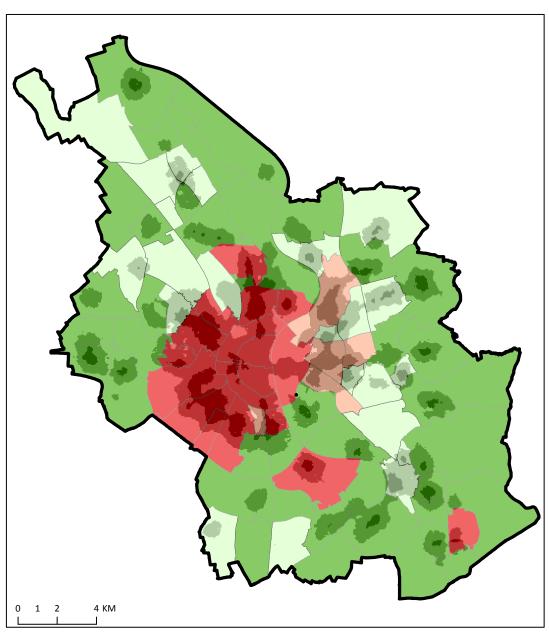


Abbildung 26: Ergebnisse der Sozialraumanalyse für die Stadt Köln auf Stadtteilebene



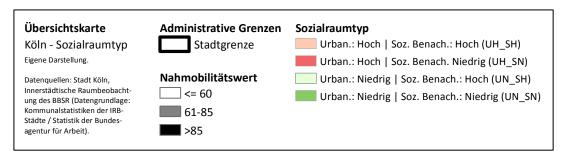
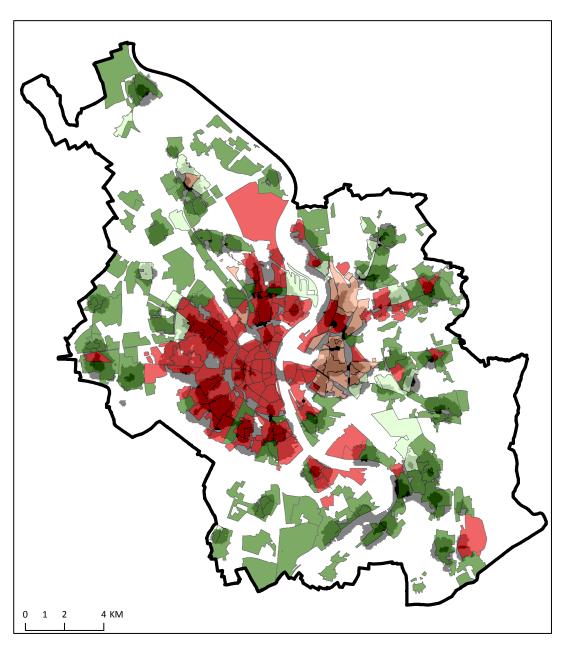


Abbildung 27: Ergebnisse der Sozialraumanalyse für die Stadt Köln auf Stadtviertelebene



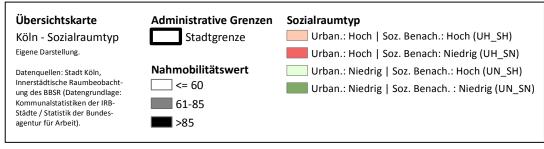
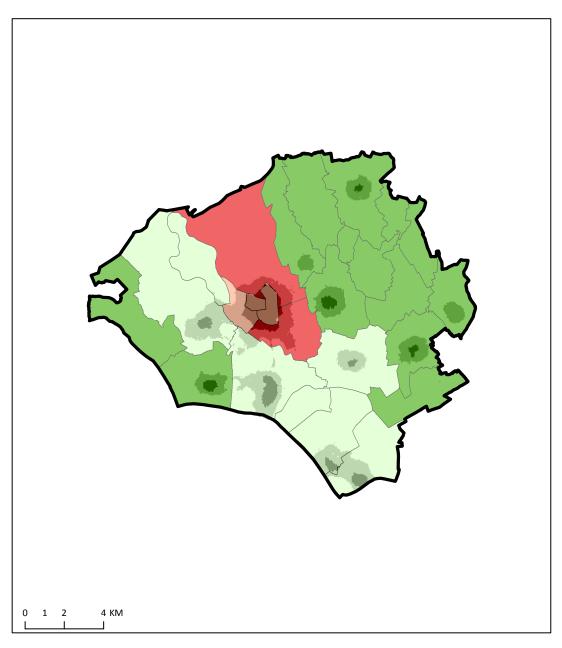
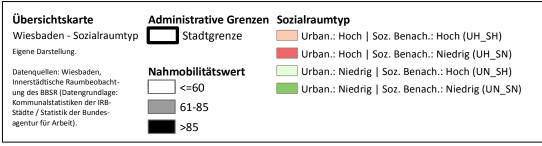


Abbildung 28: Ergebnisse der Sozialraumanalyse für die Stadt Wiesbaden auf Ortsbezirksebene





# 4.3.1. Synoptische Darstellung der Sozialraumtypen in den jeweiligen Untersuchungsstädten

Tabelle 38 zeigt die prozentuale Verteilung der Sozialraumtypen auf Ebene der Stadtteile/Ortsbezirke und auf Stadtviertelebene in Köln an. In Frankfurt werden 55% der Stadtteile, etwa ein Drittel der Wiesbadener Ortsbezirke und 27% der Kölner Stadtteile urbanen Räumen zugeordnet und bestätigen damit das Ergebnis der deskriptiven Analyse im vorherigen Abschnitt. Der Anteil der Gebietseinheiten mit relativ hoher sozialer Benachteiligung (SH) ist in Frankfurt am höchsten (44%) und in Köln mit 27% (Stadtviertel: 14%) am geringsten. In Frankfurt werden etwa ein Viertel der Stadtteile dem Sozialraumtyp UH\_SH zugeordnet, während der Anteil in Köln (6%) und Wiesbaden (11%) deutlich geringer ist. Etwa ein Drittel der Stadtteile werden in Frankfurt dem Sozialraumtyp UH\_SN, also statushohen urbanen Gebieten zugewiesen, der Anteil in Köln ist mit 21% und in Wiesbaden mit 8% ebenfalls geringer. In Wiesbaden werden über die Hälfte der Ortszirke dem Raumtyp UN\_SN, also statushohen suburbanen Gebieten zugeordnet, einen ähnlich hohen Anteil erreicht Köln mit 47% während in Frankfurt nur 22% der Stadtteile diesem Raumtyp angehören.

Der Anteil des Raumtyps UN\_SH beträgt in allen Städten etwa 25%. Eine detaillierte Betrachtung der Sozialraumanalyse erfolgt für jede Stadt in der weiteren Analyse. Vorab ist auf Unterschiede der Sozialraumanalyse auf Ebene der Kölner Stadtteile (Datenquelle: IRB) und der darunter liegenden Ebene der Stadtviertel (Datenquelle: Statistisches Amt der Stadt Köln) aufmerksam zu machen, da insbesondere zwischen den Gebietstypen UH\_SN und UN\_SH deutliche Veränderungen beobachtet werden können. Diese Unterschiede werden in folgenden deskriptiven Analysen (Abschnitt 4.4) näher untersucht und weisen auf das Problem der veränderbaren Gebietseinheit (MAUP) im Rahmen der Sozialraumanalyse hin (Punkt 2.4.3). Eine detaillierte Beschreibung der Daten sowie der Ausreißer- und Robustheitstest finden sich im Anhang.

Köln Köln (Stadt-Stadt (Ebene) Frankfurt Wiesbaden (Ortsbezirk) viertel) (Stadtteil) (Stadtteil) N =in % N =in % N =in % N =in % Sozialraum 2 UH SN 34 8 18 21 117 41 15 UH SH 10 223 11 5 6 217 UN SN 22 10 14 54 41 47 125 45 22 27 22 26 7 UN SH 10 7 21 100 26 100 100 283 100 Gesamt 4586

Tabelle 38: Anteil der Sozialraumtypen in den Untersuchungsstädten

# 4.3.2. Räumliche Verteilung von Wohnungen und Häusern in den Gebietstypen

Die räumliche Verteilung der Immobilientypen Wohnungen (W) und Häuser (H) zeigt, dass deren Anteil in den Gebietstypen variiert (Tab. 39). Hetwa die Hälfte der Wohnungen werden in statushohen urbanen Gebieten (UH\_SN) mit hohen bis mittleren Nahmobilitätswerten angeboten, wodurch die fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele möglich ist. Etwa 12% der Wohnungen befinden sich in statusniedrigen urbanen Gebieten, ebenfalls mit hohen bis mittleren Nahmobilitätswerten. Die übrigen Wohnungen stehen in statushohen (24%) bzw. statusniedrigen (14%) suburbanen Gebieten mit mittleren bis niedrigen Nahmobilitätswerten zum Verkauf. Die angebotenen Wohnungen befinden sich somit zu 62% in urbanen Räumen mit hohen bis mittleren Nahmobilitätswerten und zu 38% in suburbanen mit einer eher eingeschränkten fußläufigen Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele.

Die Häuser werden zu 18% in statushohen und nur zu 5% in statusniedrigen urbanen Räumen zum Verkauf angeboten. Mehr als die Hälfte der angebotenen Häuser stehen in statushohen suburbanen Gebieten, weitere 25% in sozial benachteiligten suburbanen Räumen zum Verkauf. Unabhängig vom Raumtyp ist nur bei etwa 10% der Häuser von einer guten Erreichbarkeit (NMW\_86\_100) alltagsrelevanter Aktivitätsziele auszugehen, bei jeweils weiteren 45% ist die Erreichbarkeit bereits eingeschränkt (NMW\_61\_85) oder sehr eingeschränkt (NMW\_0\_60). Die Ergebnisse zusammenfassend, befinden sich 23% der angebotenen Häuser in urbanen und 77% in suburbanen Räumen. Unabhängig vom Immobilientyp befinden sich etwa 70% der zum Kauf angebotenen Immobilien in statushohen und 30% in statusniedrigen Gebieten. Auch dieses Ergebnis ist schlüssig, da statushohe Gebiete mittelbar auf ein höheres Haushaltseinkommen der Käufer schließen lassen, das für einen Immobilienerwerb notwendig ist.

Tabelle 39: Anteil der Objektypen "Haus" und "Wohnung" in den jeweiligen Gebietstypen

	UH_SN	UH_SH	UN_SN	UN_SH	Gesamt
NMW_86_100	W: 19,8% H: 3,5%	W: 6,6% H: 1,8%	W: 2,2% H: 2,9%	W: 2,2% H: 2,4%	W: 30,8% H: 10,6%
NMW_61_86	W: 24,8%	W: 4,9%	W: 11,8%	W: 6,5%	W: 48,0%
NMW_0_60	H: 8,7% W: 5,5%	H: 2,4% W: 0,5%	H: 22,8% W: 9.7%	H: 10,5% W: 5,5%	H: 44,4% W: 21,2%
	H: 5,7%	H: 1,1%	H: $27,3\%$	H: 10,9%	H: 45,0%
Gesamt	W: 50,1%	W: 12,0%	W: 23,7%	W: 14,2%	
	H: $17.9\%$	H: $5.3\%$	H: $53,0\%$	H: 23,8%	

 $W=\mbox{,Wohnungen"}\ (N=17.489),\, H=\mbox{,H\"{a}user"}\ (N=8.452)$  Eigene Darstellung.

Ein vergleichbares Muster ist in jeder Untersuchungsstadt zu beobachten, weshalb von einer Darstellung abgesehen wird.

#### 4.3.3. Fazit

Die Ergebnisse der Sozialraumanalyse ermöglichen die differenzierte Analyse der Sozialund Bebauungstrukturen der Untersuchungsräume. In jeder Stadt zeigt sich ein vergleichbares Muster von urbanen Räumen in der Kernstadt und daran angrenzenden suburbanen Räumen.<sup>95</sup> Ebenfalls können statushohe und statusniedrige Gebiete differenziert werden. Durch die Kombination der Indikatoren "Urbanismus" und "Soziale Benachteiligung" können somit vier Raumtypen mit relativ homogenen Eigenschaftsdimensionen unterschieden werden.

Der Vergleich der Ergebnisse der Sozialraumanalyse auf Kölner Stadtteil- und Stadtviertelebene deutet auf das Problem der veränderbaren Gebietseinheit hin, da insbesondere im Übergangsbereich vom urbanen in den suburbanen Raum die Zuordnung nicht konsistent erfolgt. Es ist anzunehmen, dass dies weniger eine Besonderheit dieser Arbeit darstellt, sondern vielmehr ein immanentes Problem dieser Methode ist, welches bislang in der Literatur unzureichend berücksichtigt wurde. Aufgrund der spezifischen Verteilung der Objekttypen "Haus" und "Wohnungen" ist anzunehmen, dass insbesondere die ökonometrischen Ergebnisse für den Objekttyp "Haus" vom Problem der veränderbaren Gebietseinheit betroffen sein können. Inwieweit dies die Ergebnisse beeinflusst, ist vorab nicht abzuschätzen. Der Objekttyp "Wohnung" ist vom MAUP weniger betroffen, da sich über die Hälfte der Wohnungen in statushohen urbanen Gebieten befinden, die unabhängig von der räumlichen Untersuchungsebene konsistent zugeordnet werden. Die grafische Darstellung der zwölf Gebietstypen führt vor Augen, dass Nahmobilität nicht mit Urbanität gleichzusetzen ist. Es sind einerseits in urbanen Gebieten Bereiche mit niedrigen Nahmobilitätswerten vorhanden, andererseits zeichnen sich auch im suburbanen Raum Bereiche mit hohen Nahmobilitätswerten ab. Hierbei sind insbesondere die Altortkerne in suburbanen Gebieten hervorzuheben, die zentrale Versorgungskerne darstellen.

Die Ergebnisse zusammenfassend sind lokale Versorgungsstrukturen im gesamten Stadtgebiet erkennbar, die auf zahlreiche Nebenzentren hindeuten. Statushohe und statusniedrige Gebiete weisen meist ähnliche Nahmobilitätswerte auf. Teilweise werden sehr niedrige Nahmobilitätswerte in sehr statushohen Stadtteilen/Ortsbezirken (z. B. Köln-Hahnwald) identifiziert. Diese Beobachtung bestätigt die empirischen Ergebnisse der Bewohnerbefragungen, die auf die hohe Bedeutung des Standortkriteriums "Ruhe" hindeuten. Dies führt zu der Schlussfolgerung, dass manche Siedlungsbereiche eine hohe Attraktivität besitzen nicht weil dort ein niedriges Nahmobilitätsniveau vorzufinden ist, sondern obwohl dort die fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele eingeschränkt ist. Darauf aufbauend ist zu konstatieren, dass die Bedeutung der fußläufigen Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele in manchen Gebieten eher gering ist und anderen unbeobachteten Standortkriterien eine höhere Bedeutung beigemessen wird.

Die Ergebnisse dieser Arbeit wurden mit der ebenfalls in Frankfurt durchgeführten Sozialraumanalyse von Gutfleisch (2007) verglichen. Diese zeigen eine sehr hohe Übereinstimmung auf. Es wird daher angenommen, dass die Ergebnisse für die Städte Köln und Wiesbaden ebenfalls plausibel sind.

## 4.4. Deskriptive Statistik und ESDA

## 4.4.1. Deskriptive Statistik

### 4.4.1.1. Deskriptive Analyse Häuser

## Beschreibung der Objekt- und Lagemerkmale von Häusern

In dieser Arbeit haben Häuser (EFH, RH/DH, Villa, Sonstige Häuser) im Durchschnitt eine Wohnfläche von 164 qm, eine Grundstücksfläche von 456 qm und werden für 417.000 Euro zum Verkauf angeboten (Tab. 40). Erwartungsgemäß ist der Angebotspreis bei RH/DH mit 315.000 Euro am niedrigsten und bei Villen mit etwa 1 Mio. Euro am höchsten. Die Grundstücksgrößen variieren von ca. 300 bis 1.000 qm, wobei RH/DH auf den kleinsten und Villen wiederum auf den größten Grundstücken stehen. Analog dazu haben RH/DH mit 138 qm die kleinste und Villen mit 290 qm die größte Wohnfläche. Der überwiegende Teil der EFH, RH/DH sowie Sonstigen Häuser befindet sich in statushohen suburbanen Gebieten mit eher niedrigen Nahmobilitätswerten. Die Villen bilden eine Ausnahme, da sich etwa 40% der Villen in statushohen urbanen Gebieten befinden. Übereinstimmendes Merkmal aller Häuser sind die eher niedrigen Nahmobilitätswerte. Die am häufigsten angebotenen Objekttypen sind Reihen- und Doppelhäuser (46%), gefolgt von Einfamilienhäuser (33%), Sonstigen Häuser (17%) sowie Villen (4%). Der Einwohnerzahl der Untersuchungsstädte entsprechend befinden sich die angebotenen Objekte zu 54% in Köln, zu 25% in Frankfurt und zu 21% in Wiesbaden (Tab. 41).

Tabelle 40: Beschreibung der Objekttypen und deren Verteilung in den Gebietstypen

	${\rm EFH} \\ ({\rm N}=2.756)$	$ m RH/DH \ (N=3.853)$	$rac{ m Villa}{ m (N=379)}$	Sonstige Häuser $(N=1.464)$
Ø Angebotspreis in €	455.000	315.000	1.065.000	417.000
Ø Wohnfläche in qm	166	138	291	195
Ø Grundfläche in qm	583	305	1.010	468
UH_SN_86_100	,03	,03	,03	,07
UH_SN_61_85	,07	,08	,20	,11
UH_SN_0_60	,07	$,\!04$	,15	,05
UH_SH_86_100	$,\!02$	,01	,02	,03
UH_SH_61_85	$,\!02$	,03	,01	,03
UH_SH_0_60	,01	$,\!02$	,01	,01
UN_SN_86_100	,03	,03	,01	,03
UN_SN_61_85	,24	, 23	,14	,22
$UN_{SN_0_{60}$	,31	, 26	,36	,21
UN_SH_86_100	$,\!02$	,02	,01	,04
UN_SH_61_85	$,\!09$	,13	,04	,09
UN_SH_0_60	,08	,13	,02	,10

Etwa 18% der Objekte befinden sich in statushohen urbanen Gebieten (UH\_SN), wobei die Hälfte dieser Objekte über eine gute nahräumliche Versorgung verfügt (NMW\_61-\_85), jeweils ein weiteres Viertel verfügt über eine sehr gute bzw. über eine unzureichende Nahversorgung. In statusniedrigen urbanen Gebieten befinden sich nur ca. 5% der angebotenen Objekte. Die zum Verkauf angebotenen Objekte in urbanen Gebieten befinden sich damit überwiegend in Quartieren mit geringer sozialer Benachteiligung. Unabhängig vom Indikator "Soziale Benachteiligung" ist bei etwa 75% der Häuser in urbanen Gebieten eine fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele gegeben (NMW > 60). In statushohen suburbanen Gebieten befinden sich 53% der angebotenen Häuser. Weitere 23% der Objekte befinden sich in statusniedrigen suburbanen Gebietstypen. Es befinden sich damit etwa 70% der angebotenen Häuser in statushohen und 30% in statusniedrigen Gebieten. In suburbanen Gebieten haben jeweils 45% der Objekte mittlere (NMW\_61\_85) oder niedrige (NMW < 60) Nahmobilitätswerte, nur etwa jedes zehnte Objekt befindet sich in einer integrierten Lage (NMW > 85).

Im Vergleich der Baualtersklassen des bundesdeutschen Wohngebäudebestandes (vgl. IWU (2011, S. 18)) ist in dieser Studie insbesondere der Anteil der Baualtersklasse AB\_2007 mit 25% deutlich überrepräsentiert. Dies kann einerseits an der Ausweisung größerer Neubaugebiete liegen, andererseits an Fertighausangeboten, die auf Basis der verfügbaren Informationen nicht von realen Objekten unterschieden werden können. Gen Baualtersklassen verteilen auf die Baualtersklasse 1958 bis 1968, auf die übrigen Baualtersklassen verteilen sich jeweils 5 bis 10% der Objekte. Analog zu der Verteilung der Objekte auf Baualtersklassen wird bei 22% der Fälle der Erstbezug als aktueller Objektzustand genannt, 38% sind Bestandsobjekte, 8% werden als renovierungsbedürftig bezeichnet und für die übrigen 38% der Objekte liegen keine Informationen vor. Für 22% der Objekte wird eine gehobene bis luxuriöse Ausstattungsqualität angegeben. Im Zeitraum 2000 bis 2010 wurden 42% der Objekte modernisiert bzw. erbaut. Die Einstellungszeitpunkte der Angebote bei IS24 verteilen sich gleichmäßig über die vier Halbjahre des zweijährigen Untersuchungszeitraums.

## Gemeinsamkeiten und Unterschiede bei den Objekt- und Lagemerkmalen in den Untersuchungsstädten

Die Angebotspreise in Frankfurt und Wiesbaden sind höher als in Köln und bestätigen damit die Ergebnisse der Stadtprofilanalyse (Punkt 4.1.1). In Frankfurt und Wiesbaden haben Häuser größere Wohnflächen, in Köln hingegen größere Grundstücksflächen, wobei die Unterschiede zwischen den Städten gering sind (Tab. 42). In Wiesbaden ist der Anteil der angebotenen Villen etwa doppelt so hoch wie in Köln, was ggf. auf die unterschiedlichen Zerstörungsgrade im 2. Weltkrieg<sup>97</sup> oder ein heterogenes Siedlungswachstum zu unterschiedlichen Stilepochen (z. B. Gründerzeitvilla) zurückzuführen ist. Der Anteil an freistehenden Einfamilienhäusern liegt in Frankfurt ca. 10 Prozentpunkte niedriger als in Köln und Wiesbaden, der Reihen- und Doppelhausanteil ist ca. 10

Da die Baualtersklasse BAK\_AB\_2007 ein Viertel der Objekte umfasst, wurde im Rahmen der deskriptiven Analyse untersucht, ob dies zu einer systematische Verzerrung der Ergebnisse führt. In einer ergänzenden Analyse wurden daher alle Objekte dieser Baualtersklasse ausgeschlossen. Größere Veränderungen konnten nur in den Variablen MODERNISIERT sowie ERSTBEZUG festgestellt werden, die allesamt nachvollziehbar sind. Weiter wurde untersucht, ob sich die Ergebnisse der deskriptiven Statistik ändern, wenn Fälle mit imputierten Daten ausgeschlossen werden. Auch hier konnten keine wesentlichen Änderungen festgestellt werden.

In Wiesbaden betrug der Anteil des zerstörten Wohnraumes ca. 20%, in Frankfurt 45% und in Köln 70% (Нонк, 1991, S. 320).

Tabelle 41: Deskriptive Beschreibung des Datensatzes "Häuser"

N = 8.452	Mittelwert	$\sigma$	Min.	Max.
APREIS_LOG	5,55	,23	4,74	6,39
$WOHNFLAECHE\_LOG$	2,18	$,\!16$	1,74	2,76
$\operatorname{GRUNDFLAECHE}_{\operatorname{LOG}}$	$^{2,57}$	$,\!27$	$1,\!65$	$3,\!52$
OZID_KEINE_ANGABE	$,\!31$			
OZID_BESTAND	$,\!38$			
OZID_ERSTBEZUG	,22			
OZID_RENOVIERUNGSBEDUERFTIG	,08			
GEHOBEN_LUXUS	,20			
TYP_EFH	$,\!33$			
$ ext{TYP}_{ ext{RH}}/ ext{DH}$	$,\!46$			
TYP_VILLA	,04			
TYP_SONSTIGE HAEUSER	,17			
MODERNISIERT_BAUJAHR_2000	$,\!42$			
BAK_BIS_1918	,06			
BAK_1919_48	,10			
BAK_1949_57	,07			
BAK_1958_68	$,\!14$			
BAK_1969_78	,10			
BAK_1979_83	$,\!05$			
BAK_1984_94	,09			
BAK_1995_02	,07			
BAK_2002_06	$,\!05$			
BAK_AB_2007	$,\!26$			
II_2008	,28			
I_2009	$,\!22$			
II_2009	,23			
I_2010	$,\!27$			
MIGRATION	$36,\!42$	16,7	0	100
UH_SN_86_100	,03			
UH_SN_61_85	,09			
$UH_SN_0_60$	,06			
UH_SH_86_100	$,\!02$			
UH_SH_61_85	$,\!02$			
$UH\_SH\_0\_60$	,01			
UN_SN_86_100	,03			
UN_SN_61_85	,23			
$UN_SN_0_60$	$,\!27$			
UN_SH_86_100	,02			
UN_SH_61_85	,10			
$UN_SH_0_60$	,11			
FRANKFURT	$,\!25$			
KOELN	$,\!54$			
WIESBADEN	,21			

Tabelle 42: Deskriptive Beschreibung des Datensatzes "Häuser" differenziert nach den Untersuchungsstädten

Frankfurt (N = 2.117), Köln	Fran	kfurt	Kö	öln	Wiesl	oaden
(N = 4.551), Wiesbaden (N = 1.748)	Ø	$\sigma$	Ø	$\sigma$	Ø	$\sigma$
APREIS LOG	5,59	,24	5,51	,22	5,59	,24
WOHNFLAECHE LOG	2,20	,17		,15		$,\!15$
GRUNDFLAECHE LOG	$2,\!53$	,28	$^{2,59}$		2,58	,28
OZID KEINE ANGABE	,31	,	,31	,	,31	,
OZID BESTAND	,38		,38		,39	
OZID ERSTBEZUG	,22		,22		,23	
OZID_RENOVIERUNGSBEDUERFT	IG ,09		,09		,07	
GEHOBEN_LUXUS	$,\!16$		,22		,22	
TYP_EFH	$,\!27$		$,\!34$		$,\!37$	
$\mathrm{TYP}_{\mathrm{RH}}/\mathrm{DH}$	$,\!51$		$,\!45$		$,\!41$	
TYP_VILLA	,05		,03		,07	
TYP_SONSTIGE HAEUSER	$,\!17$		,18		$,\!15$	
MODERNISIERT_BAUJAHR_2000	,40		$,\!41$		$,\!45$	
BAK_BIS_1918	,09		,04		,08	
BAK_1919_48	$,\!14$		$,\!10$		$,\!06$	
BAK_1949_57	$,\!07$		,09		$,\!05$	
BAK_1958_68	,13		$,\!16$		$,\!10$	
BAK_1969_78	,08		$,\!10$		,14	
BAK_1979_83	,04		,05		,06	
BAK_1984_94	,09		,09		,11	
BAK_1995_02	$,\!06$		,07		,07	
BAK_2002_06	$,\!06$		,05		,03	
BAK_AB_2007	$,\!25$		$,\!25$		,29	
II_2008	,29		,27		,28	
I_2009	$,\!22$		$,\!23$		$,\!21$	
II_2009	$,\!23$		$,\!23$		$,\!26$	
I_2010	$,\!26$		$,\!27$		$,\!26$	
MIGRATION	33,0	15,4		16,2	,	15,7
UH_SN_86_100	$,\!06$		,03		,01	
$UH\_SN\_61\_85$	$,\!15$		,07		,05	
$UH_SN_0_{60}$	,09		$,\!02$		,11	
UH_SH_86_100	,03		,01		,02	
UH_SH_61_85	$,\!07$		,00		,02	
UH_SH_0_60	,02		,01		,01	
UN_SN_86_100	,01		,04		,03	
UN_SN_61_85	,14		,31		,01	
UN_SN_0_60	,16		,31		,31	
UN_SH_86_100	,02		,02		,05	
UN_SH_61_85	,14		,08		,12	
UN_SH_0_60	,11		,09		,16	

Prozentpunkte höher. In allen drei Städten wird das Immobilienangebot durch Neubauprojekte (Baujahr ab 2007) geprägt, die anderen Baualtersklassen sind mit Ausnahme der BAK 1919 1948 annähernd gleich besetzt.

In statusniedrigen urbanen Gebieten (UH SH) werden in Köln (ca. 2%) und Wiesbaden (ca. 5%) nur wenige Häuser zum Verkauf angeboten, während der Anteil in Frankfurt mit ca. 12% deutlich darüber liegt. In statushohen urbanen Gebieten (UH SN) werden hingegen in Köln 12%, in Wiesbaden 17% und in Frankfurt 30% der Häuser angeboten. Damit lässt sich feststellen, dass in Frankfurt beispielsweise über 40% und in Köln nur etwa 14% der Häuser in urbanen Raumtypen angeboten werden, was auf divergierende Siedlungsmuster hindeutet. In Köln werden hingegen etwa zwei Drittel der Häuser in statushohen suburbanen Gebieten (UH SN) angeboten, während der Anteil in Frankfurt und Wiesbaden nur etwa ein Drittel beträgt. In statusniedrigen suburbanen Gebieten befinden sich in Köln 19%, in Frankfurt 27% und in Wiesbaden 33% der angebotenen Häuser. Der Vergleich der gebildeten Raumtypen auf Ebene der Kölner Stadtteile und Stadtviertel zeigt weiter, dass 60-70% der Objekte jeweils in suburbanen Gebieten mit geringer sozialer Benachteiligung angeboten werden (Tab. 43). Bei der Zuordnung der Häuser zu den Raumtpyen können allerdings auch Unterschiede zwischen den räumlichen Untersuchungsebenen identifiziert werden. Auf Stadtteilebene werden 10% der Objekte statushohen urbanen Gebieten (UH SN) zugeordnet, auf Stadtviertelebene hingegen nur 2%. Weiter befinden sich auf Stadtteilebene 2% der Objekte in statusniedrigen urbanen Gebieten (UH SH), auf Stadtviertelebene hingegen 19%. In statusniedrigen suburbanen Gebieten (UN SH) befinden sich auf Stadtteilebene 19% der Objekte, auf Stadtviertelebene hingegen nur 4%. Die nicht konsistente Zuordnung der Objekte zu Raum- und Gebietstypen deutet auf das Problem der veränderbaren Gebietseinheit (MAUP) hin. Das Problem tritt auf, wenn ein Analyseverfahren auf hierarchisch verbundenen räumlichen Untersuchungsebenen zu divergierenden Ergebnissen führt. Inwieweit dies die Ergebnisse der späteren ökonometrischen Analyse beeinflusst, ist vorab nicht abzuschätzen.

Tabelle 43: Zuordnung der Häuser zu den Gebietstypen in Köln auf Stadtteil- und Stadtviertelebene

N = 4.551	$egin{aligned}  ext{Mittelwert} \  ext{(Stadtteile)} \end{aligned}$	Mittelwert (Stadtviertel)
(K )UH SN 86 100	,03	,02
(K )UH SN 61 85	,07	,01
(K_)UH_SN_0_60	,02	,00
(K_)UH_SH_86_100	,01	,05
(K_)UH_SH_61_85	,00	,11
(K_)UH_SH_0_60	,01	,03
(K_)UN_SN_86_100	,04	,04
$(K_)UN_SN_61_85$	,31	$,\!33$
(K_)UN_SN_0_60	,31	$,\!37$
(K_)UN_SH_86_100	,03	,00
$(K_)UN_SH_61_85$	,08	,02
(K_)UN_SH_0_60	,09	,02

### Zusammenhang zwischen Baualtersklasse und Nahmobilitätswert bei Häusern

Häuser der Baualtersklasse bis 1918 haben mit 72 Punkten die höchsten durchschnittlichen Nahmobilitätswerte, während die nachfolgenden Baualtersklassen tendenziell sinkende Nahmobilitätswerte aufweisen (Tab. 44). Die deskriptiven Ergebnisse spiegeln damit auch die Folgen verschiedener siedlungsstruktureller Leitbilder in den 1950er bis 1970er Jahre wider. In urbanen Raumtypen sind damit alltagsrelevante Einrichtungen bei einem vor 1918 gebauten Objekt durchschnittlich 580 m entfernt, während bei später gebauten Objekten die Entfernung bis zu 700 m beträgt. In suburbanen Räumen sind – abhängig von der Baualtersklasse – alltagsrelevante Aktivitätsziele sogar über 800 m entfernt. Auch wenn diese Unterschiede auf den ersten Blick gering erscheinen, so haben empirische Studien zum Ergebnis, dass häufig bereits ab 600 m Entfernung zum nächsten Aktivitätsziel ein Wechsel vom Fußverkehr zum MIV erfolgt.

Die meisten Standorte von Häusern ab den 1950er Jahren können damit als autoorientiere Standorte klassifiziert werden. In der Tabelle 44 ist weiter zu sehen, dass seit Mitte der 1990er Jahre eine Trendumkehr stattfindet und Immobilien der Baualtersklassen 2002–2006 sowie ab 2007 wieder steigende Nahmobilitätswerte aufweisen. Dies kann einerseits darauf zurückgeführt werden, dass in neuen Wohngebieten zunehmend Infrastruktureinrichtungen integriert werden und andererseits neue Häuser als Ersatzneubauten in zentralen Lagen errichtet werden. Die beschriebenen Entwicklungen verliefen in den urbanen und suburbanen Raumtypen ähnlich, wobei Standorte in urbanen Gebieten grundsätzlich höhere Nahmobilitätswerte aufweisen.

Tabelle 44: Darstellung der durchschnittlichen Nahmobilitätswerte von Häusern in Abhängigkeit der Baualtersklasse

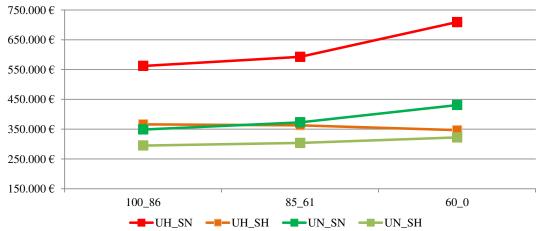
Baualtersklasse	$ m NMW~H\ddot{a}user \ (N=8.452)$	NMW Häuser; Urbanität: hoch (N=1.970)	$ m NMW~H\ddot{a}user;$ $ m Urbanit\ddot{a}t:$ $ m niedrig$ $ m (N=6.482)$
bis 1918	72	80	67
1919 bis 1948	66	75	63
1949  bis  1957	62	67	60
1958 bis 1968	62	63	62
1969  bis  1978	59	65	57
1979 bis 1983	56	64	54
1984 bis 1994	56	63	54
1995  bis  2001	56	67	54
2002  bis  2006	57	66	55
ab 2007	60	69	58
$\operatorname{Gesamt}$	61	69	58

Umrechnung der Nahmobilitätswerte in durchschnittliche metrische Entfernungen zu alltagsrelevanten Aktivitätszielen: 50 (900 m), 55 (825 m), 60 (750 m), 65 (685 m), 70 (615 m), 75 (545 m), 80 (470 m), 85 (395 m). Eigene Darstellung.

### Angebotspreisniveau von Häusern in den zwölf Gebietstypen

Die Angebotspreise von Häusern sind in statushohen urbanen Räumen (560.000 bis 710.000 Euro) am höchsten und korrelieren negativ mit den Nahmobilitätswerten (Abb. 29). In statusniedrigen urbanen Räumen ist das Preisniveau (345.000 bis 365.000 Euro) weitestgehend unabhängig vom Nahmobilitätswert. Die große Angebotspreisdiskrepanz zwischen statushohen und statusniedrigen urbanen Räumen ist mittelbar durch den Indikator "Soziale Benachteiligung" erklärbar. In suburbanen Räumen ist die Angebotspreisdiskrepanz zwischen Gebieten mit niedriger (350.000 bis 430.000 Euro) und hoher (295.000 bis 320.000 Euro) sozialer Benachteiligung weniger stark ausgeprägt und die Angebotspreise korrelieren negativ mit den Nahmobilitätswerten. Ein Grund hierfür können beispielsweise Neubaugebiete am Ortsrand mit niedrigen Nahmobilitätswerten und hohen Immobilienpreisen sein. Ebenfalls genießt in suburbanen Gebieten das Wohnstandortmerkmal "Ruhe" eine höhere Priorität als die nahräumliche Erreichbarkeit von Geschäften. Die deskriptive Analyse bei Häusern deutet darauf hin, dass niedrige Nahmobilitätswerte positiv mit den Angebotspreisen korrelieren. Es wird angenommen, dass die Bewohner dieser Gebiete nicht explizit die Nähe zu Aktivitätszielen vermeiden möchten, sondern dass Gebiete mit niedrigen Nahmobilitätswerten, häufig Neubaugebiete, bestimmte Merkmale aufweisen, die für die Bewohner suburbaner Gebiete von höherer Priorität sind (BÖLTKEN ET AL., 2007). Die Differenzen der Angebotspreise in den Raumtypen können unter anderem mithilfe der Indikatoren der Sozialraumanalyse erklärt werden (Tab. 45). Der Mittelwertunterschied beträgt beim Indikator "Soziale Benachteiligung" 135.000 Euro und beim Indikator "Urbanismus" 190.000 Euro. 98 Die Preisdifferenzen erklären sich damit zu einem großen Teil aus der Dichotomie suburbaner und urbaner Räume sowie statushoher und statusniedriger Gebiete.

Abbildung 29: Angebotspreise von Häusern differenziert nach Raumtyp und Nahmobilitätsniveau



Der Indikator "Migration" wird nicht aufgeführt, da dieser nicht direkt für die Bildung der Gebietseinheiten herangezogen wird. Der Mittelwertunterschied beim Indikator "Migration" beträgt 80.000 Euro und ist auf dem 5%-Niveau signifikant.

Die Analyse zeigt, dass die Preisniveaus der einzelnen Gebietstypen vom Nahmobilitätswert beeinflusst werden, der Einfluss aber verglichen mit den Indikatoren "Soziale Benachteiligung" und "Urbanismus" geringer ist.

Tabelle 45: Mittelwertunterschiede der Angebotspreise bei Häusern differenziert nach den Sozialraumindikatoren

Durchschnittlicher Angebotspreis Häuser (N = $8.452$ )	Hoch	Niedrig	Mittelwertdifferenz
Indikator "Soziale	320.328 €	457.606 €	137.278 €
Benachteiligung"			
${\bf Indikator}\; {\bf "Urbanismus"}$	562.846~6	$373.438   \bullet \hspace{3em} \bullet$	189.408 €

Die Mittelwertunterschiede sind auf dem 5%-Niveau signifikant. Eigene Darstellung.

## 4.4.1.2. Deskriptive Analyse Wohnungen

## Beschreibung der Objekt- und Lagemerkmale von Wohnungen

In dieser Arbeit hat eine durchschnittliche Wohnung eine Wohnfläche von 88 qm und der Angebotspreis beträgt 2.244 Euro/qm (Tab. 46). Das Wohnungsangebot wird von normalen Wohnungen dominiert, nur 4% der Wohnungen werden den Objekttypen Loft oder Penthouse zugeordnet. Die Hälfte der Wohnungen befindet sich in Köln, jede dritte in Frankfurt und jede sechste in Wiesbaden. Die meisten angebotenen Wohnungen wurden in den Jahren 1969–78 (17%) oder vor dem Jahr 1918 (13%) erbaut. Etwa 36% der Wohnungen wurden im Zeitraum 2000 bis 2010 modernisiert bzw. neu erbaut. Dies korrespondiert mit den Angaben zum Objektzustand, etwa 54% der Wohnungen sind Bestandsobjekte, bei 16% wird ein Erstbezug angegeben, für etwa 25% der Objekte ist der Objektzustand unbekannt und 4% gelten als renovierungsbedürftig. Über 75% der angebotenen Wohnungen verfügen über einen Balkon und ein Viertel der Wohnungen werden als gehoben bzw. luxuriös beschrieben. Das Einstellungsdatum verteilt sich annähernd gleich über die vier Halbjahre des zweijährigen Untersuchungszeitraums.

In statushohen urbanen Räumen (UH\_SN) befinden sich 45% und in statusniedrigen urbanen Räumen (UH\_SH) 13% der angebotenen Wohnungen, meist in fußläufiger Entfernung zu alltagsrelevanten Aktivitätszielen (NMW > 60). Weitere 24% der angebotenen Objekte befinden sich in statushohen suburbanen Räumen (UN\_SN) und 13% in statusniedrigen suburbanen Räumen (UN\_SH). Die Standorte der meisten Wohnungen in suburbanen Räumen haben nur ein mittleres bis niedriges Nahmobilitätsniveau. Damit ist festzustellen, dass sich drei von vier angebotenen Wohnungen in statushohen und nur ein Viertel in statusniedrigen Gebieten befinden. Wohnungen in urbanen Gebieten haben meist hohe Nahmobilitätswerte, während im suburbanen Raum die Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele eingeschränkt sein kann.

In statusniedrigen urbanen Wohngebieten ist die geringe Anzahl von Objekten ggf. durch nicht erfasste Mietwohnungen erklärbar.

Tabelle 46: Deskriptive Beschreibung des Datensatzes "Wohnungen"

N = 17.489	Mittelwert	σ	Min.	Max.
APREIS_QM_LOG	3,32	,17	2,74	3,88
WOHNFLAECHE LOG	1,90	,20		
OZID KEINE ANGABE	,26	,	,	,
OZID BESTAND	$,\!54$			
OZID ERSTBEZUG	,16			
OZID RENOVIERUNGSBEDUERFTIG	,04			
GEHOBEN LUXUS	$,\!24$			
BALKON	,76			
MODERNISIERT BAUJAHR 2000	,36			
LOFT_PENTHOUSSE	,04			
BAK_BIS_1918	,13			
BAK 1919 48	,06			
BAK 1949 57	,06			
BAK 1958 68	,14			
BAK 1969 78	,17			
BAK 1979 83	,04			
BAK 1984 94	,11			
BAK 1995 01	,10			
BAK 2002 06	,05			
BAK_AB_2007	,14			
II 2008	,27			
I 2009	,23			
II 2009	,23			
I 2010	,26			
MIGRATION	47,0	19,4	0	100
UH SN 86 100	,20			
UH SN 61 85	$,\!25$			
UH SN 0 60	,06			
UH SH 86 100	,07			
UH SH 61 85	,05			
UH SH 0 60	,00			
UN_SN_86_100	,02			
UN SN 61 85	,12			
UN SN 0 60	,10			
UN SH 86 100	,02			
UN_SH_61_85	,06			
UN SH 0 60	,05			
FRANKFURT	,34			
KÖLN	,49			
WIESBADEN	,17			

## Gemeinsamkeiten und Unterschiede bei den Objekt- und Lagemerkmalen in den Untersuchungsstädten

Das höchste Preisniveau haben Wohnungen in Frankfurt, gefolgt von Wiesbaden und Köln (Tab. 47). Die durchschnittliche Wohnfläche ist in Frankfurt am größten und in Köln am niedrigsten, wobei die Differenz gering ist. Köln hat mit 2% den geringsten Anteil an Loft- und Penthouse-Wohnungen, während in Frankfurt und Wiesbaden der Anteil mit 5% doppelt so hoch ist. In Frankfurt und Wiesbaden ist etwa jede fünfte zum Verkauf angebotene Wohnung vor 1918 gebaut worden, in Köln nur jede 14. Wohnung. In Frankfurt (19%) und Köln (13%) ist der Anteil an Neubauwohnungen (Baujahr ab 2007) größer als in Wiesbaden (9%), was auf eine größere Dynamik des Frankfurter und Kölner Immobilienmarktes hinweist. Bei den anderen Baualtersklassen sind die Differenzen zwischen den Städten gering. Beim Objektzustand sind mit Ausnahme des Merkmals "Erstbezug" keine Differenzen feststellbar, dieses Merkmal korrespondiert mit der Angabe der Baualtersklassen und erscheint daher plausibel. Bei den Variablen GEHOBEN\_LUXUS, BALKON, MODERNISIERT\_BAUJAHR\_2000 und dem Einstellungsdatum sind keine Differenzen zwischen den Städten feststellbar.

Die meisten Wohnungen werden in allen drei Städten (Frankfurt: 63%, Köln: 47%, Wiesbaden: 32%) in statushohen urbanen Gebieten (UH\_SN) angeboten. In urbanen Gebieten mit hoher sozialer Benachteiligung (UH\_SH) stehen in Frankfurt 14%, in Köln 7% und in Wiesbaden 20% der Wohnungen zum Verkauf. In Wiesbaden und Köln befinden sich damit etwa 45% der angebotenen Wohnungen in suburbanen Räumen, in Frankfurt hingegen nur etwa 20%. Die Mikrolagen der angebotenen Wohnungen variieren damit zwischen den Städten und sind auf Basis der Sozialraumanalyse nachvollziehbar, da in Frankfurt sehr große Teile der Siedlungsräume hohe Urbanismuswerte aufweisen. Die Zuordnung der Wohnungen zu den gebildeten Gebietstypen auf Stadtteil- und Stadtviertelebene ist in Köln weitestgehend konsistent (Tab. 48). Damit tritt bei den Wohnungen im Gegensatz zu den Häusern nicht das Problem der veränderbaren Gebietseinheit auf. Dies lässt sich u. a. darauf zurückführen, dass die Zuordnung der innerstädtischen Gebietstypen unabhängig von der räumlichen Untersuchungsebene relativ konsistent ist und sich dort auch die meisten Wohnungen befinden.

Tabelle 47: Deskriptive Beschreibung des Datensatzes "Wohnungen" differenziert nach den Untersuchungsstädten

Frankfurt (N = $5.939$ ), Köln	Fran	kfurt	Kö	öln	Wiesł	oaden
(N = 8.641), Wiesbaden (N = 2.909)	Ø	$\sigma$	Ø	$\sigma$	Ø	$\sigma$
APREIS QM LOG	3,39	,18	3,27	,16	3,30	,17
WOHNFLAECHE LOG	1,93	,21	1,87	,19	1,92	,19
OZID KEINE ANGABE	$,\!25$	,	,27	,	,26	,
OZID BESTAND	,49		,56		,58	
OZID_ERSTBEZUG	,22		,14		,12	
OZID_RENOVIERUNGSBEDUERFT	IG ,04		,04		,04	
GEHOBEN_LUXUS	$,\!26$		,22		$,\!25$	
BALKON	,78		,75		,77	
MODERNISIERT_BAUJAHR_2000	$,\!40$		$,\!35$		$,\!32$	
LOFT_PENTHOUSSE	,05		,02		$,\!05$	
BAK_BIS_1918	,18		,07		,20	
BAK_1919_48	,05		,06		$,\!05$	
BAK_1949_57	,06		,07		,04	
BAK_1958_68	$,\!12$		$,\!17$		,10	
BAK_1969_78	$,\!14$		,20		,18	
BAK_1979_83	,03		,05		,05	
BAK_1984_94	,09		$,\!12$		,10	
BAK_1995_02	,09		$,\!10$		,14	
BAK_2002_06	,06		,04		$,\!04$	
BAK_AB_2007	,19		,13		,09	
II_2008	,27		$,\!27$		$,\!27$	
I_2009	$,\!24$		$,\!23$		$,\!23$	
II_2009	$,\!23$		$,\!24$		$,\!23$	
I_2010	$,\!26$		$,\!26$		$,\!27$	
MIGRATION	41,9	18,7	50,7	19,2	46,6	$19,\!4$
UH_SN_86_100	$,\!30$		,18		,04	
$UH_SN_61_85$	,27		$,\!26$		$,\!16$	
$UH_SN_0_60$	,06		,03		,12	
UH_SH_86_100	,06		,04		,15	
UH_SH_61_85	,07		,03		,05	
$UH\_SH\_0\_60$	,01		,00		,00	
UN_SN_86_100	,00		,04		$,\!02$	
UN_SN_61_85	,05		,18		,08	
$UN_SN_0_60$	,06		,12		,11	
UN_SH_86_100	,01		,02		,04	
UN_SH_61_85	,06		,07		,08	
UN_SH_0_60	,04		,03		,15	

N = 8.641	$egin{array}{c}  ext{Mittelwert} \  ext{(Stadtteile)} \end{array}$	Mittelwert (Stadtviertel)
(K_)UH_SN_86_100	,18	,21
(K_)UH_SN_61_85	,26	,31
(K_)UH_SN_0_60	$,\!03$	,05
(K_)UH_SH_86_100	$,\!04$	,03
(K_)UH_SH_61_85	$,\!03$	,03
(K_)UH_SH_0_60	,00	,00
(K_)UN_SN_86_100	$,\!04$	,03
(K_)UN_SN_61_85	,18	,17
$(K_{UN}SN_{0}60$	,12	,12
(K_)UN_SH_86_100	$,\!02$	,01
(K_)UN_SH_61_85	,07	,03
(K_)UN_SH_0_60	,03	,01

Tabelle 48: Verteilung der Wohnungen in den Kölner Gebietstypen auf Ebene der Stadtteile und -viertel

## Zusammenhang zwischen Baualtersklasse und Nahmobilitätswert bei Wohnungen

Wohnungen der Baualtersklasse bis 1918 haben mit 85 Punkten die höchsten durchschnittlichen Nahmobilitätswerte, während die nachfolgenden Baualtersklassen tendenziell sinkende Nahmobilitätswerte aufweisen (Tab. 49). Ältere Wohnungen befinden sich historisch bedingt meist in den durch Geschäftsstraßen geprägten Stadt-, Orts- und Nebenzentren mit einer hohen Nutzungsdichte. Es ist weiter festzustellen, dass in urbanen Gebieten die Nahmobilitätswerte der Wohnungen in jeder Baualtersklasse etwa 10 bis 15 Punkte höher sind als in suburbanen Räumen. In urbanen Räumen sind beispielsweise alltagsrelevante Einrichtungen bei einer vor 1918 gebauten Wohnung durchschnittlich 400 m entfernt, während bei später gebauten Objekten die Entfernung bis zu 620 m beträgt. In suburbanen Gebieten sind abhängig von der Baualtersklasse alltagsrelevante Aktivitätsziele durchschnittlich sogar bis zu 750 m entfernt. Damit sind in urbanen Räumen fast alle alltagsrelevanten Ziele fußläufig erreichbar, während in suburbanen Räumen die Erreichbarkeit eingeschränkt sein kann und daher andere Verkehrsmittel, meist der eigene Pkw, zum Erreichen dieser Ziele genutzt werden. In den erreichten Nahmobilitätswerten der Wohnungen spiegelt sich damit – ebenfalls wie zuvor bei den Häusern – die Entwicklung von einer fußgerechten hin zur autogerechten Stadt. Trotz der seit den 1990er Jahren geführten Nachhaltigkeitsdebatte und der Forderung nach integrierten Wohnlagen ist nur bei Neubauten (Baujahr ab 2007) in urbanen Räumen eine Trendumkehr zu wieder steigenden Nahmobilitätswerten erkennbar.

Tabelle 49: Durchschnittliche Nahmobilitätswerte der Wohnungen in Abhängigkeit des Baualters und des Indikators Urbanität

Baualtersklasse	$egin{aligned}  ext{NMW} \  ext{Wohnungen} \ ( ext{N} = 17.489) \end{aligned}$	m NMW Wohnungen; Urbanität: hoch $ m (N=10.877)$	m NMW Wohnungen; Urbanität: niedrig (N = 6.612)
bis 1918	85	86	69
1919 bis 1948	82	84	75
1949  bis  1957	79	82	63
1958 bis 1968	73	77	65
1969  bis  1978	70	75	65
1979 bis 1983	75	79	69
1984 bis 1994	71	77	66
1995  bis  2001	69	76	61
2002  bis  2006	69	76	60
$ab\ 2007$	70	77	61
$\operatorname{Gesamt}$	73	79	64

Umrechnung der Nahmobilitätswerte in durchschnittliche metrische Entfernungen zu alltagsrelevanten Aktivitätszielen: 60 (750 m), 65 (685 m), 70 (615 m), 75 (545 m), 80 (470 m), 85 (395 m).

Eigene Darstellung.

### Angebotspreisniveau von Wohnungen in den zwölf Gebietstypen

Die höchsten Angebotspreise (2.500 bis 2.700 Euro/qm) fordern Verkäufer in statushohen urbanen Gebieten, wobei der Angebotspreis positiv mit dem Nahmobilitätswert korreliert (Abb. 30). Das Angebotspreisniveau in sozial benachteiligten urbanen Gebieten ist mit 1.800 bis 1.900 Euro/qm niedriger, auch ist kein linearer Zusammenhang zwischen Angebotspreis und Nahmobilitätswert erkennbar, was auf eine geringe Bedeutung der fußläufigen Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele hindeutet. Das Angebotspreisniveau von Wohnungen liegt in suburbanen Räumen meist niedriger als in urbanen Räumen, ebenfalls ist die Differenz zwischen statushohen (1.750 bis 2.050 Euro/qm) und statusniedrigen (1.600 bis 1.900 Euro/qm) Räumen weniger stark ausgeprägt. Dies deutet auf einen größeren Einfluss des Indikators "Soziale Benachteiligung" auf Immobilienpreise in städtischen Räumen hin. In suburbanen Gebieten korrelieren die Angebotspreise negativ mit den Nahmobilitätswerten. Die Ergebnisse deuten damit eine Zahlungsbereitschaft für die fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele insbesondere in statushohen urbanen Räumen an, während Haushalte in suburbanen Räumen trotz Abwesenheit dieser Aktivitätsziele höhere Preise zu zahlen bereit sind. Damit sind bereits vor der ökonometrischen Analyse Unterschiede zwischen urbanen und suburbanen Gebieten erkennbar.

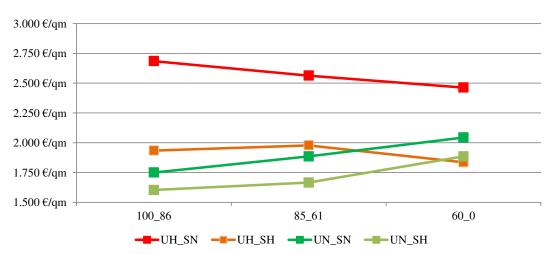


Abbildung 30: Angebotspreise von Wohnungen differenziert nach Raumtyp und Nahmobilitätsniveau

Die Preisniveaus der jeweiligen Gebietstypen werden vor allem durch die Indikatoren "Soziale Benachteiligung" und "Urbanismus" bestimmt, während die Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele einen geringeren Einfluss aufweist. Die Mittelwertdifferenzen sind beim Indikator "Soziale Benachteiligung" (ca. 550 Euro/qm) und beim Indikator "Urbanismus" (ca. 600 Euro/qm) ausgeprägt. Der hohe Wert beim Indikator "Urbanismus" ist unter dem Stichwort Lagerente erklärbar, welche im Stadtkern den höchsten Wert aufweist und mit zunehmender Distanz zur Kernstadt abnimmt (GANS, 2011, S. 439). Die hohe Differenz beim Indikator "Soziale Benachteiligung" ist durch die Variablenzusammensetzung des Indikators zu erklären, da diese mittelbar auf hohe oder niedrige Einkommen schließen lassen, die indirekt die Nachfrage nach Immobilien beeinflussen (ZEW, 2010, S. 63).

Tabelle 50: Mittelwertunterschiede der Angebotspreise bei Wohnungen differenziert nach den Sozialraumindikatoren

Durchschnittlicher Angebotspreis Wohnungen ( $N=17.489$ )	hoch	niedrig	Mittelwert- differenz
Indikator "Soziale Benachteiligung" Indikator "Urbanismus"	$\begin{array}{c} 1.836 ~ \P/qm \\ 2.476 ~ \P/qm \end{array}$	$\begin{array}{c} 2.389 \; \P/qm \\ 1.864 \; \P/qm \end{array}$	533 €/qm 612 €/qm

Die Mittelwertunterschiede sind auf dem 5%-Niveau signifikant. Eigene Darstellung.

Der Indikator "Migration" wird nicht näher ausgeführt, da dieser nicht direkt für die Bildung der Raumeinheiten herangezogen wird. Der signifikante (p < 0.05) Mittelwertunterschied zwischen Gebieten mit hoher und niedriger Migration ist mit 40 Euro/qm gering.

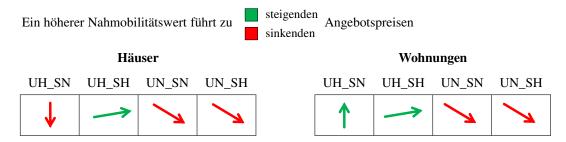
## 4.4.1.3. Zwischenfazit deskriptive Statistik

Die für die beiden Objekttypen Haus und Wohnung beschriebenen Ergebnisse der deskriptiven Analyse werden durch die Ergebnisse älterer Studien gestützt (vgl. BBSR, 2011, S.154 ff.). Die verwendeten Datensätze ("Wohnungen", "Wohnungen\_Köln", "Haus" und "Haus\_Köln") sind repräsentativ für die Städte Frankfurt, Köln und Wiesbaden im Speziellen und für die Angebotspreise von Metropolregionen, Kernstädten bzw. verdichteten Räumen in Westdeutschland im Allgemeinen. Die Datensätze unterliegen durch imputierte Werte keiner systematischen Verzerrung. Im Fokus dieser Arbeit stehen zwölf Gebietstypen, die mithilfe der Indikatoren "Urbanismus", "Soziale Benachteiligung" sowie dreier Nahmobilitätsniveaus gebildet werden.

Bei Häusern ist in den suburbanen Raumtypen (UN) mit zunehmender Distanz zu alltagsrelevanten Aktivitätszielen eine leichte Zunahme der durchschnittlichen Angebotspreise erkennbar und im statushohen urbanen Raumtyp eine starke Zunahme erkennbar. Nur in urbanen statusniedrigen Räumen (UH\_SH) führen höhere Nahmobilitätswerte zu höheren Angebotspreisen – wobei die Zunahme marginal ist. Ein deutlicher Einfluss der Nahmobilität auf die Angebotspreise von Häusern ist nur in statushohen Räumen (SN) zu erkennen, wobei die Angebotspreise negativ mit den Nahmobilitätswerten korrelieren. Dies führt zur Annahme, dass in statushohen Gebieten andere Standortfaktoren als die fußläufige Erreichbarkeit von alltagsrelevanten Aktivitätszielen von Bedeutung sind. Bei Wohnungen korrelieren die Angebotspreise in urbanen Räumen (UN) positiv mit dem Nahmobilitätsniveau, da höhere Nahmobilitätswerte zu höheren Angebotspreisen führen. In suburbanen Räumen korrelieren die Nahmobilitätswerte hingegen negativ mit den Angebotspreisen.

Die aus den US-amerikanischen Studien (Punkt 2.1.2) pauschal abgeleitete Schlussfolgerung, dass ein höherer Nahmobilitätswert zu höheren Angebotspreisen führt, darf daher vor Durchführung der ökonometrischen Analyse angezweifelt werden. Eine positive Korrelation zwischen Nahmobilitätswert und Angebotspreis lässt sich nur bei Wohnungen in urbanen Räumen beobachten (Abb. 31).

Abbildung 31: Erwarteter Einfluss der Nahmobilität auf Immobilienpreise in Abhängigkeit des Raumtyps



Anmerkung: Bei Wohnungen wird beispielsweise im Raumtyp UH\_SN ein stark positiver und im Raumtyp UH\_SH ein leicht positiver Einfluss der Nahmobilität auf die Immobilienangebotspreise erwartet, die absolute Höhe des Einflusses ist allerdings nicht abschätzbar. Eigene Darstellung.

Dieser Befund wird zunächst kritisch auf Plausibilität geprüft. In den BBR-Gebietstypen "Reines Wohngebiet (Altbau)" sowie "Dörfliches Gebiet" wird von 80% der Bewohner eine ruhige Wohnlage als wichtigstes Standortkriterium erachtet und damit wichtiger eingeschätzt als die Erreichbarkeit von Einkaufsmöglichkeiten oder Schulen. In städtischen Mischgebieten hingegen wird eine integrierte Lage wichtiger als eine ruhige Wohnlage erachtet (BÖLTKEN ET AL., 2007). Unabhängig vom Gebietstyp wird bei Häusern der fußläufigen Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele nur ein relativ niedriger Nutzwert beigemessen. Der Wunsch nach einem neuen Eigenheim in peripheren Gebieten kann ebenfalls wie der Wunsch nach Ruhe in suburbanen Gebieten beispielsweise dafür verantwortlich sein, dass eine größere Distanz zu Aktivitätszielen akzeptiert oder sogar gewünscht wird. Die Ergebnisse der deskriptiven Statistik führen damit zu der Schlussfolgerung, dass die Beurteilung des Nutzwertes von fußläufig erreichbaren alltagsrelevanten Aktivitätszielen erstens vom Raumtyp und zweitens der Immobilienart (Haus oder Wohnung) abhängt.

## 4.4.2. Explorative räumliche Datenanalyse

Die explorative räumliche Datenanalyse (engl. Explanatory Spatial Data Analysis (ES-DA)) hat das Ziel, räumliche Zusammenhänge zu identifizieren und darzustellen (AN-SELIN, 2005, S. 258). Die ESDA ermöglicht eine bessere Einordnung und Interpretation der Ergebnisse der ökonometrischen Analyse. Im Folgenden werden zuerst die lokalen Angebotspreisniveaus in den Untersuchungsstädten dargestellt. Anschließend wird für die Variablen der ökonometrischen Analyse das Moran´s I berechnet, um das Vorhandensein räumlicher Autokorrelation vorab einschätzen zu können.

#### 4.4.2.1. Lokale Angebotspreisniveaus in den Untersuchungsstädten

Durch die kartografische Darstellung lokaler Angebotspreisniveaus sollen die Ergebnisse der Sozialraumanalyse und der deskriptiven Analyse verknüpft sowie eine bessere Verständlichkeit der Ergebnisse der ökonometrischen Modelle erreicht werden. Die Karten zeigen nach Wyatt (1996, S. 71) allerdings nur das Muster unterschiedlicher Preisniveaus auf, ohne das Muster selbst zu erklären. Bei der Berechnung lokaler Wohnungspreise werden Bestands- und Neubauwohnungen gemeinsam berücksichtigt, da sich durch den Ausschluss von Neubauwohnungen kein anderes Muster der räumlichen Verteilung lokaler Angebotspreisniveaus ergeben würde. Detaillierte Informationen zu den Kaufpreisniveaus von Bestands- und Neubauwohnungen sind in den Immobilienmarktberichten der Untersuchungsstädte zu finden. Bei den Häusern ist die Berechnung lokaler Angebotspreisniveaus mit Schwierigkeiten verbunden, die wie folgt zu beschreiben sind: Erstens werden in dieser Arbeit die Haustypen Villa, EFH, RH/DH sowie Sonstige Häuser differenziert, zweitens sind in vielen Raumeinheiten für bestimmte Haustypen nur wenige Fälle vorhanden, weshalb die Berechnung lokaler Preisniveaus durch Ausreißer stark beeinflusst würde. Drittens sind die durchschnittlichen Preisniveaus für Villen (ca. 1 Mio. Euro), EFH (ca. 455.000 Euro), Sonstige Häuser (ca. 417.000 Euro) und Reihenhäuser/Doppelhäuser (ca. 315.000 Euro) zu heterogen, um ein gemeinsames durchschnittliches Preisniveau angeben zu können und viertens ist zwischen Bestandsund Neubauten (BAK AB 2007) eine große Angebotspreisdifferenz vorhanden, sodass eine überdurchschnittliche Anzahl an Neubauten, z.B. aufgrund von Neubaugebieten, das lokale Preisniveau verzerren würde. Die Darstellung der lokalen Hauspreisniveaus bewegt sich damit im Anforderungsdreieck einer ausreichend hohen Anzahl an verfügbaren Vergleichsfällen in allen Gebietseinheiten, der Berücksichtigung unterschiedlicher Preisniveaus bedingt durch Haustypen sowie von Preisniveaudifferenzen zwischen Neuund Bestandsbauten. Im Ergebnis werden nur Bestandsimmobilien der Objekttypen EFH, RH/DH sowie Sonstige Häuser berücksichtigt, da diese vergleichbare Preisniveaus aufweisen und in ausreichender Zahl vorliegen. Mit dieser Auswahl können Muster identifiziert und generalisierende Aussagen für räumlich heterogene Preisniveaus abgeleitet werden.<sup>101</sup>

## Räumliche Verteilung der durchschnittlichen Angebotspreise in Frankfurt

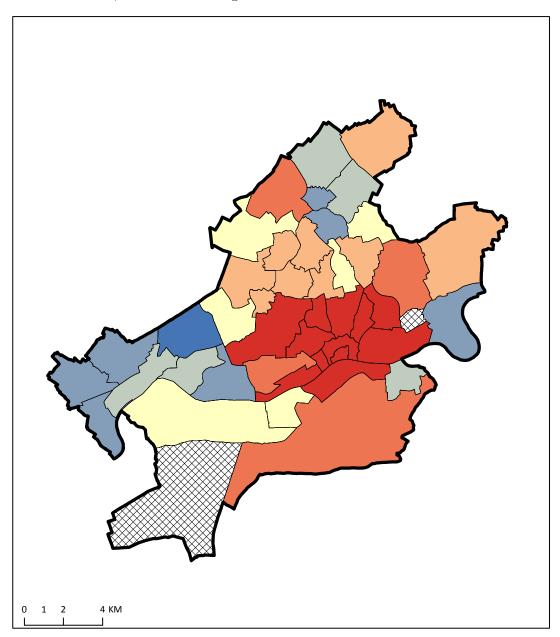
In der Frankfurter Innenstadt sowie angrenzenden Stadtteilen haben Wohnungen das höchste Angebotspreisniveau (Abb. 32). Von dort fallen die Preise Richtung Norden, Osten und Süden moderat, im Westen (z.B. Sossenheim, Unterliederbach, Zeilsheim) sind deutlich niedrigere Angebotspreise festzustellen. In Nord-Süd-Richtung sind damit die höchsten Preise zu finden, mit Höchstpreisen im Stadtzentrum (z. B. Altstadt, Innenstadt, Westend-Süd/Nord, Nordend-West/Ost). In Ost-West-Richtung sind ein mittleres Preisniveau im Osten, Höchstpreise im Stadtzentrum sowie stark abfallende Preise im Westen zu beobachten. Für die durchschnittlichen Angebotspreise der Häuser ergibt sich ein vergleichbares Muster (Abb. 33), nämlich hohe Preise im Norden, Osten und Süden der Kernstadt und niedrigere Preise im Westen. Die höchsten Angebotspreise für Häuser finden sich in den Stadtteilen nördlich des Stadtzentrums (z. B. Bockenheim, Nordend-Ost/West, Westend-Süd/Nord). In dem von Mehrfamilienhausbebauung geprägten Stadtzentrum werden nur wenige Häuser angeboten, sodass keine Auswertung erfolgt. Dieses allgemeine Bild der Angebotspreise für Wohnungen und Häuser korrespondiert mit der Sozialraumanalyse. Statushohe Gebiete sind in Nord-Süd-Richtung angeordnet sowie teilweise im Osten. Statusniedrige Gebiete befinden sich eher im Westen des Stadtraumes. Als weiteres Differenzierungsmerkmal kann der Indikator "Urbanismus" identifiziert werden, bei dessen Betrachtung sich urbane Strukturen positiv auf die Angebotspreise auswirken.

#### Räumliche Verteilung der durchschnittlichen Angebotspreise in Köln

Die räumliche Darstellung zeigt, dass der Rhein einen links- und rechtsrheinischen Immobilienmarkt konstituiert, wobei das rechtsrheinische Preisniveau insgesamt auf einem niedrigen bis sehr niedrigem Niveau ist (Abb. 34). Das höchste Angebotspreisniveau in Köln haben Wohnungen im linksrheinischen Stadtzentrum sowie in den daran angrenzenden westlichen und südlich gelegenen Stadtteilen. Die im Norden gelegenen linksrheinischen Stadtteile wie Worringen, Merkenich oder Seeberg haben ebenfalls ein niedriges bis mittleres Preisniveau. Die Analyse auf Stadtviertelebene ermöglicht kleinräumige differenziertere Aussagen, die Beschreibung des grundsätzlichen Musters bleibt aber gleich (Abb. 35). Höhere Angebotspreise für Wohnungen finden sich im linksrheinischen Stadtzentrum, sowie westlich und südlich angrenzenden Vierteln, während die rechtsrheinischen Gebiete ein niedrigeres Preisniveau haben. Bei den Häusern finden sich die höchsten Angebotspreise außerhalb des Stadtzentrums in den Stadtteilen Lindenthal, Marienburg und Hahnwald, die westlich und südlich des Stadtzentrums liegen (Abb. 36).

Um dem Leser die Interpretation der folgenden Karten zu erleichtern, werden in allen Städten den gleichen Preisniveauklassen identische Farben zugeordnet. Aufgrund unterschiedlicher Preisniveaus in den Städten finden sich nicht immer alle dargestellten Klassen der Legende in der Karte wieder.

Abbildung 32: Durchschnittliches Angebotspreisnive<br/>au im Zeitraum 07/2008 bis 06/2010 für Wohnungen in Frankfurt



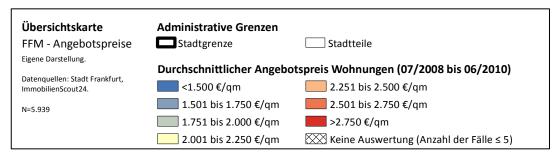
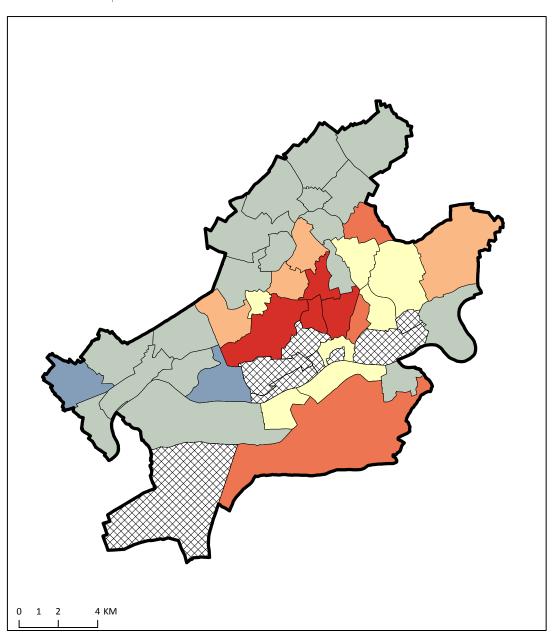
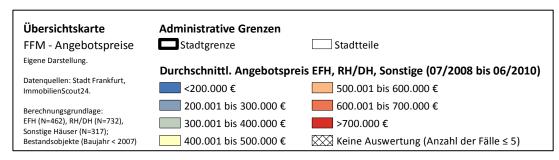


Abbildung 33: Durchschnittliches Angebotspreisnive<br/>au im Zeitraum 07/2008 bis 06/2010 für Häuser in Frankfurt





Im nördlichen linksrheinischen sowie dem gesamten rechtsrheinischen Stadtgebiet ist das Preisniveau für Häuser auf einem niedrigen bis mittleren Niveau. Die Darstellung auf Stadtviertelebene bestätigt diesen grundsätzlichen Befund und zeigt zudem, dass Häuser nicht innerstädtisch, sondern überwiegend in suburbanen Räumen zum Kauf angeboten werden (Abb. 37). Die räumliche Verteilung unterschiedlichen Preisniveaus für Wohnungen und Häuser korrespondieren mit den Raumtypen der Sozialraumanalyse. Die Sozialraumanalyse und Immobilienpreisanalyse auf Stadtviertelebene führen zu ähnlichen Mustern, die lokal differenziertere Aussagen ermöglichen.

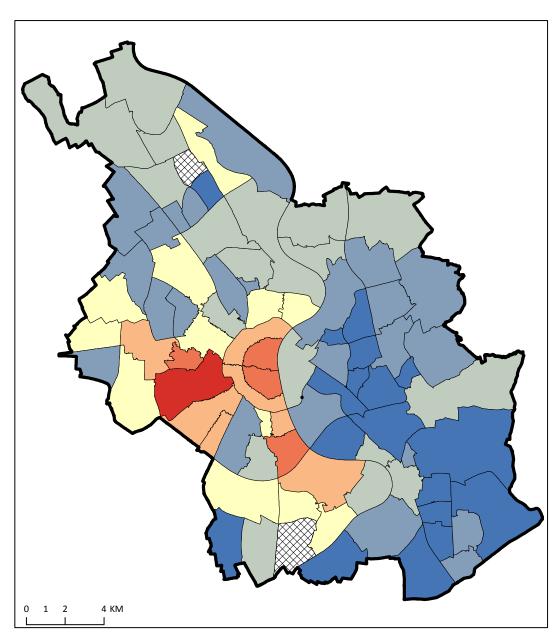
## Räumliche Verteilung der durchschnittlichen Angebotspreise in Wiesbaden

In Wiesbaden liegen die Ortsbezirke mit den höchsten durchschnittlichen Angebotspreisen für Wohnungen östlich des Stadtzentrums (Abb. 38). Sehr hohe Werte weisen die Ortsbezirke Sonnenberg, Nordost, Südost sowie die eher suburban geprägten Ortsbezirke Kloppenheim und Igstadt auf. Auffällig ist, dass die im Stadtzentrum gelegenen Ortsbezirke Mitte und Westend/Bleichstraße ein eher niedriges Preisniveau haben. Die nördlich gelegenen Ortsbezirke sind durch ein höheres Preisniveau geprägt als die südlich gelegenen. Der suburban geprägte Charakter einzelner Ortsbezirke zeigt sich darin, dass in Heßloch (4), Rambach (5), Kloppenheim (6) und Igstadt (10) im zweijährigen Untersuchungszeitraum nur wenige Wohnungen für die Analyse zur Verfügung stehen. Die durchschnittlichen Angebotspreise für Häuser zeigen ebenfalls, dass im Stadtzentrum (Mitte, Westend/Bleichstraße) ein niedriges Preisniveau zu finden ist, während die vom Stadtzentrum östlich gelegenen Ortsbezirke Nordost, Sonnenberg, Südost, Bierstadt sowie Kloppenheim ein hohes Angebotspreisniveau aufweisen (Abb. 39). Der Vergleich der Angebotspreise für Wohnungen und Häuser korrespondiert mit der Sozialraumanalyse. Höhere Preise finden sich in statushohen urbanen Ortsbezirken. In suburban gelegenen und/oder sozial benachteiligten Gebieten sind niedrigere Preisniveaus zu finden.

## Zwischenfazit - Räumliche Verteilung lokaler Angebotspreisniveaus

Die räumliche Analyse der Angebotspreise für Wohnungen und Häuser stimmt in hohem Maße mit den Ergebnissen der Sozialraumanalyse überein. Eine geringe soziale Benachteiligung sowie hohe Urbanismuswerte führen innerhalb einer Stadt zu höheren Preisen. Von dieser grundsätzlichen Aussage sind lokale Abweichungen möglich. Beispiele hierfür sind die hohen Angebotspreise für Häuser in den suburban geprägten Stadtteilen Köln-Hahnwald, Köln-Marienburg oder Wiesbaden-Heßloch, die auf statushohe Wohngebiete schließen lassen. Am Beispiel der Kölner Stadtviertel zeigt sich, dass eine kleinräumigere Analyseebene zwar differenziertere Aussagen ermöglicht, die Schlussfolgerungen aber ähnlich wie auf Stadtteilebene sind. Die Analyse der lokalen Preisniveaus weist weiter auf heterogene Immobilienmarktstrukturen der Untersuchungsstädte hin. Während in Frankfurt die höchsten Angebotspreise im Stadtzentrum zu finden sind, befinden sich diese Gebiete in Köln und Wiesbaden eher in Gebieten, die an das Stadtzentrum angrenzen. Das Ergebnis der räumlichen Angebotspreisanalyse spricht für die Anwendung räumlicher ökonometrischer Verfahren, da nicht nur der Raumtyp selbst, sondern ebenfalls die relative Lage in diesem Raumtyp einen Einfluss auf den Angebotspreis ausübt. Die vorliegenden Ergebnisse der räumlichen Analyse der Angebotspreise ermöglichen es weiter, die Ergebnisse der deskriptiven Statistik besser einzuordnen.

Abbildung 34: Durchschnittliches Angebotspreisniveau im Zeitraum 07/2008 bis 06/2010 für Wohnungen in Köln (Stadtteil)



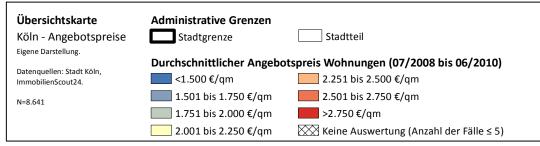
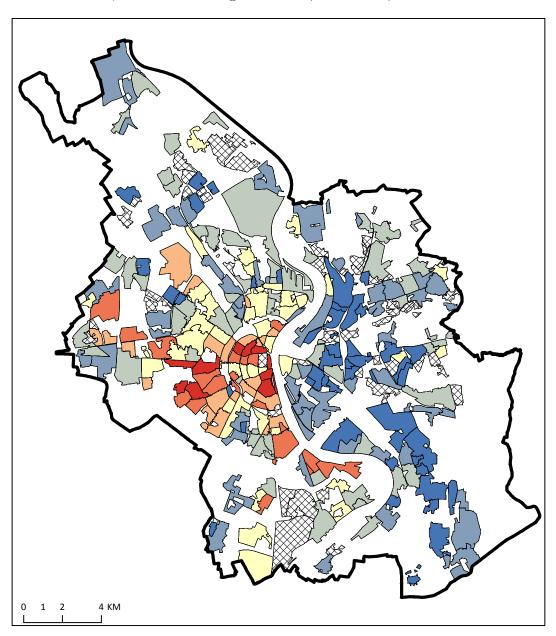


Abbildung 35: Durchschnittliches Angebotspreisniveau im Zeitraum 07/2008 bis 06/2010 für Wohnungen in Köln (Stadtviertel)



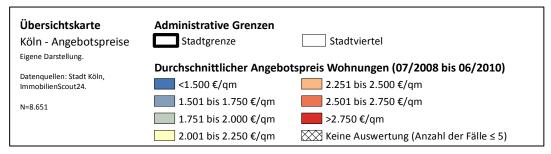
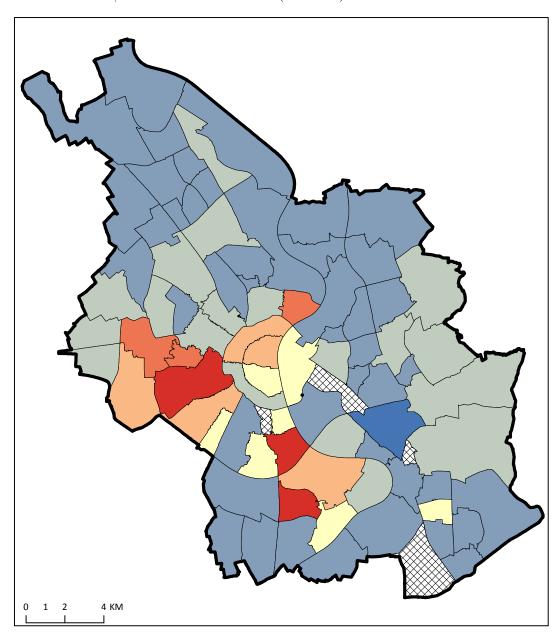


Abbildung 36: Durchschnittliches Angebotspreisniveau im Zeitraum 07/2008 bis 06/2010 für Häuser in Köln (Stadtteil)



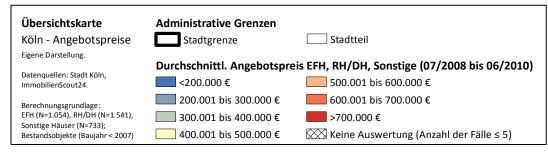
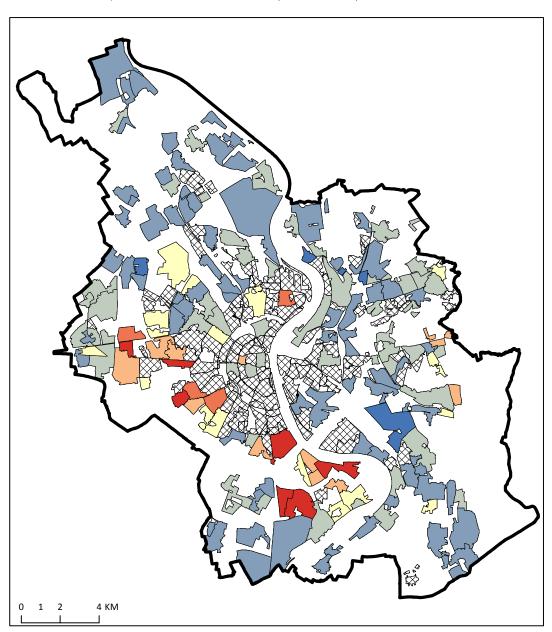


Abbildung 37: Durchschnittliches Angebotspreisniveau im Zeitraum 07/2008 bis 06/2010 für Häuser in Köln (Stadtviertel)



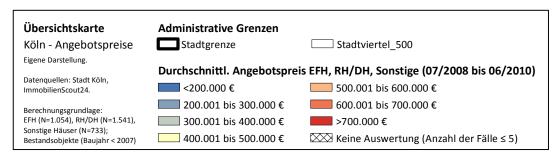
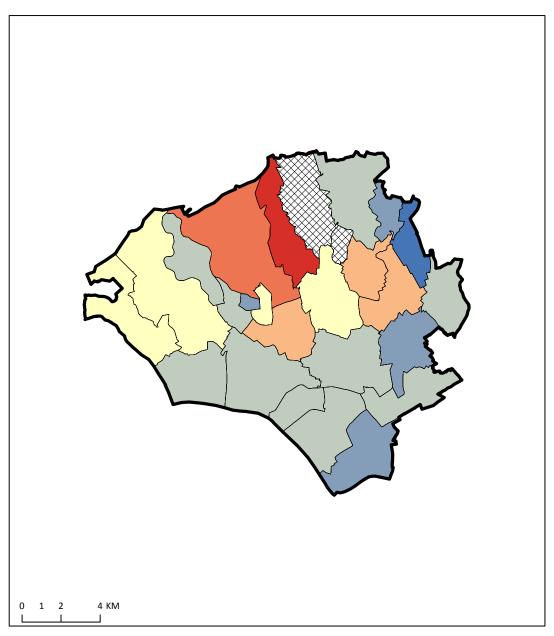


Abbildung 38: Durchschnittliches Angebotspreisnive<br/>au im Zeitraum 07/2008 bis 06/2010 für Wohnungen in Wiesbaden



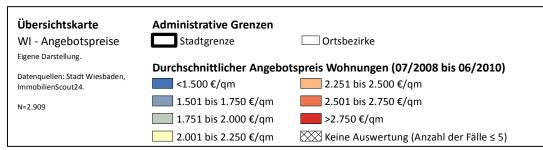
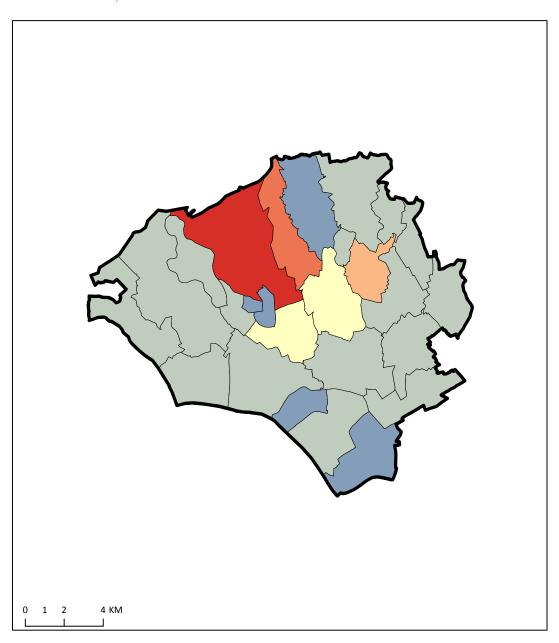
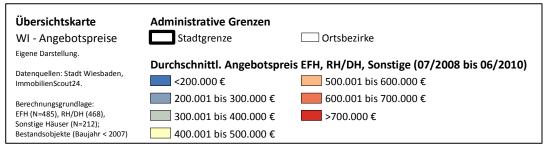


Abbildung 39: Durchschnittliches Angebotspreisnive<br/>au im Zeitraum 07/2008 bis 06/2010 für Häuser in Wiesbaden





## 4.4.2.2. Räumliche Autokorrelation der Variablen

Die in dieser Arbeit verwendeten ökonometrischen Modelle unterscheiden sich in den Annahmen und im Umgang mit vorhandener räumlicher Autokorrelation, weshalb die in den ökonometrischen Analysen verwendeten Variablen der vier Datensätze "Häuser", "Häuser Köln", "Wohnungen" und "Wohnungen Köln" auf univariate räumliche Autokorrelation untersucht werden. Als statistisches Maß wird das Moran's I verwendet, welches standardisierte Werte zwischen -1 und +1 annimmt und die Stärke des Zusammenhangs benachbarter Werte anzeigt (Punkt 2.5.4). Werte nahe Null bzw. leicht negative Werte weisen auf eine räumliche Unabhängigkeit der Fälle hin, ein positiver Wert auf das Vorliegen räumlich geclusterter Werte (LESAGE & PACE, 2009, S. 11). Bei der Berechnung des Moran's I ist die Definition der Nachbarschaftsmatrix W von wesentlicher Bedeutung. Analog zur späteren ökonometrischen Analyse wird das Moran's I für alle Datensätze mit den drei datensatzspezifischen Gewichtungsmatrizen mit je fünf, zehn oder 15 benachbarten Fällen berechnet. Bei jedem Datensatz nimmt bei Aufnahme zusätzlicher Fälle in die Gewichtungsmatrix die Stärke der räumlichen Autokorrelation ab und die Signifikanz der Ergebnisse zu. Die wesentlichen Grundaussagen sind unabhängig von der verwendeten Gewichtungsmatrix vergleichbar. Im Folgenden werden daher nur die Ergebnisse der Gewichtungsmatrix mit 15 Fällen beschrieben. Die Werte aller Variablen befinden sich im Anhang B.1.

## Datensatz: Häuser

Bei den Datensätzen "Häuser" und "Häuser\_ Köln" führt der univariate Test auf räumliche Autokorrelation bei den Objektmerkmalen sowie dem Angebotszeitraum zu vergleichbaren Ergebnissen, weshalb diese gemeinsam dargestellt werden. Alle Objektmerkmale weisen eine signifikante (p < 0.05) räumliche Autokorrelation auf. Eine hohe räumliche Autokorrelation ist insbesondere bei den Variablen APREIS\_LOG (i = 0, 41), WOHNFLAECHE\_LOG (i = 0, 20), GRUNDFLAECHE\_LOG (i = 0, 24) und (OZID\_ERSTBEZUG; i = 0, 20) festzustellen. Etwas abgeschwächt ist auch eine räumliche Autokorrelation der Objekttypen sowie der Baualtersklassen feststellbar. Dies erscheint plausibel, da benachbarte Immobilien häufig ähnlich groß sind, zu ähnlichen Zeitpunkten gebaut wurden und ein vergleichbares Preisniveau aufweisen (Punkt 4.4.2.1).

Die Variable OZID\_RENOVIERUNG sowie die Dummy-Variablen der Angebotszeiträume weisen nur eine niedrige räumliche Autokorrelation auf (i < 0,04). Dies war zu erwarten, da der Verkauf einer Immobilie zeitlich meist unabhängig von benachbarten Objekten erfolgt und auch der tatsächliche Objektzustand unabhängig von benachbarten Objekten ist. Der sehr hohe i-Wert von 0,91 bei der Variablen MIGRATION ist nachvollziehbar und lässt sich auf die verwendete Methodik zurückführen, da alle Immobilien innerhalb einer Gebietsabgrenzung den gleichen Migrationswert zugewiesen bekommen haben. Aus dem gleichen Grund weisen auch die Dummy-Variablen der Gebietstypen sehr hohe i-Werte auf, wobei diese auf Stadtviertel-/Ortsbezirksebene (0,58) bis (0,76) größer sind als auf der darunter liegenden Ebene der Kölner Stadtviertel (0,11) bis (0,67), was ebenfalls schlüssig ist. Die Analyse auf räumliche Autokorrelation hat zum Ergebnis, dass die Fälle in den Datensätzen "Häuser" und "Häuser\_Köln" eine hohe räumliche Autokorrelation bei Objektmerkmalen sowie eine sehr hohe räumliche Autokorrelation bei Lagemerkmalen aufweisen. Damit ist die zentrale Annahme der räumlichen Unabhängigkeit der Fälle für das OLS-Modell nicht erfüllt. Ebenso entfällt

eine zentrale Voraussetzung des GWR-Modells, da dieses auf der Annahme räumlich variierender Objekteigenschaft basiert. Der Test auf räumliche Autorkorrelation bestätigt damit die Eignung des SDM-Modells im Rahmen der ökonometrischen Analyse.

## Datensatz: Wohnungen

Bei den Datensätzen "Wohnungen" und "Wohnungen\_Köln" führt der univariate Test auf räumliche Autokorrelation bei den Objektmerkmalen sowie dem Angebotszeitraum zu vergleichbaren Ergebnissen weshalb diese gemeinsam dargestellt werden. Alle untersuchten Variablen weisen eine signifikante (p < 0.05) räumliche Autokorrelation auf. Insbesondere bei den Variablen ANGEBOTSPREIS\_LOG (i = 0,57), ERSTBEZUG (i = 0,31), BAK\_BIS\_1918 (i = 0,36), BAK\_1969\_78 (i = 0,31) und WOHNFLAECHE\_LOG (i = 0,20) ist eine hohe räumliche Autokorrelation festzustellen. Etwas abgeschwächt ist auch eine räumliche Autokorrelation weiterer Objektmerkmale (z. B. GEHOBEN\_LUXUS) sowie der Baualtersklassen feststellbar. Die Ergebnisse bestätigen damit das allgemeine Erfahrungswissen, dass kleinräumig Wohnungen ähnliche Objekteigenschaften aufweisen.

Die Variable OZID RENOVIERUNG sowie die Dummy-Variablen der Angebotszeiträume weisen nur eine niedrige räumliche Autokorrelation auf (i < 0.04) und entsprechen wie zuvor bei den Häusern den Erwartungen. Der sehr hohe i-Wert von 0,94 bei der Variablen MIGRATION ist aufgrund der verwendeten Methodik nachvollziehbar. Die Dummy-Variablen der Gebietstypen weisen deshalb ebenfalls sehr hohe i-Werte auf, wobei die i-Werte auf Stadtviertel-/Ortsbezirksebene (0,46 bis 0,83) ähnlich hoch sind wie auf der darunter liegenden Ebene der Kölner Stadtteile (0,49 bis 0,87). Die Ausnahme von dieser allgemeinen Beobachtung bildet der Gebietstyp K UH SH 0 60 (i = 0,06), da hier die räumliche Autokorrelation weniger ausgeprägt ist. In diesem Gebietstyp werden nur wenige Wohnungen zum Kauf angeboten, weshalb benachbarte Objekte meist anderen Gebietstypen zugeordnet werden. Die Analyse auf räumliche Autokorrelation hat eine hohe räumliche Autokorrelation bei den Objektmerkmalen sowie eine sehr hohe räumliche Autokorrelation bei den Lagemerkmalen zum Ergebnis. Damit weist das SDM-Modell ähnlich wie zuvor bei den Häusern vorab die höchste Eignung für die ökonometrische Analyse auf. Die Voraussetzungen für das GWR-Modell sind nicht gegeben und beim OLS-Modell wird eine räumliche Autorkorrelation der Residuen erwartet.

## Zwischenfazit - Räumliche Autokorrelation

Die Moran's I Tests bestätigen damit den Befund vorheriger Immobilienmarktstudien, die auf die räumliche Autokorrelation benachbarter Objektmerkmale und Immobilienpreise hinweisen (OSLAND, 2010). Auf Basis dieser Erkenntnisse und Ergebnisse ergeben sich für die ökonometrische Analyse folgende Konsequenzen.

1. Das GWR-Modell kann nicht angewendet werden, da die r\u00e4umliche Variation der Variablen wesentliche Voraussetzung ist. Diese grunds\u00e4tzliche Bedingung erf\u00fclen die bisher publizierten Immobilienmarktanalysen, in denen das GWR-Modell Anwendung fand. Problematisch ist zudem die sehr hohe Autokorrelation von Gebiets-Dummys bei GWR-Analysen zu sehen.\u00e4102

Die GWR-Methode wurde zu Testzwecken wie in Abschnitt 3.2 beschrieben auf die vier Datensätze dieser Arbeit angewendet. Aufgrund der hohen räumlichen Autokorrelation wurden die MATLAB-Berechnungen mit einer Fehlermeldung abgebrochen.

- 2. Die räumliche Autokorrelation der Variablen verletzt eine zentrale Annahme des OLS-Modells und führt zu verzerrten Schätzern. Die theoretischen Überlegungen zur Angebotspreisfestsetzung haben das OLS-Modell für diese Arbeit bereits als ungeeignet qualifiziert, der Test auf räumliche Autokorrelation bestätigt diesen Befund. Die Ergebnisse des OLS-Modells werden in der späteren Analyse deshalb genannt, um Unterschiede zwischen dem OLS- und dem SDM-Modell herauszustellen.
- 3. Die räumliche Autokorrelation von Objekt- und Lagemerkmalen sowie die theoretischen Überlegungen zur Angebotspreisfestsetzung bestätigen die Auswahl des SDM-Modells. Dieses nimmt eine räumliche Autokorrelation der abhängigen und unabhängigen Variablen an. Vor der ökonometrischen Analyse erscheinen damit die Ergebnisse der konzipierten SDM-Modelle am glaubwürdigsten.

## 4.4.3. Linearitätstest

Der Linearitätstest prüft, ob ein allgemeiner linearer Zusammenhang zwischen zwei Variablen vorhanden ist (Schendera, 2008, S. 14ff.). Der Korrelationskoeffizient r nach Pearson zeigt Stärke (= Absolutwert) und Richtung (= Vorzeichen) des Zusammenhangs an. Bei einer positiven/negativen Korrelation erhöht sich der Wert einer Variablen, wenn der Wert der anderen Variablen steigt/sinkt. Bei einem perfekten linearen Zusammenhang nimmt der Korrelationskoeffizient einen Wert von +1 bzw. -1 an, bei keinem Zusammenhang den Wert 0. Nach Schendera (2008, S. 16) ist eine sehr geringe Korrelation bei r < 0, 2, eine geringe Korrelation bei r < 0, 5, eine mittlere Korrelation bei r < 0, 7 und eine große bzw. sehr große Korrelation bei r < 0, 9 bzw. > 0, 9 vorhanden. Die Ergebnisse aller Linearitätstests befinden sich im Anhang B.2.

## Datensatz: Häuser

Die Ergebnisse des Linearitätstest beim Datensatz "Häuser" und "Häuser\_Köln" sind vergleichbar, weshalb nur die Ergebnisse des Datensatzes "Häuser" beschrieben werden. Die abhängige Variable APREIS\_LOG weist eine hohe Korrelation mit der Variablen WOHNFLAECHE\_LOG (r=0,74) und eine mittlere Korrelation mit der Variablen GRUNDFLAECHE\_LOG (r=0,51) auf. Eine geringe Korrelation ist mit den Variablen TYP\_VILLA (r=0,40), TYP\_RH\_DH (r=-0,33) und UH\_SN\_0\_60 (r=0,24) festzustellen. Die übrigen Variablen und damit auch die Gebietstypen korrelieren sehr gering (r<0,2) mit der abhängigen Variable. Einzelne Baualtersklassen und Gebietstypen sowie der Angebotszeitraum lassen keinen signifikanten Zusammenhang mit der abhängigen Variablen erkennen. Der Linearitätstest deutet darauf hin, dass der Angebotspreis bei Häusern insbesondere durch die Wohn- und Grundstücksfläche bestimmt wird. Die Korrelationskoeffizienten der unabhängigen Variablen untereinander sind alle r<0,5. Damit ist vorab von keiner Multikollinearität der unabhängigen Variablen auszugehen und alle Variablen können in die ökonometrische Analyse übernommen werden.

Die Art des Zusammenhangs, d. h. Ursache und Wirkung, wird im Rahmen ökonometrischer Analysen untersucht.

## Datensatz: Wohnungen

Die Ergebnisse des Linearitätstest beim Datensatz "Wohnungen" und "Wohnungen\_ Köln" sind vergleichbar, weshalb nur die Ergebnisse des Datensatzes "Wohnungen" erläutert werden. Eine geringe Korrelation ist zwischen der abhängigen Variable APREIS \_-QM\_LOG und den Variablen WOHNFLAECHE\_LOG (r=0,41), OZID\_ERST-BEZUG (r=0,36), AQ\_GEHOBEN\_LUXUS (r=0,31), MODERNISIERT\_BAUJAHR\_2000 (r=0,33), BAK\_1969\_78 (r=-0,34) und FRANKFURT (r=0,32) festzustellen. Einzelne Baualtersklassen, der Angebotszeitraum sowie die Variable MIGRATION weisen keinen, die übrigen Variablen nur einen sehr geringen Zusammenhang mit der abhängigen Variablen auf. Der Linearitätstest deutet darauf hin, dass der Angebotspreis vor allem durch Objektmerkmale bestimmt wird, ein starker Zusammenhang zwischen Gebietstyp und Angebotspreis ist nicht feststellbar. Die Korrelationskoeffizienten der unabhängigen Variablen untereinander sind alle r < 0, 5, weshalb alle Variablen in die Analyse übernommen werden.

## Zwischenfazit - Linearitätstest

Der Linearitätstest zeigt, dass zwischen der abhängigen und den unabhängigen Variablen meist ein linearer Zusammenhang besteht, dieser aber regelmäßig schwach ausgeprägt ist. Der Angebotspreis von Häusern wird maßgeblich durch die Wohn- und Grundstücksfläche sowie den Objekttyp bestimmt. Bei Wohnungen wird der Angebotspreis vor allem durch die Objektmerkmale beeinflusst. Ein deutlicher Zusammenhang zwischen Angebotspreis und Gebietstypen ist weder bei Wohnungen noch Häusern erkennbar und deutet im Rahmen der ökonometrischen Analysen auf einen geringen Einfluss dieser Variablen hin. Eine Multikollinearität der unabhängigen Variablen ist nicht anzunehmen, weshalb alle Variablen in die ökonometrischen Analysen übernommen werden.

# 4.5. Ökonometrische Analyse

Im Rahmen der ökonometrischen Analyse wird zunächst die Plausibilität und Reliabilität der ökonometrischen Modelle geprüft. Anschließend erfolgen eine inhaltliche Interpretation der Ergebnisse sowie die Einordnung dieser im weiteren Forschungskontext. Abschließend werden die Schlussfolgerungen dieser Arbeit mittels weiterer empirischer Studien plausibilisiert.

## 4.5.1. Plausibilität und Reliabilität der ökonometrischen Modelle

## 4.5.1.1. Residuenanalyse

Die Residuen der SDM- und OLS-Modelle weisen eine grafische Normalverteilung auf (Anhang B.3), wobei standardisierte Residuen mit z-Werten >3 bzw. <-3 überrepräsentiert sind. Residuen mit hohen z-Werten unterscheiden sich insbesondere hinsichtlich der Höhe des Angebotspreises und der Wohnfläche von den übrigen Fällen. Die Angebotspreise von Objekten mit überdurchschnittlich großer Wohnfläche und hohem Angebotspreis werden unterschätzt, die Angebotspreise von Objekten mit unterdurchschnittlicher Wohnfläche und niedrigem Angebotspreis werden überschätzt. Die Schlussfolgerung, dass diese Fälle atypische Elemente des Immobilienmarktes darstellen, wird

durch die räumliche multivariate Ausreißeranalyse (ISOMRD-Methode) nicht validiert (Anhang A.4). Fälle mit hohen/niedrigen standardisierten Residuen im SDM-Modell haben bei der multivariaten räumlichen Ausreißeranalyse meist eine geringe robuste Distanz (RD) sowie Mahalanobis-Distanz (MD) und werden damit weder als lokale noch globale Ausreißer identifiziert. Fälle mit hohen Werten bei der RD und/oder MD haben im SDM-Modell meist standardisierte Residuen im Bereich -1,5 bis 1,5 und sind demnach keine Ausreißer. Die Ergebnisse der multivariaten räumlichen Ausreißer- sowie der Residuenanalyse zeigen, dass die Identifikation von Ausreißern methodenabhängig ist, da kein Fall durch beide Methoden als Ausreißer identifiziert wird. Ein Ausschluss dieser Fälle aus der ökonometrischen Analyse wäre daher nicht sachgerecht, da diese plausible Variablenkombinationen aufweisen.

# 4.5.1.2. Statistische Kennzahlen und Gütekriterien der ökonometrischen Modelle

Die ökonometrischen Analysen werden mit den vier plausibilisierten Datensätzen "Haus" (H), "Haus\_Köln" (HK), "Wohnungen" (W) und "Wohnungen\_Köln" (WK) mit dem zuvor beschriebenen OLS- und dem SDM-Modell durchgeführt. Das GWR-Modell konnte aufgrund der hohen räumlichen Autokorrelation der Variablen nicht berechnet werden. Für jedes SDM-Modell wurden drei Gewichtungsmatrizen mit je fünf, zehn oder 15 benachbarten Fällen definiert. Somit werden 12 SDM-Modelle sowie vier OLS-Modelle konzipiert, wobei das Moran´s I bei den OLS-Modellen mit den drei spezifizierten Gewichtungsmatrizen der jeweiligen SDM-Modelle berechnet wird. Die Interpretation und Beschreibung aller 16 Modelle ist nicht zielführend, falls die Ergebnisse der einzelnen Modelle eine hohe Übereinstimmung aufweisen. Ebenfalls sollte die Interpretation von Koeffizienten unterlassen werden, wenn das zugrunde liegende Modell erhebliche Modellverstöße aufweist. Daher werden vorab auf Basis statistischer Tests diejenigen Modelle identifiziert, deren Koeffizienten für eine inhaltliche Interpretation geeignet sind. Im Folgenden werden die statistischen Kennzahlen der ökonometrischen Modelle diskutiert und bewertet.

- Die SDM-Modelle erklären einen höheren Anteil der Varianz ( $R^2$  angepasst) als die entsprechenden OLS-Modelle. Gegenüber dem entsprechenden OLS-Modell liegt der Erklärungsgehalt der Modelle SDM\_W ( $R^2=0,69$ ) und SDM\_WK ( $R^2=0,64$ ) um 13 bis 17 Prozentpunkte, bei den Modellen SDM\_H ( $R^2=0,75$ ) und SDM\_HK ( $R^2=0,73$ ) um sechs bis acht Prozentpunkte höher. Die SDM-Modelle führen damit gegenüber dem OLS-Modell insbesondere bei den Wohnungen zu einer deutlichen Modellverbesserung. Hauspreise können damit geringfügig besser geschätzt werden als Wohnungspreise.  $^{104}$
- Die statistische Güte (z. B. AICc) der SDM-Modelle ist abhängig von der Gewichtungsmatrix und nimmt mit einer höheren Anzahl an benachbarten Fällen zu; die Modellgüte der W10-Modelle ist höher als in den vergleichbaren W5-Modellen, die W15-Modelle weisen gegenüber den W10-Modellen nur noch geringfügige Verbesserungen auf. Dies deutet darauf hin, dass Verkäufer bei der Angebotspreis-

Eine Immobilienmarktanalyse basierend auf Angebotsdaten von IS24 erreicht bei Häusern ein angepasstes  $R^2$  von 0,75 und bei Wohnungen ein angepasstes  $R^2$  von 0,65 (Bauer et al., 2013), Studien aus dem Ausland kommen zu vergleichbaren Werten (vgl. Bourassa et al., 2007). Der Erklärungsgehalt der SDM-Modelle ist damit ähnlich hoch, wie bei vergleichbaren empirischen Immobilienmarktanalysen.

festsetzung etwa zehn bis 15 benachbarte Fälle berücksichtigen und steht damit im Einklang zur dargelegten Theorie zur Angebotspreisfestsetzung (Punkt 2.5.1).

- Der Likelihood-Ratio Test bestätigt für alle SDM-Modelle, dass sie den DGP besser abbilden als die entsprechenden OLS-Modelle.
- Der mittlere prozentuale Fehler bei den OLS- und SDM-Modellen beträgt bei Wohnungen ca. 20% und bei Häusern ca. 22%, der Medianfehler liegt jeweils etwa 5 Prozentpunkte niedriger. Die Differenz zwischen mittlerem Fehler und Medianfehler deutet auf Ausreißer hin und wird durch die zuvor genannte Residuenanalyse bestätigt. Die Schätzfehler und Ausreißer erscheinen plausibel, da nur wenige Objektmerkmale in die Analyse einbezogen wurden und die kleinräumige Mikrolage ggf. unzureichend abgebildet wird. Die Schätzgenauigkeit in dieser Studie ist verglichen mit anderen empirischen Studien schlechter, wobei diese Kennzahlen in den meisten Arbeiten fehlen. Bourassa et al. (2007) ermittelt bei Häusern je nach Modellvariante einen mittleren prozentualen Fehler von etwa 15%, die Autoren Case et al. (2004) geben bei Häusern je nach verwendeter Methode einen mittleren Fehler von 12–17% und einen Medianfehler von 8–12% an. Aufgrund heterogener Immobilienmärkte, verfügbaren Daten, Verfahren der Datenbereinigung und ökonometrischen Methoden ist ein Vergleich zwischen verschiedenen Studien allerdings schwierig. Die Schätzgenauigkeit von hohen und niedrigen Angebotspreisen stellt eine erkannte Restriktion dieser Arbeit dar.
- Der Koeffizient ρ zeigt die Stärke des Zusammenhangs benachbarter Angebotspreise an und ist in allen SDM-Modellen signifikant. Die Stärke des räumlichen Zusammenhangs korreliert positiv mit der Anzahl an Nachbarn und ist bei Wohnungen (ρ: 0,57 bis 0,70) stärker ausgeprägt als bei Häusern (ρ: 0,45 bis 0,60). Dies lässt sich möglicherweise darauf zurückführen, dass Wohnungen eher standardisierte Produkte darstellen, während Häuser stärker durch individuelle Merkmale geprägt sind.
- Die Residuen der Kölner Modelle SDM\_WK\_W10, SDM\_WK\_W15, SDM\_HK\_-W5 und SDM\_HK\_W15 sind räumlich unabhängig, die Residuen des SDM\_HK\_-W10 korrelieren auf dem 5%-Signifikanzniveau, bei den anderen SDM-Modellen auf dem 1%-Signifikanzniveau. Bei den SDM-Modellen deuten die Moran-Scatterplots auf die räumliche Unabhängigkeit der Residuen hin, da die Moran 's I-Werte leicht negativ sind (siehe Anhang B.3).
- Die Residuen aller OLS-Modelle sind durch eine hohe räumliche Autokorrelation gekennzeichnet (Moran´s *I*-Werte zwischen 0,23 bis 0,41). Die Annahme der räumlichen Unabhängigkeit der Residuen wird erwartungsgemäß verletzt, was verzerrte Koeffizienten zur Folge hat.
- OLS-Modelle weisen nach dem Breusch-Pagan-Test Heteroskedastizität auf, damit ist die Annahme der Homoskedastizität verletzt.

Die Analyse der statistischen Gütekriterien führt damit zu den Schlussfolgerungen, dass die OLS-Modelle eine schlechtere Gütequalität als die entsprechenden SDM-Modelle aufweisen. Die Residuen der OLS-Modelle verletzen erwartungsgemäß die Annahme der Homoskedastizität (vgl. Breusch-Pagan-Test, siehe Anhang B.3) und die Annahme der räumlichen Unabhängigkeit (vgl. Moran´s I). Eine Interpretation der Koeffizienten sollte aufgrund "ungültige[r] Signifikanztests, ungültige[n] Konfidenzintervallen und un-

Tabelle 51: Statistische Kennziffern der OLS- und SDM-Modelle für Wohnungen und Häuser

Wohnungen (N=17.489)	OLS_W	SDM_W_W5	SDM_W_W10	SDM_W_W15
R <sup>2</sup> (angepasst)	0,56	0,69	0,69	0,69
AICc	-9.389,80	-31.530,00	-32.063,00	-32091,00
Log-Likelihood	4.730,00	15.830,00	16.096,55	16.110,00
SSE	219,30	217,57	211,21	206,54
MAE	437 €/qm	436 €/qm	430 €/qm	424 €/qm
MAPE	20,1%	20,5%	20,0%	20,0%
Morans's I	0,308 (W15)	-0,020	-0,012	-0,009
(t-stat)	(120,24)	(-4,58)	(-3,80)	(-3,27)
rho (ρ)		0,57	0,69	0,69
Wohnungen-Köln (N=8.651)	OLS_WK	SDM_WK_W5	SDM_WK_W10	SDM_WK_W15
R <sup>2</sup> (angepasst)	0,47	0,65	0,65	0,64
AICc	-4.427,50	15.947,00	-16.171,00	-16.170,00
Log-Likelihood	2.246,90	8.039,07	8.151,03	8.150,68
SSE	110,84	103,38	101,13	99,59
MAE	392 €/qm	378 €/qm	373 €/qm	369 €/qm
MAPE	20,9%	20,1%	20,0%	19,9%
Morans's I	0,347 (W15)	0,017	-0,008	-0,006
(t-stat)	(95,76)	(-2,71)	(-1,81)	(-1,63)
rho (ρ)		0,57	0,66	0,70
Häuser (N=8.452)	OLSH	SDM_H_W5	SDM_H_W10	SDM_H_W15
R <sup>2</sup> (angepasst)	0,69	0,75	0,76	0,76
AICc	-2015,90	-11.844,00	-12.098,00	-12.194,00
Log Libelihood	1 0 4 5 1 0	5.991,75	6.118,72	6.166,52
Log-Likelihood	1.045,10	3.991,73	0.110,72	0.100,32
SSE	-142,16	137,19	132,38	130,83
<del>-</del>	*			· ·
SSE	-142,16	137,19	132,38	130,83
SSE MAE MAPE Morans's I	-142,16 99.006 € 23,1% 0,229 (W15)	137,19 97.056 € 22,9% -0,019	132,38 94.709 € 22,4% -0,0144	130,83 93.992 € 22,3% -0,009
SSE MAE MAPE Morans's I (t-stat)	-142,16 99.006 € 23,1%	137,19 97.056 € 22,9% -0,019 (-2,87)	132,38 94.709 € 22,4% -0,0144 (-3,05)	130,83 93.992 € 22,3% -0,009 (-2,28)
SSE MAE MAPE Morans's I	-142,16 99.006 € 23,1% 0,229 (W15)	137,19 97.056 € 22,9% -0,019	132,38 94.709 € 22,4% -0,0144	130,83 93.992 € 22,3% -0,009
SSE MAE MAPE Morans's I (t-stat)	-142,16 99.006 € 23,1% 0,229 (W15) (62,61) OLS_HK	137,19 97.056 € 22,9% -0,019 (-2,87)	132,38 94.709 € 22,4% -0,0144 (-3,05)	130,83 93.992 € 22,3% -0,009 (-2,28)
SSE MAE MAPE Morans's I (t-stat) rho (ρ)	-142,16 99.006 € 23,1% 0,229 (W15) (62,61)	137,19 97.056 € 22,9% -0,019 (-2,87) 0,46	132,38 94.709 € 22,4% -0,0144 (-3,05) 0,55	130,83 93.992 € 22,3% -0,009 (-2,28) 0,60
SSE MAE MAPE Morans's I (t-stat) rho (ρ) Häuser-Köln (N=4.551)	-142,16 99.006 € 23,1% 0,229 (W15) (62,61) OLS_HK	137,19 97.056 € 22,9% -0,019 (-2,87) 0,46 SDM_HK_W5	132,38 94.709 € 22,4% -0,0144 (-3,05) 0,55 SDM_HK_W10	130,83 93.992 € 22,3% -0,009 (-2,28) 0,60 SDM_HK_W15
SSE MAE MAPE Morans's I (t-stat) rho (ρ)  Häuser-Köln (N=4.551)  R² (angepasst)	-142,16 99.006 € 23,1% 0,229 (W15) (62,61) OLS_HK 0,64	137,19 97.056 € 22,9% -0,019 (-2,87) 0,46 SDM_HK_W5 0,72	132,38 94.709 € 22,4% -0,0144 (-3,05) 0,55 SDM_HK_W10	130,83 93.992 € 22,3% -0,009 (-2,28) 0,60 SDM_HK_W15 0,73
SSE MAE MAPE Morans's I (t-stat) rho (ρ) Häuser-Köln (N=4.551)  R² (angepasst) AICc	-142,16 99.006 € 23,1% 0,229 (W15) (62,61) OLS_HK 0,64 -895,12	137,19 97.056 € 22,9% -0,019 (-2,87) 0,46 SDM_HK_W5 0,72 -6.388,00	132,38 94.709 € 22,4% -0,0144 (-3,05) 0,55 SDM_HK_W10 0,73 -6.578,00	130,83 93.992 € 22,3% -0,009 (-2,28) 0,60 SDM_HK_W15 0,73 -6.596,90
SSE MAE MAPE Morans's I (t-stat) rho (ρ) Häuser-Köln (N=4.551) R² (angepasst) AICc Log-Likelihood	-142,16 99.006 € 23,1% 0,229 (W15) (62,61) OLS_HK 0,64 -895,12 482,84	137,19 97.056 € 22,9% -0,019 (-2,87) 0,46 SDM_HK_W5 0,72 -6.388,00 3.264,19	132,38 94.709 € 22,4% -0,0144 (-3,05) 0,55 SDM_HK_W10 0,73 -6.578,00 3.328,98	130,83 93.992 € 22,3% -0,009 (-2,28) 0,60 SDM_HK_W15 0,73 -6.596,90 3.368,51
SSE MAE MAPE Morans's I (t-stat) rho (ρ)  Häuser-Köln (N=4.551)  R² (angepasst) AICc Log-Likelihood SSE	-142,16 99.006 € 23,1% 0,229 (W15) (62,61) OLS_HK 0,64 -895,12 482,84 79,28	137,19 97.056 € 22,9% -0,019 (-2,87) 0,46 SDM_HK_W5 0,72 -6.388,00 3.264,19 71,40	132,38 94.709 € 22,4% -0,0144 (-3,05) 0,55 SDM_HK_W10 0,73 -6.578,00 3.328,98 68,18	130,83 93.992 € 22,3% -0,009 (-2,28) 0,60 SDM_HK_W15 0,73 -6.596,90 3.368,51 66,27
SSE MAE MAPE Morans's I (t-stat) rho (ρ) Häuser-Köln (N=4.551)  R² (angepasst) AICc Log-Likelihood SSE MAE MAPE MAPE Morans's I	-142,16 99.006 € 23,1% 0,229 (W15) (62,61) OLS_HK 0,64 -895,12 482,84 79,28 91.831 € 23,6% 0,289(W15)	137,19 97.056 € 22,9% -0,019 (-2,87) 0,46 SDM_HK_W5 0,72 -6.388,00 3.264,19 71,40 86.461 €	$132,38$ $94.709 €$ $22,4\%$ $-0,0144$ $(-3,05)$ $0,55$ $SDM_HK_W10$ $0,73$ $-6.578,00$ $3.328,98$ $68,18$ $83.793 €$	130,83 93.992 € 22,3% -0,009 (-2,28) 0,60 SDM_HK_W15 0,73 -6.596,90 3.368,51 66,27 82.523 € 21,5% -0,010
SSE MAE MAPE Morans's I (t-stat) rho (ρ) Häuser-Köln (N=4.551)  R² (angepasst) AICc Log-Likelihood SSE MAE MAPE	-142,16 99.006 € 23,1% 0,229 (W15) (62,61) OLS_HK 0,64 -895,12 482,84 79,28 91.831 € 23,6%	137,19 97.056 € 22,9% -0,019 (-2,87) 0,46 SDM_HK_W5 0,72 -6.388,00 3.264,19 71,40 86.461 € 22,4%	132,38 94.709 € 22,4% -0,0144 (-3,05) 0,55 SDM_HK_W10 0,73 -6.578,00 3.328,98 68,18 83.793 € 21,8%	130,83 93.992 € 22,3% -0,009 (-2,28) 0,60 SDM_HK_W15 0,73 -6.596,90 3.368,51 66,27 82.523 € 21,5%

Anmerkung: Die grau hinterlegten SDM-Modelle werden aufgrund der höchsten statistischen Güte in der weiteren Arbeit beschrieben. Das entsprechende OLS-Modell wird ebenfalls beschrieben, um Gemeinsamkeiten und Unterschiede zum SDM-Modell aufzeigen zu können. Eigene Darstellung.

genaue[n] Schätzungen" (Schendera, 2008, S. 137) unterbleiben, da die resultierenden t-Werte nach oben verzerrt sind (Basu & Thibodeau, 1998, S. 62).

Die Ergebnisse bestätigen weiter die zuvor getroffene Annahme, dass benachbarte Immobilien meist ähnliche Lage- und Objekteigenschaften aufweisen und daher beim OLS-Modell eine räumliche Autokorrelation der Residuen regelmäßig vermutet werden kann. Bei allen vier SDM-Gruppen, nämlich SDM\_W, SDM\_WK, SDH\_H und SDM\_HK, verbessert sich die Gütequalität der Modelle mit höherer Anzahl an Nachbarn in der Gewichtungsmatrix und mindert insbesondere die räumliche Autokorrelation benachbarter Residuen. Bei der Berücksichtigung räumlicher Heterogenität ist damit in dieser Arbeit das Konzept der räumlichen Nähe (SDM-Modell), modelliert durch die Gewichtungsmatrix, dem Konzept der Nachbarschaft (OLS-Modell), modelliert durch mehrschichtige Gebiets-Dummys, überlegen und bestätigt die Ergebnisse von BOURASSA ET AL. (2007). Die W15-Modelle haben gegenüber den W5- bzw. W10-Modellen niedrigere AICc-Werte zur Folge und erklären besser den unbekannten DGP. Die Modelle SDM\_WK\_W10 und SDM\_WK\_W15 sind indifferent, da der AICc-Wert um den Wert 3 verschieden sein muss, um auf ein signifikant besseres Modell schließen zu können.

Aufgrund dieser Ergebnisse werden bei den Wohnungen das Modell SDM\_W\_W15 sowie die beiden indifferenten Modelle SDM\_WK\_W10 und SDM\_WK\_15 beschrieben. Bei den Häusern werden die beiden Modelle SDM\_H\_W15, SDM\_HK\_W15 erklärt.  $^{105}$  Die Ergebnisse der übrigen Modelle können auf Anfrage durch das Fachgebiet Immobilienökonomie zur Verfügung gestellt werden. Für einen Vergleich werden ebenfalls die Ergebnisse der jeweiligen OLS-Modelle genannt, obwohl diese verzerrte Schätzer aufweisen. Nach gängiger Konvention werden nur signifikante Koeffizienten interpretiert, wobei der Einfluss der Gebietsvariablen ausführlicher beschrieben wird. Bei OLS-Modellen können die signifikanten Koeffizienten direkt interpretiert werden, dies ist beim SDM-Modell nicht möglich. Die  $\beta$  (X) sowie  $\theta$  (WX) Koeffizienten werden daher analog zur Beschreibung von LeSage & Pace (2009) mithilfe des Matlab-Scripts von Elhorst (2013) in direkte und indirekte Effekte sowie einem Gesamteffekt umgerechnet.

## 4.5.2. Interpretation der ökonometrischen Ergebnisse bei Wohnungen

# 4.5.2.1. Ökonometrische Analyse – SDM\_WK\_W10 und SDM WK W15

Die statistischen Kennziffern und hierbei insbesondere das AICc weisen auf die Indifferenz der Modelle SDM\_WK\_W10 und SDM\_WK\_W15 hin. Die Analyse zeigt, dass die Koeffizienten beider Modelle bei den direkten Einflüssen der Kontrollvariablen fast identisch sind. Unterschiede zwischen den Modellen sind bei den indirekten Einflüssen der Kontrollvariablen und zum Teil bei den Gebietseinheiten vorhanden. Um Wiederholungen zu vermeiden, werden im Folgenden nur die Ergebnisse des Modells SDM\_WK\_W15 dargestellt und nur bedeutsame Abweichungen des Modells SDM\_WK\_W10 näher erläutert. Das Modell SDM\_W\_WK15 hat ein angepasstes  $R^2$  von 0,65 und die Residuen weisen keine räumliche Autokorrelation auf. Der durchschnittliche prozentuale Fehler beträgt 19,9%, der Medianfehler 15,1%. In absoluten

Im Folgenden werden vor allem die direkten, indirekten und totalen Effekte beschrieben. Feedback-Effekte sind kaum vorhanden, weshalb auf eine Beschreibung verzichtet wird.

Werten liegt der durchschnittliche Fehler mit 369 Euro etwa 31% über dem Medianfehler mit 282 Euro.

## Direkter Einfluss der Kontrollvariablen

Eine um 10% größere Wohnfläche erhöht den Angebotspreis um 0,9%. Ein Bestandsobjekt erhöht den Angebotspreis um 0.7%, der Erstbezug um 3.5% und ein renovierungsbedürftiger Zustand senkt den Angebotspreis um -6,7%. Eine luxuriöse oder gehobene Ausstattung führen zu einem Preisanstieg von 3,7%. Ein Balkon erhöht den Preis um 1,2%, eine Loft- oder Penthousewohnung um 3,5% und nach dem Jahr 2000 erbaute bzw. modernisiert Objekte weisen einen Preisaufschlag von 2,0% auf. Das Referenzobjekt ist ein Objekt mit Baujahr 2007 bis 2010, weshalb die Baualtersklassen BAK BIS 1918 (-2.6%), BAK 1919 48 (-7.2%), BAK 1949 57 (-9.1%), BAK 1958 68 (-10.5%), BAK 1969 78 (-11,8%), BAK 1979 83 (-9,1%) und BAK 1984 94 (-5,4%), BAK 1995 01 (-2,6%) und BAK 2002 06 (-1,7%) plausible Werte aufweisen. Analog zu anderen Studien haben gegenwärtig die Wohnungen der 1970er Jahre den höchsten Modernisierungsstau, weshalb der u-förmige Verlauf der Zu- und Abschläge schlüssig ist (Punkt 3.1.3.2.1). Gegenüber dem Referenzzeitraum der zweiten Jahreshälfte 2008 sind die Preisanstiege in der zweiten Jahreshälfte 2009 (1,0%) und in der ersten Jahreshälfte 2010 (0,9%)plausibel. Die Variable MIGRATION ist in beiden SDM-Modellen nicht signifikant. Im nächsten Abschnitt erfolgt die Analyse der indirekten Effekte bei den Kontrollvariablen.

## Indirekter Einfluss der Kontrollvariablen

Das Modell SDM\_WK\_W15 weist drei und das Modell SDM\_WK\_W10 fünf indirekte Effekte auf. Steigt die Wohnfläche der benachbarten Wohnungen um 10% an, so erhöht dies den eigenen Angebotspreis um 2,3%. Da die Wohnflächen benachbarter Wohnungen statisch und nicht veränderlich sind, weist dies darauf hin, dass sich größere Wohnungsgrößen benachbarter Wohnungen positiv auf den eigenen Angebotspreis auswirken. Interessanterweise beeinflussen benachbarte Wohnungen der BAK\_1949\_57 den eigenen Immobilienpreis positiv (10,6%), als eigenes Objektmerkmal senkt diese Baualtersklasse aber den Angebotspreis um -9,1%. Es ist zu vermuten, dass dieses Baujahr mit objektspezifischen Mängeln verbunden ist und der positive Einfluss der benachbarten Objekte eher auf unbeobachtete Lage- und nicht Objektmerkmale schließen lassen. Diese Vermutung stützt sich auf die deskriptive Analyse in Abschnitt 4.4. Sowohl bei Wohnungen als auch Häusern besteht ein Zusammenhang zwischen Baualtersklasse und durchschnittlichen Nahmobilitätswerten, wobei ältere Gebäude tendenziell höhere Nahmobilitätswerte aufweisen. Daneben befinden sich diese eher in den Stadt- und Ortskernen und neuere Objekte eher an den Siedlungsrändern.

Nur im Modell SDM\_WK\_15 hat die Variable Balkon bei benachbarten Wohnungen einen negativen indirekten Einfluss von -4,7%. Dies ist nachvollziehbar, da dieser die relative Attraktivität der benachbarten Wohnungen erhöht. Damit wirkt sich ein eigener Balkon positiv, die Balkone benachbarter Wohnungen negativ auf den eigenen Angebotspreis aus. Im Modell SDM\_WK\_10 ist hingegen ein indirekter Einfluss der Variablen BAK\_1984\_94, sowie der Angebotszeiträume I\_2009 und I\_2010 festzustellen. Der indirekte Einfluss der Variable BAK\_1984\_94 ist positiv (7,1%) und hat damit ein gegensätzliches Vorzeichen als der direkte Einfluss mit -5,3%. Der indirekte Einfluss lässt sich vermutlich auf nicht näher bestimmbare Lageeigenschaften zurückführen, die mit dieser Baualtersklasse verbunden sind. Die indirekten Einflüsse der Angebotszeiträume I 2009 und I 2010 betragen jeweils -4,9%. Weshalb sich der Angebotszeitraum be-

nachbarter Immobilien negativ auf den eigenen Angebotspreis in dieser Höhe auswirkt entzieht sich einer Erklärung.

## Totaler Einfluss der Kontrollvariablen

Das Modell SDM\_WK\_W15 hat fünf signifikante Effekte bei den totalen Effekten der Kontrollvariablen. Eine um 10% größere Wohnfläche erhöht den Angebotspreis um 3,2%, eine gehobene Ausstattung um 7,2% und ein renovierungsbedürftiger Zustand senkt den Angebotspreis um -13,9%. Die Baualtersklassen BAK\_1958\_68 (-9,5%) und BAK\_1969\_78 (-14,8%) beeinflussen den Angebotspreis negativ und weisen damit auf eine eher schlechte Bausubstanz und negative Lagemerkmale hin. Bei den direkten Effekten haben 19 der 21 Kontrollvariablen signifikante Effekte, bei den totalen Effekten allerdings nur fünf der 21 Variablen. Dies ist damit erklärbar, dass die direkten und indirekten Effekte häufig gegenteilige Vorzeichen aufweisen und daher der Gesamteinfluss neutral ist. Bei den meisten Baualtersklassen ergibt sich beispielsweise aus dem Zusammenspiel einer schlechteren Bausubstanz (direkter Effekt) und einer guten Lage (indirekter Effekt) ein neutraler totaler Einfluss.

#### Direkter Einfluss der Fokusvariablen

Fünf Gebietstypen haben einen signifikanten direkten Einfluss auf den Angebotspreis (Tab. 52). 107 Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass in statusniedrigen urbanen und in suburbanen Gebieten der Angebotspreis negativ mit dem Nahmobilitätswert korreliert, d. h. niedrigere Nahmobilitätswerte haben höhere Angebotspreise zur Folge. In Gebieten mit einem mittleren Nahmobilitätsniveau beträgt der Aufschlag gegenüber Gebieten mit einem hohen Nahmobilitätsniveau etwa 1,6%. 108 In statushohen urbanen Gebieten ist kein direkter Einfluss der Nahmobilität auf Angebotspreise festzustellen.

<sup>&</sup>lt;sup>106</sup> Im Modell SDM WK W10 ist die Variable I 2009 zusätzlich auf dem 5%-Niveau signifikant.

Der einzige Unterschied zwischen beiden Modellen besteht darin, dass der Gebietstyp K\_UN\_SN-61\_85 im SDM-Modell SDM\_WK\_W10 auf dem 5%-Niveau signifikant ist und im Modell SDM\_WK\_W15 nicht. An den Grundaussagen ändert sich nichts.

Um den Einfluss der Nahmobilität besser darstellen zu können, wird die Tatsache genutzt, dass sich die Gebietstypen in mind. einem der beiden Indikatoren "Soziale Benachteiligung", "Urbanismus" oder dem Nahmobilitätsniveau unterscheiden. Gebiete mit gleichem Nahmobilitätsniveau unterscheiden sich hinsichtlich der Indikatorausprägungen ("niedrig", "hoch") der Indikatoren "Soziale Benachteiligung", "Urbanismus". Gebiete innerhalb eines Raumtyps unterscheiden sich hinsichtlich des Nahmobilitätsniveaus ("niedrig", "mittel", "hoch"). Für eine bessere Verständlichkeit der Ergebnisse soll der Einfluss der Nahmobilitätsniveaus auf die Angebotspreise unabhängig von den beiden Sozialraumindikatoren dargestellt werden. Hierfür wird die Annahme getroffen, dass die Preisniveauunterschiede, die ausschließlich auf die Indikatoren "Soziale Benachteiligung" und "Urbanismus" zurückgeführt werden können, sich in den Gebietstypen mit einem hohen Nahmobilitätsniveau (NMW 86 100) manifestieren. Es wird weiter angenommen, dass diese Preisniveaudifferenz innerhalb eines Raumtyps auch bei den Gebietstypen mit einem mittleren oder niedrigen Nahmobilitätsniveau konstant ist. Daher wird zuerst für jeden Raumtyp die Differenz zwischen dem Referenzwert (hier: K UH SN 86 100) und einem anderen Gebietstyp mit gleichen Nahmobilitätswert ermittelt (z.B. K UH SH 86 100). Bei dem gewählten Beispiel beträgt die Differenz -6,2%. Damit ist die Annahme verbunden, dass die Angebotspreise in statusniedrigen urbanen Räumen -6,2% niedriger sind als in statushohen urbanen Gebieten. Da beide Gebietstypen das gleiche Nahmobilitätsniveau aufweisen, kann ein Einfluss der Nahmobilität ausgeschlossen werden. Im Raumtyp K UH SH wird der Differenzbetrag von 6,2% zu den Werten der anderen Gebietstypen addiert, um den Einfluss der Nahmobilität abschätzen zu können. Beim Gebietstyp K UH SH 61 85 ergibt sich daher folgende Rechnung: -4.6% - (-6.2%) = 1.6%.

K UH SN K UH SH K UN SN K UN SH  $NMW\_86 \quad 100$ Referenz -6.2%-6.5%NMW 61 85 -4,6% -5.1% $NMW\_0\_60$ -2.2%Einfluss der Nahmobilität auf die abhängige Variable unabhängig von den Indikatoren "Soziale Benachteiligung" und "Urbanismus" NMW 86 100 0 1,6% NMW 61 85 1.4% $NMW\_0\_60$ -2.2%

Tabelle 52: Direkter Einfluss der Gebietstypen auf die abhängige Variable APREIS\_-QM\_LOG im Modell SDM\_WK\_W15

Anmerkung: Nur Darstellung signifikanter Effekte (p<0.05) Eigene Darstellung.

## Indirekter Einfluss der Fokusvariablen

Beide SDM-Modelle weisen drei Variablen signifikante indirekte Effekte bei den Gebiets-Dummys mit vergleichbaren Werten auf. Der indirekte Einfluss des Gebietstyps K\_-UH\_SN\_61\_85 ist positiv (3,9%), sodass sich die Nachbarschaft eines statushohen Gebietes positiv auf den eigenen Angebotspreis auswirkt. Die Nachbarschaft zu den Gebietstypen K\_UH\_SH\_86\_100 (-6,7%) und K\_UN\_SN\_86\_100 (-9,7%) wirkt sich negativ auf den eigenen Angebotspreis aus. Es wird angenommen, dass der beobachtete Einfluss auf negative externe Effekte zurückgeführt werden kann, die mit der Anwesenheit von Aktivitätszielen verbunden sind.

#### Totaler Effekt der Fokusvariablen

Im SDM-Modell SDM\_WK\_W15 können die hohen Zu- und Abschläge zwischen den Gebietstypen vor allem auf die Indikatoren "Urbanismus" und "Soziale Benachteiligung" zurückgeführt werden (Tab. 53). Nach Bereinigung dieser Einflüsse führt in allen Gebietstypen ein mittleres Nahmobilitätsniveau (NMW\_61\_85) verglichen mit einem hohen Nahmobilitätsniveau zu etwa 3 bis 6% höheren Angebotspreisen, wobei der Preisaufschlag in suburbanen Gebieten größer ist. In Gebieten mit einem niedrigen Nahmobilitätsniveau sind mit Ausnahme des Gebietstyp K\_UN\_SN keine signifikanten Effekte festzustellen.

## Einfluss des Koeffizienten $\rho$

Der Koeffizient  $\rho$  beschreibt die Stärke des Zusammenhangs zwischen dem Angebotspreis der eigenen und dem durchschnittlichen Angebotspreis benachbarter Immobilien. Die Korrelation ist mit 0,70 (W15) bzw. 0,66 (W10) sehr hoch, da zwei Drittel des eigenen Angebotspreises unabhängig vom Gebietstyp durch das Preisniveau benachbarter Objekte bestimmt werden. Dieses Ergebnis erscheint schlüssig und stimmt mit der abgeleiteten Theorie der Angebotspreisfestsetzung überein, nach der die Preise benachbarter Objekte als Ankerpreise dienen.

_	_	_	_	
	K_UH_SN	K_UH_SH	K_UN_SN	K_UN_SH
NMW_86_100	Referenz	-12,5%	-10,6%	-14,7%
NMW_61_85	$3{,}0\%$	$-7,\!6\%$	-4,6%	$-8,\!5\%$
NMW_0_60			-4.8%	_
Einfluss der Nahmob Indikatoren "Soziale		~ ~		ı den
NMW_86_100	0	0	0	0
NMW_61_85	$3{,}0\%$	$4{,}9\%$	$6{,}0\%$	$6,\!2\%$
NMW 0 60			5.8%	

Tabelle 53: Totaler Einfluss der Gebietskategorien auf die abhängige Variable APREIS\_QM\_LOG im Modell SDM\_WK\_W15

Anmerkung: Nur Darstellung signifikanter Effekte (p<0.05) Eigene Darstellung.

## Exkurs: Ergebnisse des OLS-Modells

Die Koeffizienten der Kontrollvariablen stimmen im OLS-Modell weitgehend in Höhe und Vorzeichen mit den direkten Koeffizienten des SDM-Modells überein. Unterschiede sind hingegen bei den Fokusvariablen dieser Arbeit festzustellen. Im OLS-Modell sind alle Gebietskoeffizienten signifikant und deuten auf einen Einfluss der Gebietstypen und damit der Nahmobilität hin. Obwohl das OLS- und das SDM-Modell das Merkmal Lage bzw. Nachbarschaft heterogen berücksichtigen, sind die Schlussfolgerungen vergleichbar (Tab. 57). Nach Bereinigung der Einflüsse der Indikatoren "Urbanismus" und "Soziale Benachteiligung" zeigt sich auch im OLS-Modell, dass in allen Raumtypen ein mittleres Nahmobilitätsniveau zu höheren Angebotspreisen führt als ein hohes Nahmobilitätsniveau. Die OLS-Ergebnisse deuten darauf hin, dass Haushalte zwar die Nähe zu Aktivitätszielen schätzen, aber deren negative externe Effekte vermeiden möchten.

Tabelle 54: Direkter Einfluss der Gebietstypen auf die abhängige Variable APREIS\_- QM\_LOG im Modell OLS\_WK

	K_UH_SN	K_UH_SH	K_UN_SN	K_UN_SH	
NMW_86_100	$\operatorname{Referenz}$	-14,0%	-8,4%	-15,3%	
NMW_61_85	$1,\!4\%$	-10,8%	$-6,\!3\%$	$-11,\!4\%$	
$NMW_0_{\overline{60}}$	-1,0%	$-12,\!1\%$	-6,9%	-11,0%	
Einfluss der Nahmobilität auf die abhängige Variable unabhängig von den					
Indikatoren "Soziale	Benachteiligung"	und "Urbanismi	1S"		

NMW_86_100	0	0	0	0
NMW_61_85	$1,\!4\%$	$3{,}2\%$	$1{,}9\%$	$3{,}9\%$
$NMW_0_{60}$	-1,0%	1,9%	1,5%	$4,\!3\%$

Anmerkung: Nur Darstellung signifikanter Effekte (p<0.05) Eigene Darstellung.

Der Preisaufschlag ist in Gebieten mit hoher sozialer Benachteiligung (SH) ausgeprägter als in Gebieten mit geringer sozialer Benachteiligung (SN). In urbanen Räumen führen niedrige Nahmobilitätsniveaus tendenziell zu sinkenden Preisen, in suburbanen Räumen hingegen zu steigenden Preisen.

## Zwischenfazit

Die Ergebnisse der SDM-Modelle stimmen mit der beschriebenen Theorie zur Angebotspreisfestsetzung überein. Der Angebotspreis wird vor allem durch den Preis benachbarter Objekte ( $\rho$ ) sowie eigenen Objektmerkmalen bestimmt. Geringfügig wird der Angebotspreis ebenfalls durch Objektmerkmale benachbarte Objekte bestimmt, die als Zu- bzw. Abschläge berücksichtigt werden. Die tatsächliche Mikrolage eines Hauses, quantifiziert durch die Indikatoren "Soziale Benachteiligung", "Urbanismus" und Nahmobilitätswert hat nur bei fünf bzw. sechs Gebietstypen einen direkten und bei drei Gebietstypen einen indirekten Einfluss auf den Angebotspreis. Daneben deuten die Ergebnisse darauf hin, dass ein mittleres Nahmobilitätsniveau höhere Angebotspreise zur Folge hat als ein hohes Nahmobilitätsniveau. In urbanen Räumen ist weiter ein niedriges Nahmobilitätsniveau mit einem Malus und in suburbanen Gebieten mit einem Bonus verbunden. Die Ergebnisse deuten damit auf eine heterogene Beurteilung der Nahmobilität in unterschiedlichen Raumtypen hin.

## 4.5.2.2. Ökonometrische Analyse – SDM\_W\_W15

Das Modell SDM\_W\_W15 hat ein angepasstes  $R^2$  von 0,69, die Residuen weisen auf dem 5%-Signifikanzniveau eine räumliche Autokorrelation auf. Die grafische Analyse des Moran´s-Scatterplot sowie der leicht negative Moran´s I Wert von -0,009 deuten allerdings auf keine räumliche Autokorrelation der Residuen hin. Der durchschnittliche prozentuale Fehler beträgt 20,0%, der Medianfehler 15,2%. In absoluten Werten liegt der durchschnittliche Fehler mit 424 Euro etwa 35% über dem Medianfehler mit 314 Euro. Insbesondere die Angebotspreise von Fällen mit sehr hohen/niedrigen Angebotspreisen können nur schlecht geschätzt werden (Punkt 4.5.1.1). Dies stellt eine erkannte Restriktion dieser Arbeit dar.

## Direkter Einfluss der Kontrollvariablen

Eine um 10% größere Wohnfläche erhöht den Angebotspreis um 1,2%. Ein Bestandsobjekt erhöht den Angebotspreis um 1,5%, der Erstbezug um 5,9%, eine luxuriöse/gehobene Ausstattung um 2,6% und ein renovierungsbedürftiger Zustand hat einen um 6,2% niedrigeren Angebotspreis zur Folge. Für einen Balkon ergibt sich ein Zuschlag von 1,5%, für eine Loft- oder Penthousewohnung ein Preisaufschlag von 4,8% und für nach dem Jahr 2000 erbaute bzw. modernisierte Objekte ein Preisaufschlag von 1,4%. Das Referenzobjekt ist ein Objekt mit Baujahr 2007 bis 2010, weshalb die Baualtersklassen BAK\_BIS\_1918 (-2,5%), BAK\_1919\_48 (-6,3%), BAK\_1949\_57 (-8,3%), BAK\_1958\_68 (-9,7%), BAK\_1969\_78 (-11,0%), BAK\_1979\_83 (-7,9%) und BAK\_1984\_94 (-4,2%) plausible Werte aufweisen, die Variablen BAK\_1995\_01 und BAK\_2002\_06 sind nicht signifikant. Gegenüber dem Referenzzeitraum ist der Preisanstieg in der ersten (0,5%) und zweiten Jahreshälfte (1,0%) 2009 und in der ersten Jahreshälfte 2010 (1,6%) nachvollziehbar. Die Variable Migration ist im SDM-Modell nicht signifikant.

## Indirekter Einfluss der Kontrollvariablen

Fünf Variablen haben einen signifikanten indirekten Einfluss auf die abhängige Variable. Steigt die Wohnfläche der benachbarten Wohnungen um 10% an, so erhöht dies den eigenen Angebotspreis um 2,9%. Da die Wohnfläche benachbarter Wohnungen statisch und nicht veränderlich ist, deutet dies darauf hin, dass sich größere benachbarter Wohnungen positiv auf den eigenen Angebotspreis auswirken. Benachbarte Wohnungen mit luxuriöser Ausstattung lassen auf eine gehobene Wohngegend schließen und wirken sich ebenfalls positiv auf den eigenen Angebotspreis aus (3,6%). Ein Balkon bei benachbarten Wohnungen reduziert den eigenen Angebotspreis um -4,4%, da dieser die relative Attraktivität der benachbarten Wohnungen erhöht. Damit wirkt sich ein eigener Balkon positiv, die Balkone benachbarter Wohnungen negativ auf den eigenen Angebotspreis aus. Benachbarte Wohnungen der BAK 1969 78 beeinflussen ebenfalls negativ (-8,1%) den eigenen Angebotspreis, als eigenes Objektmerkmal senkt diese Baualtersklasse den Angebotspreis bereits um -11,0%. Es ist zu vermuten, dass mit dieser Baualtersklasse neben objektspezifischen Mängeln auch schlechte Lageeigenschaften verbunden sind. Ebenfalls wirken sich hohe Migrationswerte in der Umgebung negativ auf den eigenen Angebotspreis aus. Ein Anstieg um 10 Migrationspunkte senkt den Angebotspreis um 1,0%.

## Totaler Einfluss der Kontrollvariablen

Das Modell SDM\_W\_W15 hat bei neun der 21 Kontrollvariablen signifikante totale Effekte. Eine um 10% größere Wohnfläche erhöht den Angebotspreis um 4,2%. Ein Bestandsobjekt erhöht den Preis um 4,1%, der Erstbezug um 5,2% und eine gehobene/luxuriöse Ausstattung um 6,2%. Ein Loft oder Penthouse führt zu durchschnittlich 10,5% höheren Preisen. Ein negativer totaler Einfluss ist bei den Baualtersklassen BAK\_1919\_48 (-10,4%), BAK\_1958\_68 (-13,1%) und der BAK\_1969\_78 (-18,1%) festzustellen. Die Variable MIGRATION ist zwar ebenfalls signifikant, allerdings hat ein Anstieg um 10 Punkte nur einen Preisrückgang von -0,4% zur Folge. Auffällig ist der sehr hohe Abschlag bei Wohnungen der Baujahre 1958 bis 1978, die sowohl auf mangelhafte Objekt- und Lagemerkmale hindeuten. Bei den bislang nicht genannten Variablen ist der nicht signifikante Einfluss nachvollziehbar, da die direkten und indirekten Effekte gegensätzliche Vorzeichen aufweisen, weshalb der totale Einfluss neutral ist.

## Direkter Einfluss der Fokusvariablen

Zwei Gebietstypen haben einen signifikanten direkten Einfluss auf den Angebotspreis. In statusniedrigen urbanen Räumen mit hohem (UH\_SH\_86\_100) bzw. mittlerem (UH\_SH\_61\_85) Nahmobilitätsgrad liegen die Angebotspreise um 3,1% bzw. 2,9% niedriger. Ein direkter Einfluss der Nahmobilität auf die Angebotspreise von Wohnungen ist damit nicht feststellbar.

## Indirekter Einfluss der Fokusvariablen

Bei neun von elf Gebietskategorien sind signifikante indirekte Effekte zu beobachten (Tab. 55). In statushohen urbanen Gebieten (UH\_SN) führt ein niedriger Nahmobilitätswert zu niedrigeren Angebotspreisen. Dies führt zu der Schlussfolgerung, dass in diesem Raumtyp eine eingeschränkte fußläufige Erreichbarkeit zu alltagsrelevanten Aktivitätszielen als Malus angesehen wird. In statusniedrigen urbanen Gebieten (UH\_SH)

sowie in suburbanen Gebieten (UN\_SN, UN\_SH) korreliert der Preisabschlag hingegen negativ mit den Nahmobilitätswerten, wobei der Preisaufschlag in statushohen suburbanen Räumen (UN) mit bis zu 9% am höchsten ist. Damit lässt sich folgern, dass in suburbanen Raumtypen eine zunehmende Distanz zu alltagsrelevanten Aktivitätszielen mit einem Bonus verbunden ist. In suburbanen Raumtypen liegen die Wohnstandorte mit niedrigen Nahmobilitätswerten häufig in Neubaugebieten, während sich die Wohnstandorte mit hohen Nahmobilitätswerten eher im Ortskern befinden. Diese Wohnstandorte unterscheiden sich neben der fußläufigen Erreichbarkeit zu alltagsrelevanten Aktivitätszielen beispielsweise auch noch im Zuschnitt der Grundstücke oder der Verkehrsanbindung. Es ist daher naheliegend, dass der berechnete Einfluss der Nahmobilität zum Teil auf diese unbeobachteten Einflüsse zurückzuführen ist.

Tabelle 55: Indirekter der Gebietstypen auf die abhängige Variable APREIS\_-QM\_LOG im Modell SDM\_W\_W15

	UH_SN	UH_SH	UN_SN	UN_SH
NMW_86_100	Referenz	-10,6%	-19,2%	-16,7%
$NMW_61_85$		-5,8%	-11,8%	$-13,\!2\%$
$NMW\_0\_60$	-6,0%	_	$-10,\!3\%$	-11,7%
Einfluss der Nahmob	ilität auf die abhä	ingige Variable	unabhängig von	den

 Indikatoren "Soziale Benachteiligung" und "Urbanismus"

 NMW\_86\_100
 Referenz
 0
 0
 0

 NMW\_61\_85
 —
 4,8%
 7,4%
 3,5%

NMW\_0\_60 -6,0% - 8,9% 5,0%

Anmerkung: Nur Darstellung signifikanter Effekte (p<0.05) Eigene Darstellung.

## Totaler Effekt der Fokusvariablen

Bei neun von elf Fokusvariablen ist ein totaler Effekt auf den Angebotspreis festzustellen. Die beobachteten Unterschiede sind vor allem auf die Indikatoren "Soziale Benachteiligung" und "Urbanismus" zurückzuführen. (Tab. 56). Nach Ausschluss dieser Einflüsse führt ein mittleres Nahmobilitätsniveau verglichen mit einem hohen Nahmobilitätsniveau zu einem Preisaufschlag von etwa 3 bis 7%, bei statushohen urbanen Gebieten ist allerdings kein signifikanter Preiseffekt zu beobachten. Ein niedriges Nahmobilitätsniveau führt in statushohen suburbanen Räumen zu einem Preisabschlag von fast 5%. In suburbanen Gebieten (UN) korreliert der Preisaufschlag negativ mit dem Nahmobilitätsniveau.

## Einfluss des Koeffizienten $\rho$

Beim SDM-Modell beschreibt der signifikante Koeffizient  $\rho$  die Stärke des Zusammenhangs zwischen dem Angebotspreis der eigenen und dem durchschnittlichen Angebotspreis benachbarter Immobilien. Etwa zwei Drittel (0,69) des eigenen Angebotspreises werden unabhängig vom Gebietstyp durch das Preisniveau benachbarter Objekte bestimmt wird. Dieses Ergebnis erscheint schlüssig und stimmt mit der abgeleiteten Theorie der Angebotspreisfestsetzung überein.

	K_UH_SN	$K_UH_SH$	K_UN_SN	K_UN_SH
NMW_86_100	Referenz	-13,5%	-17,6%	-16,6%
NMW_61_85	<del></del>	-8,5%	-11,0%	-13,1%
NMW_0_60	-4,9%		-9,8%	-11,0%
Einfluss der Nahmob Indikatoren "Soziale				ı den
NMW_86_100	0	0	0	0
NMW_61_85	<del></del>	$5{,}0\%$	$6,\!6\%$	$3{,}5\%$
NMW 0 60	-4,9%	_	$7,\!8\%$	$5,\!6\%$

Tabelle 56: Totaler Gebietstypen auf die abhängige Variable APREIS\_QM\_LOG im Modell SDM W W15

Anmerkung: Nur Darstellung signifikanter Effekte (p<0.05) Eigene Darstellung.

## Exkurs: Ergebnisse des OLS-Modells

Die Kontrollvariablen stimmen im OLS-Modell weitgehend mit den Kontrollvariablen des SDM-Modells überein. Im OLS-Modell sind alle Gebiets-Dummys signifikant und weisen damit mittelbar auf einen Einfluss der Nahmobilität auf Angebotspreise hin (Tab. 57). Das oben beschriebene Phänomen, dass in statushohen urbanen Gebieten der Angebotspreis positiv mit dem Nahmobilitätswert und in den übrigen Gebietstypen negativ mit dem Nahmobilitätswert korreliert ist auch bei den OLS-Koeffizienten zu finden. Das OLS-Modell führt damit grundsätzlich zu vergleichbaren Schlussfolgerungen wie das SDM-Modell, wobei die absolute Höhe der Zu- und Abschläge, die auf den Einfluss der Nahmobilität zurückgeführt werden, im OLS-Modell niedriger sind.

Tabelle 57: Direkter Einluss der Gebietstypen auf die abhängige Variable APREIS\_- QM $\,$  LOG im Modell OLS $\,$  W

	K_UH_SN	K_UH_SH	K_UN_SN	K_UN_SH
NMW_86_100	$\operatorname{Referenz}$	$-14,\!4\%$	-10,9%	$-15,\!6\%$
NMW_61_85	-0.05%	$-12,\!5\%$	-8,9%	-13,9%
NMW_0_60	-2,9%	$-13,\!5\%$	-8,3%	$-12,\!9\%$

Einfluss der Nahmobilität auf die abhängige Variable unabhängig von den Indikatoren "Soziale Benachteiligung" und "Urbanismus"

NMW_86_100	0	0	0	0
NMW_61_85	-0.05%	1,9%	$2{,}0\%$	1,7%
NMW_0_60	-2,9%	0,9%	$2,\!6\%$	2,7%

Anmerkung: Nur Darstellung signifikanter Effekte (p<0.05) Eigene Darstellung.

## Zwischenfazit

Die Ergebnisse stimmen mit der Theorie zur Angebotspreisfestsetzung überein. Der Angebotspreis wird v.a. durch die Angebotspreise benachbarter Objekte  $(\rho)$ , eigenen Objektmerkmale und teilweise durch die Objektmerkmale benachbarter Objekte bestimmt. Die tatsächliche Mikrolage eines Hauses, quantifiziert durch die Indikatoren "Soziale Benachteiligung", "Urbanismus" und Nahmobilitätswert hat nur bei zwei Gebietstypen einen direkten und bei neun Gebietstypen einen indirekten Einfluss auf den Angebotspreis, wobei die direkten und indirekten Effekte meist gegensätzliche Vorzeichen aufweisen. Bei den totalen Effekten sind neun der elf Fokusvariablen signifikant. Ein mittleres Nahmobilitätsniveau führt zu einem Preisaufschlag gegenüber einem hohen Nahmobilitätsniveau. Ein niedriges Nahmobilitätsniveau führt in urbanen Räumen tendenziell zu niedrigeren und in suburbanen Gebieten zu höheren Angebotspreisen.

## 4.5.2.3. Fazit der ökonometrischen Analyse bei Wohnungen

## Kontrollvariablen

Die direkten Effekte der Kontrollvariablen (z. B. Wohnfläche, Objektzustand) haben bei den Kölner Modellen SDM\_WK\_W10 sowie SDM\_WK\_W15 und dem Gesamtmodell SDM\_W\_W15 das gleiche Vorzeichen sowie eine ähnliche Höhe. Bei den indirekten Effekten sind zwischen den Modellen Abweichungen festzustellen, allerdings sind nur wenige der 21 Kontrollvariablen signifikant. Die signifikanten direkten, indirekten und totalen Einflüsse der Kontrollvariablen sind schlüssig und werden nicht näher betrachtet.

## Fokusvariablen

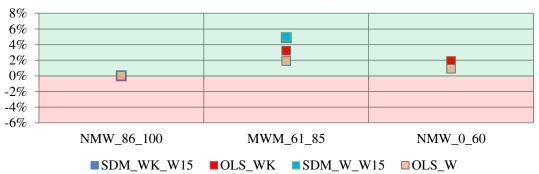
Bei den Gebiets-Dummys haben die Kölner Modelle fünf bzw. sechs signifikante direkte und drei signifikante indirekte Effekte. Im Gesamtmodell sind es hingegen zwei signifikante direkte und neun signifikante indirekte Effekte. Die Ergebnisse beider Modelle sind als komplementär anzusehen, da Differenzen auf die beiden verwendeten Datensätze und den Sozialraumanalysen auf Stadtteil- bzw. Stadtviertelebene zurückgeführt werden können. Folgende Grundaussagen werden darauf aufbauend für die vier betrachteten Raumtypen abgeleitet. Haushalte in urbanen Gebieten suchen einerseits die Nähe zu alltagsrelevanten Aktivitätszielen, möchten andererseits aber Beeinträchtigungen durch negative externe Effekte vermeiden. Ein niedriges Nahmobilitätsniveau wird als Malus wahrgenommen. Gebiete mit einem mittleren Nahmoblitätsniveau stellen damit die bevorzugten Wohnstandorte dar, da dort der Wohnwunsch nach Nähe und gleichzeitiger Distanz zu alltagsrelevanten Aktivitätszielen optimiert werden kann. Im suburbanen Raum sind steigende Angebotspreise trotz sinkender Nahmobilitätswerte zu beobachten, da Haushalte bestehende Wohnwünsche optimieren können. Diese auf den ersten Blick widersinnig erscheinende Aussage ergibt dann Sinn, wenn die Ergebnisse mit den spezifischen Wohnanforderungen der Bewohner in den jeweiligen Gebietstypen verglichen werden. In suburban geprägten Gegenden wird vor allem Ruhe und Grün gesucht, nicht das Vorhandensein von Aktivitätszielen. In städtischen Räumen ist die fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele hingegen ein wichtiges Standortkriterium. Die Ergebnisse der öknometrischen Analyse sind damit schlüssig. Abbildung 40 stellt die totalen Effekte der beschriebenen Modelle in den vier Raumtypen dar. Die Ergebnisse der OLS-Modelle werden zum Vergleich ebenfalls aufgeführt, da diese – trotz verzerrter Schätzer – die Schlussfolgerungen der SDM-Modelle bestätigen.

Abbildung 40: Gemeinsame Darstellung der SDM- und OLS-Modelle hinsichtlich des Einflusses der Nahmobilität auf die Angebotspreise von Wohnungen

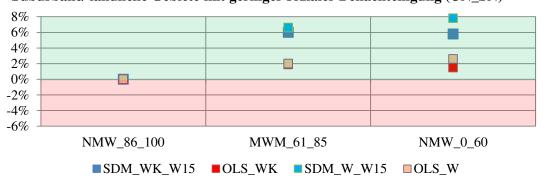
## Urbane Gebiete mit geringer sozialer Benachteiligung (UH\_SN)



## Urbane Gebiete mit hoher sozialer Benachteiligung (UH\_SH)



## Suburbane/ ländliche Gebiete mit geringer sozialer Benachteiligung (UN\_SN)



## Suburbane/ländliche Gebiete mit hoher sozialer Benachteiligung (UN\_SH)



Eigene Darstellung.

## 4.5.3. Interpretation der ökonometrischen Ergebnisse bei Häusern

## 4.5.3.1. Ökonometrische Analyse – SDM HK W15

Das Modell SDM\_HK\_W15 hat ein angepasstes  $R^2$  von 0,73 und die Residuen weisen auf dem 5%-Signifikanzniveau keine räumliche Autokorrelation auf. Der durchschnittliche prozentuale Fehler beträgt 21,5%, der Medianfehler 15,1%. In absoluten Werten liegt der durchschnittliche Fehler mit 82.523 Euro 78% über dem Medianfehler mit 46.259 Euro. Für die meisten Fälle kann das SDM-Modell die Angebotspreise sehr gut schätzen, hohe Schätzfehler ergeben sich allerdings bei Objekte mit sehr niedrigen oder sehr hohen Angebotspreisen, obwohl diese nach der multivariaten Ausreißeranalyse keine Ausreißer darstellen. Dies stellt eine erkannte Restriktion dieser Arbeit dar.

## Direkter Einfluss der Kontrollvariablen

Den größten direkten Einfluss auf den Angebotspreis eines Hauses haben erwartungsgemäß die Wohn-und Grundfläche. Eine um 10% größere Wohnfläche erhöht den Angebotspreis um 7,4%, eine um 10% größere Grundfläche um 1,5%. Ein Bestandsobjekt erhöht den Angebotspreis um 1,9%, eine luxuriöse oder gehobene Ausstattung um 3,7% und ein renovierungsbedürftiger Zustand senkt den Angebotspreis um -6,4%. Gegenüber dem Referenzobjekt eines Einfamilienhauses sind die Zu- und Abschläge für Reihen- und Doppelhäuser (-2,0%), Villen (9,1%) und Sonstige Häuser (-1,4%) schlüssig. Verglichen mit der Referenzbaualtersklasse BAK AB 2007 ist der fast u-förmige Verlauf der Abschläge der Baualtersklassen BAK BIS 1918 (-8,7%), BAK 1919 48 (-4,4%), BAK 1949 57 (-3,5%), BAK 1958 68 (-3,8%), BAK 1969 78 (-4,8%) und BAK 1979 83 (-4,7%) plausibel. Erklärungsbedürftig ist der sehr hohe Abschlag von vor 1918 erbauten Immobilien mit -8,7% und könnte beispielsweise auf ungünstige Grundrisse oder bauliche Mängel zurückzuführen. Objekte der Baualtersklassen BAK -1995 01 und BAK 2002 06 weisen daneben keinen signifikant niedrigeren Preis als Neubauprojekte auf. Dies ist nicht zu erwarten gewesen, da gemeinhin Bestandsobjekte mit einem Preisabschlag verkauft werden. Gegenüber dem Referenzzeitraum zeigt das SDM-Modell keinen signifikanten Preisanstieg im weiteren Untersuchungszeitraum an. Der Indikator Migration ist nicht signifikant.

## Indirekter Einfluss der Kontrollvariablen

Ein Anstieg der Wohnfläche um 10% bei benachbarten Häusern erhöht den eigenen Angebotspreis um 8,0%, ein Anstieg der benachbarten Grundstücksfläche um 10% senkt den eigenen Angebotspreis um -2,1%. Es ist offensichtlich, dass die Wohn- und Grundstücksfläche benachbarter Grundstücke in der Regel nicht veränderbar sind. Es wird daher angenommen, dass ein im Vergleich zu den Nachbargrundstücken kleines Grundstück einen relativen Nachteil aufweist, während benachbarte Häuser mit größeren Wohnflächen auf eine tendenziell gehobene Wohngegend hindeuten. Benachbarte Villen erhöhen den Angebotspreis um 21,3% und deuten auf homogene statushohe Gebiete in Köln hin. Benachbarte Häuser der Baujahre 1949\_57 beeinflussen den Angebotspreis positiv (14,2%), als eigenes Objektmerkmal senkt diese Baualtersklasse aber den Angebotspreis um -3,5%. Es ist zu vermuten, dass dieses Baujahr mit objektspezifischen Mängeln verbunden ist und der positiven Einfluss der benachbarten Objekte eher auf unbeobachte Lageeigenschaften zurückzuführen ist, da bei den Wohnungen der gleiche Effekt in ähnlicher Höhe beobachtet werden kann.

## Totaler Einfluss der Kontrollvariablen

Das Modell SDM\_HK\_W15 hat fünf signifikante totale Effekten bei den Kontrollvariablen. Eine um 10% größere Wohnfläche erhöht den Angebotspreis um 16,0%. Ein renovierungsbedürftiger Zustand senkt den Preis um 13,9% und eine gehobene oder luxuriöse Ausstattung führt zu einer Preissteigerung von 8,3%. Die Zu- und Abschläge für Reihen- und Doppelhäuser (-5,8%) sowie Villen (32,3%) sind ebenfalls schlüssig. Dass die übrigen Kontrollvariablen nicht signifikant sind, lässt sich darauf zurückführen, dass die direkten und indirekten Effekte häufig gegensätzliche Vorzeichen aufweisen und damit der totale Einfluss neutral ist.

## Direkter Einfluss der Fokusvariablen

Kein Gebietstyp hat einen signifikanten direkten Einfluss auf den Angebotspreis. Die Indikatoren "Soziale Benachteiligung" und "Urbanismus" sowie das Nahmobilitätsniveau haben damit keinen Einfluss auf den Angebotspreis.

## Indirekter Einfluss der Fokusvariablen

Bei vier Gebietstypen sind signifikante indirekte Effekte festzustellen. Die gegenüber dem Referenzgebietstyp UH\_SN\_86\_100 sehr hohen Abschläge in den Gebietstypen K\_UH\_SH\_86\_100 (-17,2%), K\_UN\_SN\_86\_100 (-12,4%), K\_UN\_SH\_86\_100 (-38,5%) und K\_UN\_SH\_61\_85 (-9,6%) führen zu zwei möglichen Interpretationen. Erstens, die Zu- und Abschläge sind vor allem ein Produkt unterschiedlicher Kombinationen der Indikatoren "Soziale Benachteiligung" und "Urbanismus". Zweitens, befindet sich das eigene Objekt unabhängig vom Raumtyp in Nachbarschaft zu Objekten mit sehr hohen Nahmobilitätswerten, so senkt dies den eigenen Angebotspreis. Der sehr hohe Abschlag in der Gebietskategorie K\_UN\_SH\_86\_100 mit -38,5% deutet auf ein Stadt-Land-Gefälle bzw. nicht näher definierten sozialen Problemlagen in suburbanen Gebieten hin. Benachbarte Immobilien in der Gebietskategorie K\_UN\_SH mit mittlerem Nahmobilitätsniveau (61\_85) führen zu einem Angebotsabschlag von -9,6%; hier allerdings direkt auf einen deutlich positiven Einfluss der Nahmobilität zu schließen wäre voreilig, da der zuvor genannte Abschlag von -38,5% ebenfalls ungewöhnlich ist.

Tabelle 58: Indirekter Einfluss der Gebietstypen auf die abhängige Variable APREIS\_-LOG im Modell SDM\_HK\_W15

$\operatorname{Referenz}$	$-17,\!2,\!9\%$	-12,4%	-38,5%		
_					
			$-9,\!6\%$		
Einfluss der Nahmobilität auf die abhängige Variable unabhängig von den					
	tät auf die abhä	tät auf die abhängige Variable			

**		**		
NMW_86_100	0	0	0	0
NMW_61_85				
$NMW_0_{60}$				$28{,}9\%$

Anmerkung: Nur Darstellung signifikanter Effekte (p<0.05) Eigene Darstellung.

## Totaler Einfluss der Fokusvariablen

Bei vier Variablen ist ein signifikanter totaler Einfluss auf die abhängige Variable festzustellen, wobei es sich bei drei Variablen um die Gebietstypen mit dem höchsten Nahmobilitätsniveau in den drei anderen Raumtypen handelt. Damit ist kein Einfluss der Nahmobilität auf die Angebotspreise von Häusern feststellbar (Tab 59). Der hohe Zuschlag der zuvor genannten Variablen K\_UN\_SH\_NMW\_0\_60 ist vermutlich eher auf ein statistisches Artefakt als auf einen tatsächlichen Einfluss der Nahmobilität zurückzuführen.

Tabelle 59: Totaler Einfluss der Gebietstypen auf die abhängige Variable APREIS\_-LOG im Modell SDM\_HK\_W15

	K_UH_SN	K_UH_SH	K_UN_SN	K_UN_SH	
NMW_86_100	Referenz	-14,9%	-11,5%	-37,2%	
NMW_61_85		_	_	_	
$NMW\_0\_60$				-8,9%	
Einfluss der Nahmobilität auf die abhängige Variable unabhängig von den Indikatoren "Soziale Benachteiligung" und "Urbanismus"					
NMW_86_100	0	0	0	0	
NMW_61_85	_	_	_		
$NMW\_0\_60$				$28{,}3\%$	

Anmerkung: Nur Darstellung signifikanter Effekte (p<0.05) Eigene Darstellung.

## Einfluss des Koeffizienten $\rho$

Der Koeffizient  $\rho$  beschreibt die Stärke des Zusammenhangs zwischen dem Angebotspreis der eigenen und dem durchschnittlichen Angebotspreis benachbarter Immobilien. Die Korrelation ist mit 0,56 sehr hoch, da über die Hälfte des eigenen Angebotspreises unabhängig vom Gebietstyp durch das Preisniveau benachbarter Objekte bestimmt wird. Dieses Ergebnis stimmt mit der abgeleiteten Theorie der Angebotspreisfestsetzung überein und ist damit nachvollziehbar.

## Exkurs: Ergebnisse des OLS-Modells

Bei den Kontrollvariablen stimmt das OLS-Modell weitgehend mit den direkten Effekten des SDM-Modells überein. Beim OLS-Modell sind zudem alle Koeffizienten der Gebiets-Dummys signifikant (Tab 60). In urbanen Räumen führen niedrige Nahmobilitätswerte zu sinkenden Angebotspreisen, in statushohen suburbanen Räumen zu steigenden Angebotspreisen. In statusniedrigen suburbanen Räumen sind ein mittleres Nahmobilitätsniveau mit einem Preisaufschlag und ein niedriges Nahmobilitätsniveau mit einem Preisabschlag verbunden. Es ist weiter zu beobachten, dass bei den Gebietsvariablen die OLS-Koeffizienten andere Vorzeichen aufweisen als die direkten Effekte des SDM-Modells. Dies ist nicht erklärbar, da die Kontrollvariablen konsistent die gleichen Vorzeichen aufweisen. Das OLS- und SDM-Modell führen damit zu divergierenden Schlussfolgerungen.

	UH_SN	UH_SH	UN_SN	UN_SH
NMW_86_100	Referenz	-8,5%	-8,2%	-8,8%
NMW_61_85		-9,0%	-5,4%	$-7,\!6\%$
$NMW_0_{\overline{60}}$	-2,9%	$-12,\!0\%$	-4,5%	$-11,\!2\%$
Einfluss der Nahmob Indikatoren "Soziale l		0 0		ı den
NMW_86_100	0	0	0	0
NMW_61_85	0	-0.5%	$2,\!8\%$	$1,\!2\%$
$NMW_0_{\overline{60}}$	-2,9%	$-3,\!5\%$	$3{,}7\%$	-2,4%

Tabelle 60: Totaler Einfluss der Gebietstypen auf die abhängige Variable APREIS\_-LOG im Modell OLS\_HK

Anmerkung: Nur Darstellung signifikanter Effekte (p<0.05) Eigene Darstellung.

## Zwischenfazit

Die Ergebnisse des SDM-Modells stimmen mit der Theorie zur Angebotspreisfestsetzung überein. Der Angebotspreis wird wesentlich durch das Preisniveau benachbarter Objekte den und eigenen Objektmerkmalen, insbesondere der Wohn- und Grundstücksfläche, bestimmt. Einen geringen Einfluss üben auch Objektmerkmale benachbarter Immobilien auf die eigene Immobilie aus. Die tatsächliche Mikrolage eines Hauses, quantifiziert durch die Indikatoren "Soziale Benachteiligung", "Urbanismus" und Nahmobilitätswert haben keinen direkten und bei vier Gebietstypen einen indirekten Einfluss auf den Angebotspreis. Die totalen Effekte weisen auf keinen Einfluss der Nahmobilität auf die Angebotspreise von Häusern hin. Auffallend ist, dass das SDM- und OLS-Modell zu abweichenden Schlussfolgerungen führen. Diese Beobachtung weist auf die Bedeutung der theoriegeleiteten Modellauswahl hin.

# 4.5.3.2. Ökonometrische Analyse – SDM\_H\_W15

Das Modell SDM\_H\_W15 hat ein angepasstes  $R^2$  von 0,76 und die Residuen weisen auf dem 5%-Signifikanzniveau eine räumliche Autokorrelation auf. Die grafische Analyse des Moran´s-Scatterplot sowie der leicht negative Moran´s I Wert von -0,009 deuten allerdings auf keine räumliche Autokorrelation der Residuen hin. Der durchschnittliche prozentuale Fehler beträgt 22,3%, der Medianfehler 15,7%. In absoluten Werten liegt der durchschnittliche Fehler mit 93.992 Euro 80% über dem Medianfehler mit 51.606 Euro. Damit können die Angebotspreise der meisten Fälle gut geschätzt werden. Die Residuenananalyse hat allerdings auch zum Ergebnis, dass die Angebotspreise von Fällen mit sehr hohen/niedrigen Angebotspreisen nur schlecht geschätzt werden können.

## Direkter Einfluss der Kontrollvariablen

Eine um 10% größere Wohnfläche erhöht den Angebotspreis um 7,2%, eine um 10% größere Grundfläche um 1,7%. Ein Bestandsobjekt erhöht den Angebotspreis um 2,7%, der Erstbezug um 2,1%, eine gehobene oder luxuriöse Ausstattung um 2,8% und ein renovierungsbedürftiger Zustand reduziert den Angebotspreis um -5,7%. Gegenüber dem Re-

ferenzobjekt Einfamilienhaus sind die direkten Effekte der Haustypen RH/DH (-2,1%), Villa (8,6%) und Sonstige Häuser (-2,1%) plausibel. Verglichen mit der Referenzbaualtersklasse ist der u-förmige Verlauf der Abschläge bei den Variablen BAK\_BIS\_1918 (-7,5%), BAK\_1919\_48 (-4,5%), BAK\_1949\_57 (-4,9%), BAK\_1958\_68 (-4,7%), BAK\_1969\_78 (-5,4%), BAK\_1979\_83 (-4,4%) und BAK\_1984\_94 (-1,5%) schlüssig. Der hohe Abschlag von -7,5% bei vor 1918 erbauten Häusern ist nicht zu erwarten gewesen und kann beispielsweise auf bauliche Mängel oder weitere unbeobachtete Kriterien zurückgeführt werden. Die Baualtersklassen BAK\_1995\_01 und BAK\_2002\_06 haben keinen signifikant direkten Effekt, obwohl Bestandsobjekte meist einen Preisabschlag gegenüber Neubauprojekten aufweisen. Gegenüber dem Referenzzeitraum sind die Preisanstiege in der zweiten Jahreshälfte 2009 (0,7%) und in der ersten Jahreshälfte 2010 (1,2%) nachvollziehbar. Ein um 10 Punkte höherer Migrationswert reduziert den Angebotspreis um -1%.

#### Indirekter Einfluss der Kontrollvariablen

Fünf Kontrollvariablen weisen signifikante indirekte Effekte auf. Ein Anstieg der benachbarten Wohnfläche um 10% erhöht den eigenen Angebotspreis um 7,4%, ein Anstieg der benachbarten Grundstücksfläche um 10% senkt den eigenen Angebotspreis um -2,3%. Es wird angenommen, dass ein im Vergleich zu den Nachbargrundstücken relativ kleines Grundstück mit einem Malus verbunden ist, während benachbarte Häuser mit größeren Wohnflächen auf statushohe Wohngegenden hindeuten. Der negative Einfluss benachbarter RH/DH (-4,9%) bzw. Sonstiger Häuser (-9,7%) wird darauf zurückgeführt, dass diese verglichen mit Einfamilienhäuser und Villen keine typischen Objekte gehobener Wohngegenden darstellen. Benachbarte Häuser der Baualtersklasse 1919\_48 (16,7%) haben einen positiven Einfluss auf den eigenen Angebotspreis, als eigenes Objektmerkmal reduziert dies den Angebotspreis um -4,5%. Es wird angenommen, dass dieses Baujahr auch auf unbeobachtete Lagemerkmale hindeutet, da sich Objekte dieser Baualtersklassen häufig in den zentralen Lagen der Stadtteil- sowie Ortszentren befinden.

## Totaler Einfluss der Kontrollvariablen

Bei den Kontrollvariablen weisen sechs Variablen einen signifikanten totalen Einfluss auf. Eine 10% größere Wohnfläche erhöht den Angebotspreis um 15,1%. Die Zu- und Abschläge für Reihen- und Doppelhäuser (-6,8%), Villen (19,7%) und Sonstige Häuser (-1,3%) sind schlüssig. Die Variable BAK\_1919\_48 (11,6%) wirkt sich ebenfalls positiv auf den Angebotspreis aus. Der positive totale Einfluss dieser Variablen deutet auf gute unbeobachte räumliche Lageeigenschaften hin, da der direkte Effekt negativ ist. Weiter ist ein negativer Einfluss des Indikators "Migration" zu beobachten, allerdings ist bei einem Anstieg um 10 Punkte nur ein moderater Preisrückgang von -1,0% festzustellen.

## Direkter Einfluss der Fokusvariablen

Kein Gebietstyp hat einen signifikanten direkten Einfluss auf den Angebotspreis. Die Indikatoren "Soziale Benachteiligung" und "Urbanismus" sowie das Nahmobilitätsniveau haben damit keinen Einfluss auf den Angebotspreis.

## Indirekter Einfluss der Fokusvariablen

Befinden sich benachbarte Objekte gegenüber der Referenzkategorie UH\_SN\_86\_100 in dem Gebietstyp UN\_SN\_61\_85 (9,6%), UN\_SN\_0\_60 (11,9%) bzw. UN\_SH\_86\_100 (17,8%) ist ein Preisaufschlag zu beobachten (Tab. 61). Der hohe Preisaufschlag der Gebietskategorie UN\_SN\_86\_100 ist gegenüber der Referenzkategorie ausschließlich auf die Ausprägung des Indikators "Urbanismus" zurückzuführen. Der hohe Preisaufschlag ist überraschend, da damit Immobilien im suburbanen Raum höhere Angebotspreise erzielen als im städtischen Raum und ist ggf. auf gehobene Wohnorte im suburbanen Raum (z. B. Köln-Hahnwald, Wiesbaden-Sonnenberg) zurückzuführen. Die Preisaufschläge der Gebietstypen UH\_SN\_61\_85 (9,6%) und UH\_SN\_0\_60 (11,9%) zeigen, dass in statushohen urbanen Gebieten niedrigere Nahmobilitätswerte bei benachbarten Objekten zu höheren Angebotspreisen führen. Die Ergebnisse lassen sich damit dahingehend interpretieren, dass ein Einfluss der Nahmobilität auf die Angebotspreise von Häusern nur in urbanen statushohen Gebieten vorhanden ist. In den anderen drei Raumtypen ist kein Einfluss der Nahmobilität festzustellen.

Tabelle 61: Indirekter Einfluss der Gebietstypen auf die abhängige Variable APREIS\_-LOG im Modell SDM H W15

	UH_SN	UH_SH	UN_SN	UN_SH	
NMW_86_100	$\operatorname{Referenz}$	<del>_</del>	17,8%	<del>_</del>	
NMW_61_85	$9,\!6\%$				
$NMW_0_{60}$	$11{,}9\%$	<del></del>	<del></del>	_	
Einfluss der Nahmobilität auf die abhängige Variable unabhängig von den Indikatoren "Soziale Benachteiligung" und "Urbanismus"					
NMW_86_100	0	_	0		
NMW_61_85	$9,\!6\%$				
$NMW_0_{60}$	$11{,}9\%$	<del>_</del>	<del>_</del>	_	

Anmerkung: Nur Darstellung signifikanter Effekte (p<0.05) Eigene Darstellung.

## Totaler Einfluss der Fokusvariablen

Sechs Variablen weisen einen signifikanten totalen Einfluss auf die abhängige Variable auf (Tab. 62). Die Ergebnisse deuten an, dass in urbanen Räumen niedrigere Nahmobilitätswerte zu höheren Angebotspreisen führen. Dies führt zu der Schlussfolgerung, dass bei der Wohnstandortsuche die Nähe zu Aktivitätszielen nicht explizit gemieden wird, sondern dass sich in diesen Gebieten andere als wichtiger erachtete Wohnwünsche, z. B. eine ruhige Lage, besser erfüllen lassen. In suburbanen Räumen haben höhere Nahmobilitätswerte höhere Angebotspreise zur Folge. Dieses Ergebnis deutet damit an, dass die fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele im suburbanen Raum einen Wert an sich darstellt.

## Einfluss des Koeffizienten $\rho$

Der Koeffizient  $\rho$  beschreibt die Stärke des Zusammenhangs zwischen dem Angebotspreis der eigenen und dem durchschnittlichen Angebotspreis benachbarter Immobilien.

Tabelle 62: Totaler Einfluss der Gebietstypen auf die abhängige Variable APREIS\_-LOG im Modell SDM\_H\_W15

	UH_SN	UH_SH	UN_SN	UN_SH
NMW_86_100	Referenz	_	$16{,}2\%$	<del>_</del>
NMW_61_85	$10{,}5\%$	10,7%	$6,\!4\%$	_
$NMW_0_{60}$	$15{,}7\%$		$6,\!6\%$	
Einfluss der Nahmob Indikatoren "Soziale I		0 0		ı den
NMW_86_100	0	0	0	_
NMW_61_85	$10{,}5\%$	10,7%	-9,8%	
NMW 0 60	15,7%		-9.6%	

Anmerkung: Nur Darstellung signifikanter Effekte (p<0.05) Eigene Darstellung.

Die Korrelation ist mit 0,6 sehr hoch, da fast zwei Drittel des eigenen Angebotspreises unabhängig vom Gebietstyp durch das Preisniveau benachbarter Objekte bestimmt wird. Dieses Ergebnis erscheint plausibel und stimmt mit der Theorie der Angebotspreisfestsetzung überein.

## Exkurs: Ergebnisse des OLS-Modells

Die Fokusvariablen des OLS-Modells stimmen weitestgehend mit den direkten Effekten des SDM-Modells überein. Im OLS-Modell sind weiter neun von elf Koeffizienten bei den Fokusvariablen dieser Arbeit signifikant (Tab. 63). Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass in statushohen urbanen Räumen niedrigere Nahmobilitätswerte zu höheren Angebotspreisen führen, das gleiche Phänomen ist auch in statusniedrigen suburbanen Gebieten zu beobachten. In statushohen suburbanen Gebieten haben höhere Nah-

Tabelle 63: Totaler Einfluss der Gebietstypen auf die abhängige Variable APREIS\_LOG im Modell OLS  $\,\,{\rm H}$ 

	UH_SN	UH_SH	UN_SN	UN_SH
NMW_86_100	$\operatorname{Referenz}$	$-3,\!5\%$	$12{,}1\%$	-3,4%
NMW_61_85	$11,\!2\%$		$3{,}1\%$	-1,9%
$NMW_0_{60}$	$13{,}1\%$	_	$3,\!8\%$	$7{,}0\%$

Einfluss der Nahmobilität auf die abhängige Variable unabhängig von den Indikatoren "Soziale Benachteiligung" und "Urbanismus"

NMW_86_100	0	0	0	0
NMW_61_85	$11{,}2\%$	_	-9,0%	$1,\!5\%$
$NMW_0_{60}$	$13{,}1\%$		-8,3%	$10,\!4\%$

Anmerkung: Nur Darstellung signifikanter Effekte (p<0.05) Eigene Darstellung.

mobilitätswerte hingegen höhere Angebotspreise zur Folge. Die Schlussfolgerungen des SDM-Modells werden damit durch das OLS-Modell weitgehend bestätigt.

## Zwischenfazit

Die Ergebnisse stimmen mit der Theorie zur Angebotspreisfestsetzung überein. Der Angebotspreis wird vor allem durch den Preis benachbarter Objekte  $(\rho)$  und eigener Objektmerkmale, insbesondere der Wohn- und Grundstücksfläche, bestimmt. Bei wenigen Objektmerkmalen ist ein indirekter Einfluss auf den eigenen Angebotspreis festzustellen. Höhe und Vorzeichen der Kontrollvariablen sind sowohl bei den direkten, den indirekten als auch bei den totalen Effekten plausibel. Die Gebietsvariablen weisen keine direkten und nur drei indirekte signifikante Effekte auf. Bei sechs Gebietsvariablen ist ein signifikanter totaler Effekt zu beobachten. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass in urbanen Räumen höhere Nahmobilitätswerte zu niedrigeren Angebotspreisen führen, während in statushohen suburbanen Gebieten höhere Nahmobilitätswerte höhere Angebotspreise zur Folge haben.

## 4.5.3.3. Zwischenfazit der ökonometrischen Analyse bei Häusern

## Kontrollvariablen

Die Ergebnisse der SDM-Modelle SDM\_H\_W15 und SDM\_HK\_W15 mit den Datensätzen "Haus" und "Haus\_Köln" stimmen mit der unter Punkt 2.5.1 formulierten Theorie zur Angebotspreisfestsetzung überein. Zwischen dem eigenen Angebotspreis und den Angebotspreisen benachbarter Häuser besteht ein starker Zusammenhang (ρ) und diese erklären je nach Modell etwa 55% bis 60% des eigenen Angebotspreises. Die Angebotspreise benachbarter Häuser bilden damit den Ankerpreis bei der eigenen Angebotspreisfestsetzung, unabhängig vom Raumtyp oder anderen Objektmerkmalen. Die signifikanten direkten, indirekten und totalen Effekte der Kontrollvariablen der beiden Modelle SDM\_H\_W15 und SDM\_HK\_W15 sind plausibel und weisen nur geringe Differenzen auf, die auf die unterschiedlichen Datensätze zurückgeführt werden. Die Koeffizienten der OLS-Modelle stimmen weitgehend mit den direkten Effekten des entsprechenden SDM-Modells überein.

## Fokusvariablen

Von wesentlichen Interesse sind aber Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen dem Kölner Modell SDM\_HK\_W15 und dem Gesamtmodell SDM\_H\_W15 bei der Interpretation der Fokusvariablen. Bei beiden SDM-Modellen sind keine signifikanten direkten Effekte der Gebietstypen zu beobachten. Es gibt weiter nur wenige indirekte Effekte. Das Gesamtmodell führt zu der Schlussfolgerung, dass in statushohen urbanen Gebieten höhere Nahmobilitätswerte zu niedrigeren Angebotspreisen führen, beim Kölner Modell ist hingegen kein signifikanter Einfluss zu erkennen. Weiter ist bei den indirekten Effekten des Gebietstyps (K\_)UN\_SN\_86\_100 ein Vorzeichenwechsel zwischen beiden Modellen zu beobachten. Im Kölner Modell ist ein negativer indirekter Effekt von -37,2%, beim Gesamtmodell ein positiver Effekt von 17,8% festzustellen.

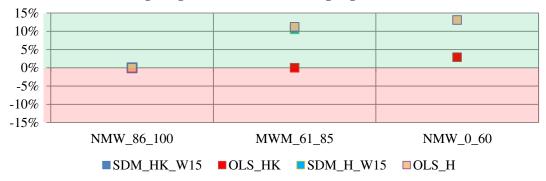
Nicht nur der Vorzeichenwechsel an sich, sondern auch die Höhe des Einflusses ist bemerkenswert. Bei den totalen Effekten ist im Kölner Modell nur ein Einfluss der Nahmobilität auf den Angebotspreis im Gebietstyp K\_UN\_SN\_0\_60 festzustellen. Der sehr hohe positive Einfluss von 28% ist unmittelbar auf den stark negativen Effekt der Gebietstyps

(K) UN SN 86 100 (-37%) zurückzuführen und damit zu bezweifeln. Ein signifikanter Einfluss der Nahmobilität auf die Angebotspreise von Häusern ist damit im Kölner SDM-Modell nicht vorhanden. Im Gegensatz dazu deuten die Ergebnisse im Gesamtmodell darauf hin, dass in urbanen Räumen höhere Nahmobilitätswerte zu niedrigeren Angebotspreisen führen und in statushohen suburbanen Räumen eine gute fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele höhere Angebotspreise zur Folge hat. Diese unklaren Ergebnisse werden durch die OLS-Modelle bestätigt und weisen in Abhängigkeit der räumlichen Ebene der Gebiets-Dummys (Stadtteil- vs. Stadtviertelebene) auf einen gegensätzlichen Einfluss der Nahmobilität auf Hauspreise hin. Im Gegensatz zu den Wohnungsmodellen, bei denen das Kölner-Modell, das Gesamtmodell sowie die entsprechenden OLS-Modelle in den Raumtypen auf die gleiche Wirkungsrichtung der Nahmobilität hindeuten, ist dies bei den Hausmodellen nicht der Fall. Bei Häusern bleibt damit der Einfluss der Nahmobilität auf Angebotspreise unklar (Tab. 41). Um das unklare Ergebnisse erklären zu können, wird nach den Ursachen gegensätzlicher Vorzeichen bei den Gebietstypen in den Häusernmodellen gesucht. Die Sozialraumanalyse wurde in Köln sowohl auf Ebene der Stadtteil- als auch auf Stadtviertelebene durchgeführt und entsprechende Gebiets-Dummys abgeleitet. Die Stadtteilebene ist hierbei die räumliche Ebene, die auch für die innerstädtische Raumbeobachtung (IRB) genutzt wird und meist auch die unterste räumliche Ebene bei immobilienwirtschaftlichen Forschungsarbeiten darstellt. Daten auf Stadtviertelebene sind meist nur eingeschränkt verfügbar.

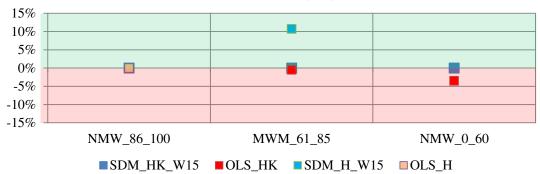
Die Ergebnisse der deskriptiven Analyse (Punkt 4.4.1.1) weisen bei Häusern darauf hin, dass die Zuordnung der Häuser zu den Raumtypen auf Stadtteil- und Stadtviertelebene nicht konsistent erfolgt und daher das Problem der veränderbaren Gebietseinheit beachtet (MAUP) werden muss. Um den Einfluss des MAUP einordnen zu können, wird daher erneut das Kölner SDM-Modell für Häuser angewendet (SDM\_HK\_W15), wobei die Gebiets-Dummys auf Stadtviertelebene durch die Gebiets-Dummys auf Stadtteilebene ersetzt werden. Bei den Kontrollvariablen führen beide Modelle zu vergleichbaren Ergebnissen. Bei den Gebietsvariablen sind allerdings deutlich divergierenden Ergebnisse zu beobachten (Tab. 64). Die Gebiets-Dummys auf Stadtviertelebene weisen auf keinen Einfluss der Nahmobilität hin, während die Gebiets-Dummys auf Stadtteilebene einen deutlichen Einfluss der Nahmobilität anzeigen, der ähnlich wie im Modell SDM\_H\_W15 (Tab. 62) ist. Da auf Stadtviertelebene eine kleinräumigere und damit exaktere Zuordnung der Sozialraumtypen möglich ist, wird das Ergebnis auf Stadtviertelebene als glaubwürdiger angesehen. Damit verbunden, ist kein Einfluss der Nahmobilität auf Hauspreise anzunehmen.

Abbildung 41: Gemeinsame Darstellung der SDM- und OLS-Modelle hinsichtlich des Einflusses der Nahmobilität auf die Angebotspreise von Häusern

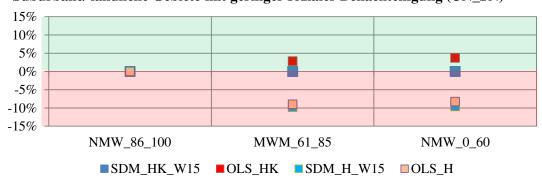
## Urbane Gebiete mit geringer sozialer Benachteiligung (UH\_SN)



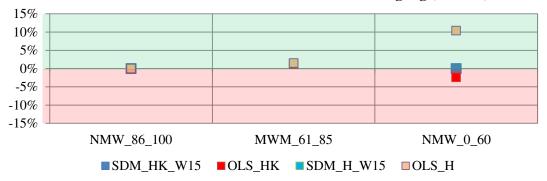
## Urbane Gebiete mit hoher sozialer Benachteiligung (UH\_SH)



## Suburbane/ ländliche Gebiete mit geringer sozialer Benachteiligung (UN\_SN)



## Suburbane/ländliche Gebiete mit hoher sozialer Benachteiligung (UN\_SH)



Eigene Darstellung.

Tabelle 64: Vergleich des totalen Einflusses der Nahmobilität auf die abhängige Variable bei Häusern in Köln unabhängig von den Indikatoren Soziale Benachteiligung und Urbanismus auf Stadtteil- und Stadtviertelebene

Stadtviertelebene				
	K_UH_SN	K_UH_SH	K_UN_SN	K_UN_SH
NMW_86_100	0	0	0	0
NMW_61_85	_	<del></del>	<del></del>	_
$NMW_0_{60}$	_	_	_	$28{,}3\%$
Stadtteilebene				
NMW_86_100	0	0	0 0	0
NMW_61_85	$10{,}4\%$	_	-4,4%	_
NMW_0_60	$21{,}7\%$		-5,1%	

Anmerkung: Nur Darstellung signifikanter Effekte (p<0.05) Eigene Darstellung.

# 4.5.4. Fazit

# Ergebnisse der Kontrollvariablen

Der berechnete Einfluss der Kontrollvariablen ist plausibel, da sowohl Vorzeichen als auch Höhe der direkten und indirekten Effekte mit vorherigen Immobilienmarktstudien übereinstimmen. Analog zur hergeleiteten Theorie zur Angebotspreisfestsetzung haben die SDM-Modelle ebenfalls zum Ergebnis, dass der eigene Angebotspreis auch durch die Objektmerkmale benachbarter Objekte beeinflusst wird. Hier ist zu beobachten, dass die direkten und indirekten Effekte zum Teil gegensätzliche Vorzeichen aufweisen, beispielsweise wirkt sich ein eigener Balkon positiv, die Balkone benachbarter Immobilien aber negativ auf den eigenen Angebotspreis aus, sodass der totale Effekt eines Balkons neutral ist. Auf eine weitergehende Beschreibung der Kontrollvariablen wird verzichtet.

# Räumliche Autokorrelation der abhängigen Variablen

Sowohl bei Häusern als auch bei Wohnungen werden etwa zwei Drittel des Angebotspreises unabhängig vom Gebietstyp durch den signifikanten Koeffizienten  $\rho$  erklärt, der die Stärke des Zusammenhangs zwischen dem Angebotspreis der eigenen und dem durchschnittlichen Angebotspreis benachbarter Immobilien beschreibt. Dieses Ergebnis stimmt mit der abgeleiteten Theorie zur Angebotspreisfestsetzung überein. Das Ergebnis deutet an, dass eine hohe räumliche Autokorrelation zwischen den Preisen benachbarter Immobilien vorhanden ist, die durch das OLS-Modell nicht berücksichtigt wird.

#### Einfluss der Nahmobilität auf Wohnungspreise

Die SDM-Modelle weisen auf einen signifikanten Einfluss der Nahmobilität auf die Angebotspreise von Wohnungen hin (Abb. 40). Unabhängig vom Raumtyp liegen die Angebotspreise an Standorten mit einem mittleren Nahmobilitätsniveau (Distanz: 400 bis 750 m) etwa 3–6% über den Angebotspreisen von Standorten mit einem hohen Nahmobilitätsniveau (Distanz < 400 m). An Standorten mit einem niedrigen Nahmobilitätsni-

veau (Distanz > 750 m) sind deutliche Unterschiede zwischen urbanen und suburbanen Raumtypen erkennbar. In urbanen Gebieten führt ein niedriges Nahmobilitätsniveau zu einem Preisabschlag verglichen zu Gebieten mit einem mittleren Nahmobilitätsniveau. Damit ist die Annahme verbunden, dass die Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele für wohnungsnachfragende Haushalte in urbanen Räumen ein wichtiges Standortkriterium darstellt und eine fehlende Versorgung als Malus bewertet wird. In suburbanen Gebieten wirkt sich ein niedriges Nahmobilitätsniveau verglichen mit einem mittleren Nahmobilitätsniveau tendenziell positiv auf Angebotspreise aus. Dies lässt darauf schließen, dass in suburbanen Gebieten andere Standortfaktoren von höherer Bedeutung als die fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele, z.B. eine ruhige Lage oder die Nähe zur Natur. Die Ergebnisse zusammenfassend ist erstens ein Einfluss der Nahmobilität auf Wohnungspreise in allen Raumtypen festzustellen, zweitens bevorzugen Haushalte ein mittleres Nahmobilitätsniveau, da bei einem hohen Nahmobilitätsniveau negative externe Effekte auftreten können <sup>109</sup>, drittens wird ein niedriges Nahmobilitätsniveau in urbanen Räumen negativ und in suburbanen Räumen positiv bewertet und deutet auf heterogene Standortpräferenzen der Bewohner hin.

## Einfluss der Nahmobilität auf Hauspreise

Bei den Hauspreismodellen bleibt der Einfluss der Nahmobilität auf Angebotspreise unbestimmt (Abb. 41). Bei den Kölner SDM-Modellen mit Gebiets-Dummys auf Stadtviertelebene ist kein Einfluss des Nahmobilitätsniveaus auf Hauspreise erkennbar. Bei den SDM-Modellen mit Gebiets-Dummys auf Stadtteil-/Ortsbezirksebene haben in statushohen urbanen Gebieten niedrigere Nahmobilitätswerte höhere Angebotspreisen zur Folge, in statushohen suburbanen Gebieten führen hingegen niedrigere Nahmobilitätswerte zu sinkenden Angebotspreisen. Diese Ergebnisse führen zu der Annahme, dass die Ergebnisse der SDM-Modelle wesentlich durch die Gebietsabgrenzungen der Gebiets-Dummys beeinflusst werden, da die Gebiets-Dummys teilweise gegensätzliche Vorzeichen aufweisen. Um diese Annahme zu überprüfen wurden nur mit dem Kölner Hausdatensatz (Haus HK) zwei SDM-Modelle mit Gebiets-Dummys auf Stadtteil- bzw. Stadtviertelebene berechnet. Diese führen ebenfalls zu gegensätzlichen Ergebnissen hinsichtlich des Einflusses der Nahmobilität auf die Angebotspreise von Häusern. 110 Diese Ergebnisse zusammenfassend beurteilt führen zu der Annahme, dass bei den Hausmodellen das Problem der veränderbaren Gebietseinheit (MAUP) auftritt. In dieser Arbeit wird das MAUP auf die Tatsache zurückgeführt, dass die Objekte auf unterschiedlichen räumlichen Gebietsabgrenzungen verschiedenen Sozialraumtypen zugeordnet werden. Von dieser inkonsistenten Zuordnung sind Wohnungen weniger betroffen gewesen, da sich diese überwiegend in statushohen urbanen Gebieten befinden (Punkt 4.4.1.2). Die Ergebnisse dieser Arbeiten zeigen damit auf, dass eine mangelnde Robustheit ökonometrischer Ergebnisse auf eine Fehlspezifikation des ökonometrischen Modells (z. B. OLSvs. SDM-Modell) und/oder einer inkonsistenten Gebietsabgrenzung (z. B. Stadtteil- vs. Stadtviertelebene) zurückgeführt werden kann. In dieser Arbeit werden bei den Häusern die Ergebnisse der SDM-Modelle auf Stadtviertelebene als plausibel angesehen, da eine präzisere Abgrenzung von Gebietstypen möglich ist. Auf Basis dieser Annahme ist kein Einfluss der Nahmobilität auf Hauspreise festzustellen. Die Hauspreise werden vielmehr durch die Preise benachbarter Objekte, der Wohn- und Grundfläche sowie dem Haustyp

Pointiert formuliert, sollen sich Aktivitätsziele in Sicht- aber nicht in Hörweite befinden.

Weitere durchgeführte Robustheitstests bestätigen dieses Ergebnis und werden nicht näher beschrieben.

bestimmt. Dieses Ergebnis wird weiter dadurch plausibilisiert, dass Bewohner wenig verdichteter Räume (z. B. Einfamilienhausgebiete) übereinstimmend das Merkmal "Ruhe" als wichtiges Standortkriterium hervorheben. Die Erreichbarkeit von Aktivitätszielen ist von geringerer Bedeutung.

# Exkurs: Ergebnisse der OLS-Modelle

Das OLS-Modell stimmt nicht mit der hergeleiteten Theorie zur Angebotspreisfestsetzung überein und wurde aus pragmatischen Gründen in die ökonometrische Analyse aufgenommen. Die Residuen des OLS-Modells weisen wie vermutet eine räumliche Autokorrelation auf. Bei den Kontrollvariablen entsprechen die OLS-Koeffizienten meist den direkten Effekten des SDM-Modells, während größere Differenzen bei den Fokusvariablen festzustellen sind. Bei den SDM-Modellen sind die direkten Effekte der Gebiets-Dummys häufig nicht signifikant, bei den OLS-Modellen schon. Die signifikanten totalen Effekte der SDM-Modelle und die Koeffizienten der OLS-Modelle stimmen beim Vorzeichen überein, bei der Höhe der Effekte sind hingegen Unterschiede von mehreren Prozentpunkten festzustellen. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass einerseits die OLS-und SDM-Modelle bei (Objekt-)Variablen zu vergleichbaren Schlussfolgerungen führen können, andererseits die OLS-Modelle aber den Einfluss von Lagemerkmalen systematisch über- oder unterschätzen. Die Ergebnisse zusammenfassend, sollten bei Immobilienpreisanalysen räumliche autoregressive Modelle verwendet werden, da regelmäßig eine räumliche Autokorrelation benachbarter Objekte vermutet werden kann.

# 4.5.5. Plausibilisierung der Forschungsergebnisse

Die Ergebnisse der ökonometrischen Analyse führen vor Augen, dass eine einfache Erklärung nach dem Einfluss der Nahmobilität nicht existiert. Die zu Beginn formulierte Annahme steigender Immobilienpreise bei steigenden Nahmobilitätswerten erwies sich in Teilen als falsch. Die Frage nach dem Einfluss der Nahmobilität auf Immobilienpreise bedarf differenzierender Antworten, die erstens den Immobilientyp, zweitens den Raumtyp und drittens das Nahmobilitätsniveau berücksichtigen. Um die Validität der Ergebnisse zu überprüfen, werden diese mit den Ergebnissen anderer empirischer Studien verglichen. Zunächst erfolgt ein Vergleich mit den ökonometrischen Studien, die bereits unter Punkt 2.1.2 vorgestellt wurden. Cortright (2009) und Rauterkus & Miller (2011) haben Nahmobilität mithilfe des "Walk Score" quantifiziert. Tu & Eppli (1999) und Matthews & Turnbull (2007) bildeten heterogene Nahmobilitätsniveaus indirekt über auto- oder fußgängerorientierte Quartierstypen ab. In allen vier Studien wurde das OLS-Modell angewendet.<sup>111</sup>

Neben diesem methodischen Unterschied können die Ergebnisse auch auf unterschiedlichen siedlungsstrukturellen Gegebenheiten beruhen. In den 15 untersuchten Städten von Cortright (2009) beträgt der Median "Walk Score" 38 bis 86 Punkte, in dieser Arbeit hingegen 62 Punkte bei Häusern und 71 Punkte bei Wohnungen, wobei zu beachten ist, dass die beiden Nahmobilitätsindikatoren zwar ähnlich aber nicht identisch sind. In Städten mit einem niedrigen Nahmobilitätsniveau ist der Preiseffekt weniger stark als in Städten mit einem hohem Nahmobilitätsniveau. Je nach Stadt führt ein um zehn Punkte

Bei dem folgenden Vergleich wird angenommen, dass die OLS-Koeffizienten der vier Vergleichsstudien nicht verzerrt sind. Es bleibt aber anzumerken, dass in keiner Studie statistische Tests bezüglich räumlicher Autokorrelation der Residuen genannt werden.

höherer Nahmobilitätswert zu einem Preisanstieg von 3–10% (CORTRIGHT, 2009, S. 23). RAUTERKUS & MILLER (2011) weisen ebenfalls einen positiven Preiseffekt von "Walk Score" auf Kaufpreise von Häusern nach. In dem Datensatz mit 5.604 Fällen beträgt der Median "Walk Score" allerdings nur 23 Punkte. Diese sehr autoorientierte Siedlungsstruktur stellt verglichen mit der Siedlungsstruktur dieser Arbeit einen deutlichen Gegensatz dar. Im dem von Rauterkus & Miller (2011) konzipierten OLS-Modell werden als unabhängige Variablen neben der Variablen "Walk Score" nur vier weitere Variablen berücksichtigt. Dies ist kritisch zu sehen, da erstens der soziale Status eines Wohngebietes nicht berücksichtigt wird, obwohl diese Variable in US-amerikanischen Immobilienpreisanalysen sehr preisbestimmend ist<sup>112</sup>, zweitens werden mit Ausnahme des Gebäudealters auch keine weiteren Objektmerkmale einbezogen. Es ist anzunehmen, dass der Einfluss von unberücksichtigten Variablen zum Teil in der Variablen "Walk Score" abgebildet wird. Tu & EPPLI (1999) weisen ebenfalls einen signifikanten positiven Einfluss von nahmobilitätsorientierten Gestaltungskriterien auf Immobilienpreise nach. Matthews & Turnbull (2007) zeigen, dass der positive Einfluss von Aktivitätszielen auf Immobilienpreise im Nahbereich (100–200 m) von negativen externen Effekten überlagert wird und in autoorientierten Gebieten kein signifikanter Einfluss festzustellen ist.

Bei Häusern ist in dieser Arbeit im Gegensatz zu den US-amerikanischen Studien unabhängig vom Gebietstyp kein Preiseffekt des Nahmobilitätsniveaus auf Immobilienpreise festzustellen, weshalb dieses Ergebnis mittelbar nur von MATTHEWS & TURNBULL (2007) bestätigt wird. Ein Grund hierfür kann sein, dass die OLS-Modelle der Vergleichsstudien den Einfluss der Nahmobilität überschätzen. Bei Wohnungspreisen wirkt sich hingegen in dieser Arbeit die fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele ähnlich aus, wie dies für Hauspreise in den US-amerikanischen Studien beschrieben wird. <sup>113</sup> In städtischen Lagen wirkt sich die fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele positiv, in suburbanen Gegenden negativ auf Angebotspreise aus. Ebenso wird die Beobachtung von Matthews & Turnbull (2007) bestätigt, dass bei zu geringer Entfernung zu Aktivitätszielen der positive Einfluss auf Wohnungspreise durch negative externe Effekte überlagert wird. Die Ergebnisse dieser Arbeit stimmen weiter mit qualitativen Studien aus Deutschland überein. Die ökonometrischen Ergebnisse weisen auf heterogene Standortpräferenzen in Abhängigkeit des Gebietstyps hin und bestätigen die Ergebnisse der "LebensRäume"-Studie (BÖLTKEN ET AL., 2007). Ebenfalls bestätigte sich die Dichotomie zwischen urbanen und suburbanen Räumen hinsichtlich der Bedeutung des Fußverkehrs im Alltag, wie die Studie "Mobilität in Deutschland" (INFAS/DLR, 2010a, S. 45) bereits zuvor zeigte. Die Studie "StadtLeben" hat zum Ergebnis, dass die Bewohner ab 1.200 m Entfernung zu den nächsten Geschäften eine fehlende Nahversorgung wahrnehmen, wodurch beispielsweise der beobachtete Malus bei Wohnungen in urbanen Gebieten plausibilisiert werden kann (BMVBS, 2011a, S. 28). Die Ergebnisse der ökonometrischen und qualitativen Vergleichsstudien plausibilisieren damit die Schlussfolgerungen dieser Arbeit. Im nächsten Kapitel werden die Hypothesen dieser Arbeit überprüft und Empfehlungen für die Praxis abgeleitet.

<sup>&</sup>lt;sup>112</sup> Vergleiche hierzu die Meta-Studie von SIRMANS ET AL. (2005).

Wohnungen werden in den genannten US-amerikanischen Studien nicht untersucht.

# 5. Schlussteil

# 5.1. Zusammenfassung der Ergebnisse

Der Aufbau und das methodische Vorgehen dieser Arbeit hat zum Ziel, folgende Leitfrage zu beantworten: Wie groß ist der Einfluss der Nahmobilität auf Angebotspreise in urbanen Räumen? Für die Beantwortung dieser Frage wurde zunächst ein Nahmobilitätsindikator in Anlehnung an "Walk Score" konzipiert und anschließend flächendeckend für die Städte Frankfurt, Köln und Wiesbaden umgesetzt. Auf Basis der Sozialraumanalyse wurden vier Raumtypen abgeleitet, die sich hinsichtlich der Ausprägungen der Indikatoren "Urbanismus" und "Soziale Benachteiligung" unterscheiden. Durch die Zusammenführung der berechneten Nahmobilitätswerte mit den Raumtypen können insgesamt zwölf Gebietstypen differenziert und als Dummy-Variablen in die ökonometrische Analyse übernommen werden. Die ökonometrische Analyse beschreibt den Übergang von Daten zu Informationen, wobei die Angebotspreisfestsetzungstheorie aufgrund der Verwendung von Angebotsdaten am besten durch das SDM-Modell abgebildet wird. Die Untersuchungsräume dieser Arbeit sind einerseits Stadtteile/Ortsbezirke der Städte Frankfurt, Köln und Wiesbaden sowie andererseits Stadtviertel der Stadt Köln. Damit kann die Robustheit der Ergebnisse überprüft und das möglicherweise auftretende Problem der veränderbaren Gebietseinheit (MAUP) erkannt werden. Die Ergebnisse der SDM-Modelle wurden ergänzend mit weiteren empirischen Studien verglichen und werden als plausibel angesehen. Zur Beantwortung der oben genannten Leitfrage werden die zuvor aufgestellten Hypothesen mithilfe der Ergebnisse der deskriptiven und ökonometrischen Analyse überprüft.

# • Hypothese 1: Der Nahmobilitätswert korreliert positiv mit dem Angebotspreis unabhängig vom Raumtyp.

Diese Hypothese wird teilweise bestätigt. Die deskriptive Analyse hat zum Ergebnis, dass diese Aussage für Wohnungen in urbanen Räumen zutrifft und nur dort höhere Nahmobilitätswerte positiv mit dem Angebotspreis korrelieren. Auf einem sehr niedrigen Niveau korrelieren auch die Angebotspreise von Häusern in statusniedrigen Räumen. Da in diesem Raumtyp nur wenige Häuser zum Verkauf angeboten werden, lässt sich nur unter Vorbehalt verallgemeinern, dass bei Häusern die Nahmobilitätswerte negativ mit den Angebotspreisen korrelieren. Diese Aussage ist auch für Wohnungen in suburbanen Räumen zutreffend. Auf Basis von Bewohner-, Makler- und Expertenbefragungen können diese Beobachtungen plausibilisiert werden. Die fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele hat insbesondere für Haushalte in durch Mischnutzung geprägten urbanen Räumen eine hohe Bedeutung. In suburbanen Räumen sowie in durch Wohnnutzung geprägten urbanen Räumen ist die fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele weniger wichtig, da andere Standortfaktoren – insbesondere eine ruhige Lage – von höherer Bedeutung sind.

202 5. Schlussteil

• Hypothese 2: Der Einfluss der Nahmobilität auf Angebotspreise ist in urbanen Räumen positiv und in suburbanen Gebieten neutral.

Diese Hypothese ist teilweise richtig. Bei Häusern ist kein signifikanter Einfluss der Nahmobilität auf die Angebotspreise festzustellen. Somit wird nur der zweite Teil der Hypothese bestätigt, dass in suburbanen Räumen kein Einfluss der Nahmobilität festzustellen ist. Bei Häusern ist ebenfalls ein neutraler Einfluss in urbanen Gebieten vorhanden, weshalb die These eines positiven Einflusses der Nahmobilität in urbanen Räumen nicht bestätigt wird. Bei Wohnungen wiederum bestätigt sich die Hypothese eines positiven Einflusses der Nahmobilität auf die Angebotspreise in urbanen Räumen, da dort eine eingeschränkte fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele als Malus wahrgenommen wird. In suburbanen Räumen hingegen ist ein negativer Einfluss der Nahmobilität festzustellen, d. h. niedrigere Nahmobilitätswerte führen zu tendenziell höheren Angebotspreisen. Bei beiden Immobilientypen Wohnung und Haus werden somit einzelne Aussagen der Hypothese bestätigt oder abgelehnt.

• Hypothese 3: Der Einfluss der Nahmobilität auf Angebotspreise ist in statusniedrigen Gebieten positiv, in statushohen urbanen Räumen positiv und in statushohen suburbanen Räumen neutral.

Diese Hypothese ist teilweise richtig. Bei Häusern wird diese Hypothese nicht bestätigt, da kein signifikanter Einfluss der Nahmobilität auf die Angebotspreise festzustellen ist. Bei Wohnungen wird die aufgestellte Hypothese im Kölner Modell SDM WK W15 bestätigt, da im urbanen Raum bei einem mittleren Nahmobilitätsniveau der Preisaufschlag bei sozial benachteiligten Stadtviertel größer ist als bei statushohen (3% vs. 5%). Im suburbanen Raum ist kein Unterschied zwischen statushohen und statusniedrigen Raumtypen zu beobachten. Im Gesamtmodell wird diese Beobachtung nicht bestätigt. Vielmehr ist beim Einfluss der Nahmobilität auf Immobilienpreise nicht die Dichotomie zwischen statushohen und statusniedrigen Räumen von Bedeutung, sondern vielmehr die Dichotomie zwischen urbanen und suburbanen Räumen. Der Einfluss der Nahmobilität auf Immobilienpreise ist damit weniger ein Ergebnis der sozialen Lage eines Gebietes sondern vielmehr ein Ergebnis der räumlichen Lage im Stadtgebiet. Diese Beobachtung lässt sich durch empirische Studien plausibilisieren, die die Bedeutung der Nahmobilität für ärmere Haushalte hervorheben. Ebenfalls wächst die Zahl gut ausgebildeter junger Menschen, die bewusst auf einen Pkw verzichten und daher nahmobilitätsorientierte Lagen nachfragen. Diese Arbeit weist im Hinblick auf diese Hypothese weiter die Restriktion auf, dass ausschließlich der Einfluss auf Kaufobjekte untersucht wurde. Es ist nicht auszuschließen, dass die oben genannte Hypothese bei Mietobjekten bestätigt wird, da Mieter in der Regel über ein geringeres Einkommen verfügen als Käufer. Es lässt sich daher die Hypothese ableiten, dass Mieter für eine nahmobilitätsorientierte Lage tendenziell einen höheren Preisaufschlag zu zahlen bereit sind als Käufer.

• Hypothese 4: Gegenüber dem Nahmobilitätsindikator "Allgemein" erhöht sich der Erklärungsgehalt der ökonometrischen Modelle bei Wohnungen durch den Nahmobilitätsindikator "Freizeit" und bei Häusern durch den Nahmobilitätsindikator "Familie".

Diese Aussage kann nicht bestätigt werden, da die deskriptive Beschreibung der Nahmobilitätsindikatoren zum Ergebnis hat, dass diese einen signifikanten Korrelationskoeffizienten von r > 0.98 aufweisen. Die konzipierten Nahmobilitäts-

indikatoren sind damit weitestgehend substituierbar. Die Literaturanalyse von empirischen Arbeiten hatte zum Ergebnis, dass unabhängig von der befragten Zielgruppe (Makler, Bewohner, Kaufinteressenten, Experten) alltagsrelevante Aktivitätsziele identifiziert werden können, die unabhängig vom Lebensalter oder vom siedlungsstrukturellen Raumtyp als wichtig erachtet werden. Zu nennen ist hierbei die Nähe zu Lebensmittelgeschäften, sonstigen Einkaufsmöglichkeiten, Restaurants oder Erholungsmöglichkeiten. Die Aktivitätsfunktionen können daher nur geringfügig variiert werden und führen daher zu einem ähnlichen Ergebnis. Es ist anzunehmen, dass heterogene Distanzfunktionen zu deutlicheren Unterschieden bei den Ergebnissen der Nahmobilitätsindikatoren führen. Auf Basis der bekannten empirischen Arbeiten können aufgrund mangelnder Daten bislang keine zielgruppenspezifischen Distanzfunktionen abgeleitet werden.

# • Hypothese 5: Unabhängig vom Raumtyp beeinflusst das lokale Nahmobilitätsniveau die Angebotspreise von Wohnungen stärker als die Angebotspreise von Häusern.

Diese Hypothese wird bestätigt. Während bei Häusern kein Einfluss der Nahmobilität auf Immobilienpreise festzustellen ist, ist bei Wohnungen in jedem Raumtyp ein signifikanter Einfluss der Nahmobilität auf die Angebotspreise vorhanden. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Bewohner von Häusern und Wohnungen die Wichtigkeit spezifischer Bedürfnisse heterogen einschätzen. Bewohner- und Expertenbefragungen zeigen, dass bei Hauskäufern und -eigentümern als wichtigstes Standortkriterium eine ruhige Lage genannt wird. Bei Wohnungskäufern sind hingegen eine integrierte Lage sowie die Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele von größerer Bedeutung. Die Schlussfolgerungen werden ebenfalls durch qualitative empirische Studien bestätigt.

Diese Ergebnisse weisen verschiedene Restriktionen auf, die Anknüpfungspunkte für weitere Arbeiten sein können. Die Wohnungsmärkte aller drei Untersuchungsstädte können als angespannt bezeichnet werden. In entspannten Wohnungsmärkten verteilen sich Familien gleichmäßig im Stadtgebiet, in angespannten Wohnungsmärkten "erfüllen sich die Wohnbedürfnisse von jungen Familien vermehrt am Stadtrand oder nach wie vor im Umland" (STURM & GÜLEŞ, 2013, S. 553). Der Einfluss der Nahmobilität auf Hauspreise in entspannten Immobilienmärkten ist daher in weiteren Studien dahingehend zu untersuchen, ob bei relativer freier Wohnstandortwahl das Nahmobilitätsniveau auch bei Häusern von Bedeutung ist. Die Einflussrichtung der Nahmobilität auf Hauspreise ist allerdings unbestimmt, da Hauskäufer einerseits nahe Aktivitätsziele schätzen, andererseits aber eine ruhige Lage suchen. Die potentiellen Käufer (z. B. Singles, Paare ohne Kinder) von Wohnungen unterliegen aufgrund ihres verfügbaren Einkommens im Gegensatz zu Familien häufig weniger starken ökonomischen Restriktionen (BBSR, 2009). Daher wird die Hypothese aufgestellt, dass die Ergebnisse dieser Arbeit bei Wohnungen auch auf die Häuser in entspannten Immobilienmärkten übertragbar sind.

In dieser Arbeit werden neben der Nahmobilität andere Mobilitätsformen (ÖPNV, Rad, MIV) nicht explizit berücksichtigt, die bei der Wohnstandortentscheidung von Haushalten ebenfalls von Bedeutung sein können. Es wird in Anlehnung an Schwarze (2005, S. 25f.) die Hypothese aufgestellt, dass bisherige Forschungsergebnisse zum Einfluss von ÖPNV-Haltestellen auf Immobilienpreise durch integrierte ÖPNV-Erreichbarkeitsindikatoren relativiert werden. Es wird angenommen, dass bei der gemeinsamen Verwendung eines ÖPNV-Potentialindikators sowie eines Nahmobilitätsindikators der Einfluss der Nahmobilität auf Immobilienpreise geringer ist als in dieser Arbeit beschrieben. Der

204 5. Schlussteil

Einfluss von Radinfrastruktureinrichtungen (z.B. Qualität der Fahrradwege) auf Immobilienpreise ist bislang nach Kenntnissen des Autors noch nicht Gegenstand wissenschaftlicher Forschungen gewesen, obwohl die Radnutzung – insbesondere durch E-Bikes – eine Renaissance erlebt. Dies führt zu der Hypothese, dass die gute Erreichbarkeit von spezialisierten Radinfrastrukturen (z.B. Radschnellwege) ebenfalls einen positiven Einfluss auf Immobilienpreise ausübt, da auf diese Weise Mobilitätskosten gesenkt werden können.

Die Ergebnisse dieser Arbeit basieren auf Angebotspreisen von ImmobilienScout24 und dem SDM-Modell, welches sehr gut den Prozess der Angebotspreisfestsetzung abbildet. Der Kaufpreis hingegen ist das Ergebnis eines längeren Prozesses bei dem die Angebotspreisfestsetzung nur ein Prozessschritt von vielen ist (YAVAS, 2007, S. 1). Die Frage, ob die Ergebnisse dieser Arbeit auch uneingeschränkt auf Kaufpreise übertragbar sind, ist daher nicht zu beantworten.

Diese Arbeit verwendet Querschnittsdaten, weshalb die Ergebnisse nur für den Untersuchungszeitraum 2008 bis 2010 in den Städten Frankfurt, Köln und Wiesbaden Gültigkeit besitzen. Seit 2010 sind Preissteigerungen beim Kraftfahrer-Preisindex von 0,7% und bei kombinierten Personenförderungsdienstleistungen (ÖPNV) von 9,5% zu beobachten gewesen (Statistisches Bundesamt, 2014). Damit ist die Annahme verbunden, dass in den vergangenen vier Jahren ein eigener Pkw gegenüber dem ÖPNV sogar an Attraktivität gewonnen hat. Daneben sind seit 2010 in Großstädten die Kaufpreise von Wohnimmobilien um 25% besonders stark gestiegen (Kholodilin & Siliverstovs, 2013, S. 26). Grundsätzlich sind drei Szenarien mit daraus abgeleiteten Hypothesen für das Jahr 2014 denkbar.

- Im ersten Szenario gewinnen integrierte Lagen mit einem hohen Nahmobilitätsniveau an Bedeutung, da Haushalte an diesen Standorten ihre Mobilitätskosten senken können. Im Entwurf zum sog. Mietpreisbremsen-Gesetz findet sich beispielsweise als Begründung die hohe Nachfrage in innerstädtischen Lagen, während das ""Haus im Grünen" sofern es nicht zentral und gut angeboten liegt an Anziehungskraft" verliert (BMJV, 2014, S. 9). Es wird daher die Hypothese vertreten, dass im Jahr 2014 in urbanen Räumen Immobilien mit niedrigen Nahmobilitätswerten einen größeren Preisabschlag aufweisen als in dieser Studie.
- Im zweiten Szenario verlieren die Mobilitätskosten im Vergleich zu den Wohnkosten an Bedeutung. Sturm & Güleş (2013, S. 533) konstatieren diesbezüglich eine Wanderungsbewegung von Familien an den Stadtrand und ins Umland. Ausschlaggebend für die Wohnstandortentscheidung sind vor allem der Kaufpreis sowie die Wohn- und Grundstücksfläche. Damit ist die Hypothese verbunden, dass in urbanen Räumen mit angespannten Wohnungsmärkten das Nahmobilitätsniveau bei Häusern weiterhin nicht preisbeeinflussend ist.
- Im dritten Szenario dominieren die Wohnkosten insbesondere bei der Standortentscheidung einkommensschwacher Haushalte. Diese verlagern daher ihren Wohnstandort in den suburbanen Raum, der Lebensmittelpunkt verbleibt in der nahen Großstadt. Für diese unfreiwilligen Umlandwanderer ist eine gute Straßen- und ÖPNV-Anbindung an die Kernstadt ein wesentliches Entscheidungskriterium. Es wird die These vertreten, dass in suburbanen Räumen das Nahmobilitätsniveau daher auch mittelfristig keine preisbeeinflussende Wirkung auf Immobilien entfaltet.

## Themenfeld: Konzeption eines Nahmobilitätindikators

Der zentrale Begriff der Nahmobilität ist in dieser Arbeit wie folgt definiert: "Nahmobilität bezeichnet die individuelle muskelbasierte Mobilität zu Fuß im Wohnumfeld zum Erreichen alltagsrelevanter Ziele". Der Nahmobilitätsindikator dieser Arbeit basiert mit dem Gravitationsmodell auf einem Potentialmodell. Dieses ist mit der Annahme verbunden, dass mit einer besseren fußläufigen Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele tatsächlich häufiger zu Fuß gegangen wird. Aufgrund mangelnder Datenverfügbarkeit konnten städtebauliche Faktoren (z. B. Platzgestaltung, Sichtbeziehungen), welche die Bereitschaft zu gehen ebenfalls beeinflussen, nicht berücksichtigt werden. Sie stellen somit eine Restriktion dar. Die Konzeption der Distanzfunktion sowie die Auswahl relevanter Aktivitätsziele basieren auf der Sekundäranalyse empirischer Studien (z. B. Bewohner-, Makler- oder Kaufinteressentenbefragungen). Der Vergleich mit dem USamerikanischen Nahmobilitätsindikator "Walk Score" zeigt, dass es einerseits kulturübergreifende Aktivitätsziele (z. B. Lebensmittelgeschäfte, Einkaufsmöglichkeiten) gibt und andererseits länder- oder regionsspezifische Besonderheiten (z. B. Bäcker) zu berücksichtigen sind.

In dieser Arbeit wurde erstmals in Deutschland flächendeckend das Nahmobilitätspotential deutscher Großstädte am Beispiel der Städte Frankfurt, Köln und Wiesbaden ermittelt, wofür insbesondere Daten von Einzelhandelsanalysen genutzt wurden. Die Berechnung der Netzwerkdistanzen erfolgte auf Basis des Straßennetzes von OpenStreet-Map (OSM), das für Fußgängeranalysen eine zuverlässige, aktuelle und gültige Datenquelle darstellt. Die Ergebnisse der Nahmobilitätsindikatoren werden durch empirische Arbeiten sowie theoretische Modelle der Stadtstruktur validiert. In dieser Arbeit führen zielgruppenspezifische Nahmobilitätsindikatoren zu vergleichbaren Ergebnissen, da die Zielgruppen gemeinsame Grundbedürfnisse (z. B. Lebensmittelgeschäft) aufweisen. Die berechneten Nahmobilitätswerte stellen einerseits ein eigenständiges Forschungsergebnis dar. In einem weiteren Kontext eingebunden sind sie andererseits für die Erklärung verschiedener räumlicher Phänomen geeignet. In dieser Arbeit konnte beispielsweise die Dichotomie urbaner und suburbaner Räume bezüglich der fußläufigen Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele beschrieben werden. Auf Grundlage dieser Erkenntnisse werden für weitere Forschungsarbeiten folgende Fragen abgeleitet:

- Welche zuverlässigen Datenquellen sind für eine überregionale Umsetzung des Nahmobilitätsindikators dauerhaft verfügbar?
- Wie können städtebauliche Faktoren flächendeckend erstens erhoben und zweitens in die Berechnung des Nahmobilitätsindikators integriert werden?
- Erhöht die Integration von städtebaulichen Faktoren (z. B. Platzgestaltung, Beschattung von Wegen) signifikant die Gültigkeit und Zuverlässigkeit der Ergebnisse im Vergleich zu einem Potentialindikator?
- Wie muss die Konzeption der Nahmobilitätsindikatoren für mobilitätsbeeinträchtigte Zielgruppen, z. B. Kinder und ältere Menschen, Rollstuhlfahrer oder Blinde, angepasst werden?

# Themenfeld: Sozialraumanalyse und Robustheitstests

Die Sozialraumanalyse ist eine geeignete Methode zur Identifikation und Abgrenzung von Gebieten mit homogenen Eigenschaftsdimensionen. Die Sozialraumanalyse dieser Arbeit orientierte sich an der von Gutflesch (2007) beschriebenen Methodik. Bei

206 5. Schlussteil

der Anwendung zeigte sich, dass mit einer kleinteiligeren räumlichen Analyseebene vermehrt Ausreißer auftreten. Als typische "Ausreißer-Gebiete" auf Stadtviertelebene werden Neubaugebiete und Einrichtungen für spezifische Bevölkerungsgruppen (z. B. Studenten- und Altenwohnheime) identifiziert. Das Auftreten von Ausreißern ist bei kleinräumigen Untersuchungen nicht überraschend, da mit sinkender Stichprobengröße (= Anzahl der Einwohner) die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von statistischen Ausreißern steigt. Mithilfe multivariater Robustheitstests können diese zuverlässig identifiziert und geeignete Maßnahmen für den Umgang mit Ausreißern (z. B. Werte ersetzen, Fälle ausschließen) ergriffen werden. Die Robustheit der Sozialraumanalyse kann weiter auch durch das möglicherweise auftretende Problem der veränderbaren Gebietseinheit (MAUP) beeinträchtigt werden. Dieses tritt bei einer Veränderung des Maßstabs oder der Zonierung auf und bezeichnet damit erstens die Abhängigkeit der Ergebnisse räumlicher Analysen von der zugrundliegenden Gebietsabgrenzung und zweitens die Problematik, dass heterogene Gebietsabgrenzungen zu anderen – teilweise sogar zu gegensätzlichen – Ergebnissen führen können (Punkt 2.4.3).

Aufgrund der regelmäßigen Verwendung administrativer Abgrenzungen in immobilienwirtschaftlichen Fragestellungen ist ein besseres Verständnis des MAUP notwendig, da die bislang gewählten Gebietsabgrenzungen weniger sachlich, sondern meist historisch bedingt sind (Gutfleisch & Sturm, 2013, S. 488f.). Páez & Scott (2005, S. 59) skizzieren u. a. zwei vielversprechende Ansätze, die demonstrieren, wie mit dem MAUP umgegangen werden könnte. Im ersten Ansatz plädieren sie für die ausschließliche Verwendung punktbezogener Informationen, die für jedes Objekt individuell vorliegen müssen. Für diesen Ansatz erscheint das GWR-Modell sehr geeignet. Im zweiten Ansatz empfehlen sie die Verwendung verschiedener räumlicher Gebietsabgrenzungen. Erst wenn die Ergebnisse in allen räumlichen Gebietsabgrenzungen konsistent sind, kann ein statistisches Artefakt, welches auf einer spezifischen Gebietsabgrenzung beruht, bei den Ergebnissen ausgeschlossen werden. Folgende Forschungsfragen ergeben sich für weitere Arbeiten:

- Wie robust sind die Ergebnisse der Sozialraumanalyse im Speziellen und von räumlichen Analysen im Allgemeinen in Abhängigkeit des gewählten Maßstabs und Zonierung?
- Welche Maßnahmen und statistischen Verfahren erhöhen die Robustheit der Sozialraumanalyse?
- Wie können statistische Daten für Forschungszwecke unabhängig von administrativen Gebietsabgrenzungen kleinräumig, zB. in Form von Rasterzellen, zur Verfügung gestellt werden?

# Themenfeld: Theorie und Anwendung räumlicher ökonometrischer Modelle

Nach JÄGER (2010, S. 155) ist das Ziel wissenschaftlicher Arbeiten, aus Daten Informationen zu gewinnen. Der Transformationsprozess, der den Übergang von Daten in Informationen beschreibt, ist Gegenstand methodenorientierter Forschungen. Um die Effizienz, Zuverlässigkeit, Genauigkeit und Güte des Transformationsprozesses zu gewährleisten, weist jedes ökonometrische Modell spezifische Annahmen bezüglich des vorliegenden Datengenerierungsprozesses und der damit verbundenen Restriktionen beim Ergebnis auf. Mit der zunehmenden Verfügbarkeit von georeferenzierten Daten, können die räumliche Lage sowie Nachbarschaftsbeziehungen zwischen den Untersuchungsobjekten bei Immobilienpreisanalysen berücksichtigt werden. Bei räumlichen autoregressiven

und lokalen multivariaten Modellen ist die Definition des Kriteriums "Nachbar(-schaft)" ein wesentlicher Bestandteil des Modells.

Erwartungsgemäß weisen die OLS-Residuen in dieser Arbeit eine räumliche Autokorrela $ag{tion}^{114}$  auf, dennoch führte das OLS-Modell bei den Objektmerkmalen zu vergleichbaren Ergebnissen wie das SDM-Modell. Abweichungen zwischen beiden Modellen sind bei den Gebiets-Dummys zu beobachten, da mit beiden Modellen verschiedene Annahmen über die Berücksichtigung des Merkmals "Lage" verbunden sind (Punkt 2.5.2). Bei den berechneten SDM-Modellen werden räumliche Zusammenhänge durch eine Gewichtungsmatrix berücksichtigt, weshalb erwartungsgemäß das Problem der räumlichen Autokorrelation der Residuen behoben werden konnte. Die geografische gewichtete Regression als lokales multivariates Verfahren konnte aufgrund der hohen räumlichen Autokorrelation der Variablen nicht berechnet werden. Der Vergleich der SDM- und OLS-Modelle weist auf die Überlegenheit von räumlichen autoregressiven Modellen bei Immobilienpreisstudien hin. Da oftmals verschiedene ökonometrische Modelle vorab als richtig betrachtet werden können, sind bei weiteren Studien einerseits innerhalb eines Modells verschiedene Spezifikationen (z.B. Variationen der Gewichtungsmatrix) zu prüfen, andererseits die Ergebnisse verschiedener "Modellfamilien" (z. B. SDM- vs. OLS-Modell). Die Resultate ökonometrischer Arbeiten können dann als robust angesehen werden, wenn verschiedene plausible Modellspezifikationen zu vergleichbaren Ergebnissen führen. Auf Basis der oben genannten Erkenntnisse leiten sich daher für zukünftige Arbeiten folgende Fragen ab:

- Welche ökonometrischen Modelle sind für Immobilienpreisanalysen grundsätzlich geeignet und welche Annahmen wie auch Vor- und Nachteile sind mit diesen verbunden?
- Welche Annahmen über den Datengenerierungsprozess stimmen mit den Annahmen der ökonometrischen Modelle überein?

Weiter machte der Autor die persönliche Erfahrung, dass teilweise in Zeitschriften beschriebene Methoden oder Ergebnisse nicht repliziert werden konnten, da die kontaktierten Forscher nach eigenen Aussagen die angefragten Primärdaten oder verwendeten Algorithmen (hier: MATLAB-Skripte) nicht mehr finden konnten (z. B. Umzug) oder diese – zufällig – vernichtet wurden (z. B. Festplattenvirus). Diese Arbeit weist damit die Restriktion auf, dass neue methodische Vorgehensweisen nicht reproduziert und damit nicht angewendet werden konnten. Für weitere Forschungsarbeiten ergibt sich damit die Frage:

• Wo können Primärdaten und verwendete Algorithmen dauerhaft gespeichert werden, um die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten?

Die räumliche Autokorrelation von OLS-Residuen wird von verschiedenen Autoren thematisiert, beispielhaft ist hier Koschinsky et al. (2012, S. 350) genannt.

Der Verlust von Primärdaten und/oder Algorithmen ist in der empirischen Forschung im Allgemeinen eher die Regel als die Ausnahme, wie das sehr lesenswerte Themen-Special der Zeitschrift "The Lancet" am Beispiel der medizinischen Forschung vor Augen führt. Unter dem Stichwort "Research: increasing value, reducing waste" sind in der Zeitschrift "The Lancet" im Frühjahr 2014 insgesamt fünf Artikel über empirische Forschung in der Medizin erschienen (Vol. 380, Heft 9912 und 9913).

208 5. Schlussteil

Für diese Arbeit wird diese Frage beantwortet, indem die verwendeten Daten und Algorithmen dauerhaft am Fachgebiet Immobilienökonomie der TU Kaiserslautern gespeichert und auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden können.

Daneben sind auch praktische Probleme bei der Berechnung großer Fallzahlen zu berücksichtigen. In dieser Arbeit betrug beim SDM-Modell mit 17.000 Fällen und 500-maliger Berechnung der direkten, indirekten und totalen Effekte zur Ableitung von Inferenzstatistiken die Rechenzeit etwa 13 Tage. Ohne weiteren Kenntnisse, ob diese Berechnungszeit überdurchschnittlich hoch oder niedrig ist, sind bei der Anwendung räumlicher autoregressiver Modelle ausreichende Rechenressourcen notwendig sind. Daraus leitet sich schließlich eine letzte Forschungsfrage ab:

• Wie können große Datensätze effizient durch räumliche Modelle berechnet werden?

# 5.2. Empfehlungen für die Praxis

Die Ergebnisse dieser Arbeit besitzen Relevanz für verschiedene Interessensgruppen inner- und außerhalb der Immobilienwirtschaft. Für jeden Stakeholder werden spezifische Empfehlungen abgeleitet und Umsetzungsmöglichkeiten aufgezeigt.

# Stakeholder: Haushalte und Immobilienplattformen (Wohnstandortinformationen)

Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes stand einem durchschnittlichen Haushalt 2011 ein monatliches Nettoeinkommen von etwa 3.150 Euro zur Verfügung. Davon wurden 815 Euro für den Bereich "Wohnen, Energie, Wohnungsinstandhaltung" und 340 Euro für den Bereich "Verkehr" aufgewendet (Statistisches Bundesamt, 2011). Interdependenzen zwischen diesen beiden Bereichen bleiben bei Standortentscheidungen im Alltag aber häufig unberücksichtigt, da die Kosten für beide Bereiche kognitiv getrennten "Ausgabetöpfen" zugerechnet werden. Dabei ist empirisch bewiesen, dass sich für Haushalte durch eine bewusste Standortwahl und unter Berücksichtigung verschiedener Mobilitätsformen (ÖPNV, Radverkehr, Car-Sharing, Fußverkehr) nachhaltige finanzielle Einsparpotentiale ergeben. <sup>116</sup> So richtig diese wissenschaftlichen Erkenntnisse in der Theorie sind, so schwierig ist die Berücksichtigung dieser bei der realen Wohnstandortsuche. Aus Nutzersicht wäre daher eine einfach zu interpretierende Kennziffer zu potentiellen Mobilitätskosten wünschenswert (RATSWD, 2014, S. 7). Ein schneller und einfacher Überblick über die lokale Mikrolage wäre mit dem in dieser Arbeit entwickelten Nahmobilitätsindikator möglich. <sup>117</sup> Das Unternehmen WALK Score entwickelte

Die Migrationsanalyse der IRB-Städte mit insgesamt 20 Mio. Einwohnern hat zum Ergebnis, dass allein in diesen Städten jährlich etwa 1,6 Mio. innerstädtische Wanderungen, 240.000 Zuzüge aus dem Umland und 900.000 überregionale Zuzüge zu verzeichnen sind (Sturm & Güleş, 2013, S. 550). Die umziehenden Haushalte legen durch die Wohnstandortwahl die zukünftigen Ausgaben für die Töpfe "Wohnen" und "Verkehr" mittel- bis langfristig fest. Aufgrund der großen Anzahl umziehender Haushalte besitzt dieses Themenfeld eine hohe Relevanz.

Kurz vor Fertigstellung dieser Arbeit wurde der Autor auf das Projekt Checkliste-Wohnbau der Stadt Salzburg aufmerksam gemacht (www.checkliste-wohnbau.at). Mithilfe der GIS-basierten Darstellung kann für jeden Standort in Salzburg das Nahmobilitätspotential berechnet werden. Die Methodik ist vergleichbar mit der in dieser Arbeit angewandten Methodik und kann bei der Umsetzung eines Nahmobilitätsindikators als weiteres Beispiel dienen.

neben dem Nahmobilitätsindikator "Walk Score" auch noch einen "Transit Score" (ÖP-NV)<sup>118</sup> und "Bike Score" (Radverkehr). Diese Indikatoren sind in den USA, Kanada, Australien und Neuseeland bereits in über 30.000 Immobilienplattformen eingebunden. Es ist anzunehmen, dass nach vergleichbaren Indikatoren auch in Deutschland eine hohe Nachfrage bestehen würde. Eine gemeinsame Betrachtung beider zuvor beschriebenen Ausgabentöpfe ist ebenso mit den Wohnkostenrechnern für die Großräume Hamburg oder München möglich. Ebenfalls untersucht das EU-Forschungsprojekt MORECO (mobility and residential costs) Wechselwirkungen zwischen Wohn- und Mobilitätskosten. Siedentop et al. (2013) konzipierten weiter beispielhaft einen Indikator zur Messung der Autoabhängigkeit in der Region Stuttgart. Eine weitere Möglichkeit zeigen BÜTTNER & WULFHORST (2012) auf, die die Vulnerabilität verschiedener Kommunen bei steigenden Mobilitätskosten berechnen. In einer weiteren Forschungsarbeit könnte der Vulnerabilitätsindex analog zum Energieausweis in Mobilitätsklassen (z. B. A = sehr gut, ..., G = schlecht) transformiert werden. Einen anderen Weg wählt Walk Score indem es den berechneten Nahmobilitätswerten plakative Aussagen zugeordnet (Tab. 65).

Tabelle 65: Klassifikation von Nahmobilitätsniveaus bei WALK SCORE

Nahmobilitätswert	Beschreibung
90 bis 100	Fußgängerparadies – ein Auto wird im Alltag nicht mehr
	benötigt
70 bis 89	Sehr hohe Fußläufigkeit – fast alle alltagsrelevanten Ziele sind
	fußläufig erreichbar
50 bis 69	Hohe Fußläufigkeit – die meisten alltagsrelevanten Ziele sind
	fußläufig erreichbar
25 bis 49	Autoabhängig – nur sehr wenige alltagsrelevante Ziele befinden
	sich in der Nähe
0  bis  24	Autoabhängig – keine alltagsrelevanten Ziele sind zu Fuß
	erreichbar

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Walk Score (11.04.2013)

Die aufgezeigten Klassifikationen verdeutlichen, wie einfach Standortinformationen kommuniziert werden können. Durch die Einbindung der genannten Mobilitätsindikatoren oder Wohnkostenrechner in Immobilienplattformen sowie Standortinformationssystemen können Haushalte auf einfache Weise über das Mobilitätspotential des Standortes informiert werden. Die Kritik, dass Mobilität zu komplex ist, um auf Mobilitätsklassen oder Mobilitätsindikatoren reduziert zu werden, ist berechtigt. Unstrittig wird aber das wichtige Ziel erreicht, Haushalte für das Thema Mobilität zu sensibilisieren. Eine Herausforderung stellt die flächendeckende Umsetzung dieser Potentialindikatoren dar, wobei Kooperationen mit Kommunen, Interessensverbänden, oder Verkehrsunternehmen bei der Umsetzung hilfreich sein können.

Das MASSKS NRW (1999, S. 59) nennt zur Beurteilung der "Bedienungsqualität im Öffentlichen Personenverkehr [...] [die] Komponenten [...] Örtliche Verfügbarkeit, Zeitliche Verfügbarkeit, Schnelligkeit, Bequemlichkeit, Zuverlässigkeit, Preiswürdigkeit, Kundenfreundlichkeit und Freizügigkeit".

210 5. Schlussteil

# Stakeholder: Projektentwickler und Investoren

Projektentwickler und Investoren sollten insbesondere beim Wohnungsinvestment bzw. -bau das örtliche Nahmobilitätsniveau in die Entscheidungsprozesse miteinbeziehen, da bei Wohnungen eine integrierte städtebauliche Lage in urbanen statushohen Räumen mit einem finanziellen Mehrwert verbunden ist. Daneben sollte die Integration von alltagsrelevanten Aktivitätszielen sowie die Konzeption attraktiver Straßenräume und Wegeverbindungen für Fußgänger bei der Entwicklung von neuen Stadtquartieren stärker beachtet werden. Mit Blick auf Gebäude- und Stadtquartierszertifizierungen, welche in Deutschland zunehmend an Bedeutung gewinnen, führt beispielsweise die Deutsche GESELLSCHAFT FÜR NACHHALTIGES BAUEN (DGNB) auf ihrer Internetseite exemplarisch die Kriterien "Nähe zu nutzungsspezifischen Objekten und Einrichtungen" oder "Qualität der Fußgängerinfrastruktur" auf. Bekannte Beispiele für nachhaltige autofreie Stadtquartiere sind beispielsweise das "Stellwerk60" in Köln-Nippes oder "Vauban" in Freiburg. Die Ergebnisse dieser Arbeit deuten an, dass das lokale Nahmobilitätsniveau beim Kauf von Häusern keine Bedeutung hat und andere Standortfaktoren von Bedeutung sind. Bei Häusern sollten daher aus ökonomischen Aspekten die Kriterien Kaufpreis, Wohn- und Grundfläche im Rahmen der Projektentwicklung optimiert werden. Aus Sicht der Nachhaltigkeit ist dieser Dreiklang um die Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele zu ergänzen. PIVO & FISHER (2011) zeigen weiter in ihrer Studie auf, dass auch Büroimmobilien in integrierten Lagen einen höheren Preis erzielen, da die fußläufige Erreichbarkeit relevanter Aktivitätsziele (z.B. Restaurant, Einkaufsmöglichkeiten) Abwechslungsmöglichkeiten in der Mittagspause bieten und Einkäufe direkt nach der Arbeit erledigt werden können. Inwieweit die Ergebnisse der genannten Studie in Deutschland zutreffen, ist in weiteren Arbeiten zu prüfen.

## Stakeholder: Wohnungsunternehmen

Etwa 9,3 Mio. Wohnungen (ca. 40% des Mietwohnungsbestandes) befinden sich im Eigentum professioneller Wohnungsanbieter wie öffentlichen und privaten Wohnungsunternehmen (BMVBS, 2013, S. 36). Die Mehrzahl dieser Wohnungen befinden sich dabei in urbanen Räumen (BBSR, 2011, S. 70). Vor dem Hintergrund des demografischen Wandels stehen Wohnungsunternehmen vor der strategische Frage, welche Anforderungen künftig an Immobilien gestellt werden. Ältere langjährige Mieter äußern nach einer Emnid-Studie<sup>119</sup> den Wunsch, möglichst lange in ihrer aktuellen Wohnung wohnen bleiben zu können (EMNID, 2011). Ein Umzug wird nur dann in Erwägung gezogen, wenn kein selbstständiges Leben mehr möglich ist. Die befragten Mieter und Eigentümer denken bei einem eigenständigen Leben nicht an ein schwellenarmes Bad, sondern ihnen ist es vielmehr wichtig, im Alltag unabhängig zu sein. Ein selbstständiges Leben im Alter bedeutet für 95% der Befragten die Möglichkeit häuslicher Hilfe. Des Weiteren geben 94% der Befragten eine gute Erreichbarkeit von Geschäften, Ärzten und ÖPNV an; 82% der Befragten nennen einen besseren Zugang zur Wohnung. Bauliche Maßnahmen innerhalb der Wohnung spielen dagegen "nur" für 81% der Befragten eine zentrale Rolle. Voraussetzung für Unabhängigkeit im Alter wäre damit in erster Linie eine integrierte Lage der Wohnung, nicht unbedingt der Zustand der Wohnung selbst.

Welche Empfehlungen ergeben sich unter diesem veränderten Blickwinkel für Wohnungsunternehmen? Zunächst sollten sich insbesondere Wohnungsunternehmen mit einem größeren Wohnungsbestand an einem Standort darum bemühen, bestehende Aktivitäts-

Es wurden 1.100 Personen über 50 Jahre befragt.

ziele vor Ort zu erhalten und die Ansiedlung neuer Aktivitätsziele zu begünstigen. In Anlehnung an vorhandene Daseinsvorsorge-Pyramiden haben hierbei Lebensmittelläden, Bäckereien, Metzgereien und Drogerien die höchste Priorität. Für kleinere Wohnungsbestände stellen Nachbarschaftsläden mit ca. 200–300 qm Verkaufsfläche eine mögliche Alternative dar (GMA, 2011, S. 34). Für Wohnungsunternehmen mit einem dispers verteilten Wohnungsbestand bietet sich ein mehrstufiges Verfahren an. Für jeden Standort wird zunächst das lokale Nahmobilitätsniveau ermittelt. Altengerechte Umbaumaßnahmen sollten mit höchster Priorität im Wohnungsbestand mit vorhandener nahräumlicher Versorgung umgesetzt werden. Bei einer fehlenden Versorgung ist zu erwarten, dass die Bewohner die Wohnungen verlassen, bevor die altengerechten Umbaumaßnahmen ihren Nutzen voll entfalten können.

Für jüngere Haushalte in urbanen Räumen konstatiert das Institut für Mobilitäts-FORSCHUNG (2011) eine geringer werdende Bedeutung eines eigenen Pkw. Diese veränderten Mobilitätsbedürfnisse können Wohnungsunternehmen aufgreifen und strategische Maßnahmen im Bereich siedlungsbezogener Mobilitätsdienstleistungen anbieten (ILS NRW, 2003a, S. 13). Aus der breiten Auswahl von Maßnahmen werden im Folgenden nur das Mieterticket sowie das Car-Sharing erläutert. Bei einem Mieterticket bietet ein Wohnungsunternehmen seinen Mietern ein vergünstigtes ÖPNV-Ticket an. Hierdurch fördert das Wohnungsunternehmen einerseits die nachhaltige Mobilität von Mietern, andererseits kann der Mieter seine bisherigen Mobilitätskosten senken, was die Kundenbindung ebenfalls erhöhen dürfte. Einen in diesem Maßstab neuen Ansatz beim Car-Sharing verfolgt der Verband Norddeutscher Wohnungsunternehmen (VNW) (2014). Der VNW möchte langfristig möglichst allen Mieterhaushalten die Möglichkeit bieten, Car-Sharing-Angebote im direkten Wohnumfeld vorzufinden. 120 Auch wenn beim Mieterticket und beim Car-Sharing der Begriff Nahmobilität meist nicht explizit genannt wird, so zeigen empirische Studien, dass Haushalte ohne eigenen Pkw tendenziell häufiger zu Fuß gehen und dabei längere Wege zurücklegen (Punkt 2.3.2.1). Mit der aktiven Förderung des Car-Sharings oder der Förderung von Mietertickets gewinnt damit die fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele an Bedeutung.

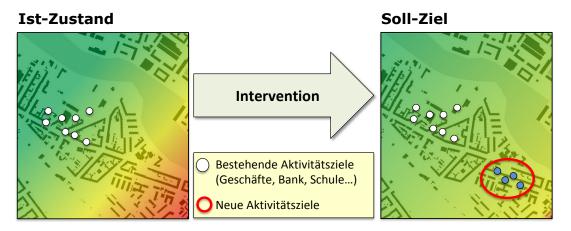
#### Stakeholder: Städte und Gemeinden

Laut Baugesetzbuch kommt den Kommunen die Aufgabe zu, für "eine nachhaltige städtebauliche Entwicklung [zu sorgen], die die sozialen, wirtschaftlichen und umweltschützenden Anforderungen auch in Verantwortung gegenüber künftigen Generationen miteinander in Einklang bringt" (§ 1 Abs. 5 BauGB). Insbesondere sind hierbei "die Wohnbedürfnisse der Bevölkerung" (§ 1 Abs. 6 BauGB) zu berücksichtigen, wobei es, wie in Punkt 2.3.3 beschrieben, die Wohnbedürfnisse nicht gibt. Die fußläufige Erreichbarkeit alltagsrelevanter Aktivitätsziele ist dabei insbesondere für die Bewohner in urbanen Räumen ein oft genanntes Bedürfnis. Das Ziel von Kommunen sollte es daher sein, diesen Bedürfnissen Rechnung zu tragen und eine vitale Innenstadt sowie aktive Stadtquartiere zu fördern. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass Aktivitätsziele gezielt in bestehende oder neue Wohngebieten integriert werden, z. B. durch die Nutzung leerstehender Geschäfte oder günstige Mieten für kleine Lebensmittelläden (Abb. 42).

Eine Übersicht über verschiedene CarSharing-Systeme sowie Erfolgsfaktoren der Implementierung von Car-Sharing in Kommunen findet sich bei Müller et al. (2014).

5. Schlussteil

Abbildung 42: Strategische Interventionsmöglichkeiten auf Basis des Nahmobilitätsindikators zur Erhöhung des lokalen Nahmobilitätsniveaus



Eigene Darstellung.

Ebenso gewinnen Quartiere durch die gezielte Förderung des öffentlichen Verkehrs, Radund Fußverkehrs sowie der Umgestaltung von Straßenräumen aus Sicht der Fußgänger an Qualität. Auf der "14. Internationalen Konferenz für Fußverkehr und lebenswerte Städte" in München (2013)<sup>121</sup> wurde intensiv darüber diskutiert, inwiefern Stadträume fußgängerfreundlicher umgestaltet werden können. Als größtes Hindernis für die Umgestaltung von Stadträumen werden von vielen kommunalen Vertretern Rechtsvorschriften, Verordnungen, fehlende Haushaltsmittel und mangelnde Akzeptanz von Seiten der Bürger vorgebracht. Mutige Entscheider setzen ihre Vision von einer gehfreundlichen Stadt dennoch um.<sup>122</sup>

In Pontevedra (Spanien) wird der Fußverkehr intensiv gefördert und für Besucher wurde eine "Pedestrian-Subway-Map" konzipiert. In Toronto (Kanada) wird mit der "Toronto Walking Strategy" der Fußverkehr massiv gefördert, innovativen Charakter hat insbesondere das "Flexible Street Concept", bei dem die Nutzung des öffentlichen Raumes jahreszeitabhängig erfolgt. Dabei werden im Sommer beispielsweise Pkw-Parkplätze gesperrt und für die Außengastronomie genutzt. In Suwon (Südkorea) fand 2013 das "Eco-Mobility World Festival" statt, bei dem die Bewohner eines Stadtquartiers (ca. 4.000 Einwohner) einen Monat auf das eigene Auto verzichtet haben und alternative Mobilitätsformen "ausprobieren" konnten. Neben diesen Großprojekten stellte Jason Robert, der sich selbst als aktiver Bürger seiner Heimstadt beschreibt, mit dem "Better Block Project" eine US-amerikanische Initiative vor, um durch befristete Aktionen im öffentlichen Raum örtliche Entscheider zum Nachdenken über bestehende Vorschriften und Verbote zu bewegen. Die Stadt Bozen (Italien) veranstaltet erstmals 2012 das "Festival

<sup>121</sup> Der Autor war Teilnehmer der genannten Konferenz.

Es werden im Folgenden nur ausländische Beispiele genannt, da diese im Allgemeinen weniger bekannt sein dürften. Als deutsches Beispiel kann beispielhaft die Stadt München mit der Förderung der Nahmobilität genannt werden.

des Gehens/Bolzano on Foot", um auf spielerische Art das Zufußgehen innerhalb der Stadt zu fördern und die Bürger für diese Mobilitätsform zu sensibilisieren.<sup>123</sup>

Die Quintessenz der verschiedenen Projekte zur Förderung des Fußverkehrs lassen sich unter zwei Gesichtspunkten zusammenfassen: Da Bürger, Politiker und Geschäftsleute dauerhaften und unbekannten Veränderungen oftmals kritisch gegenüberstehen, empfiehlt es sich, diese zunächst mittels befristeter Aktionen für das Thema Nahmobilität zu begeistern, um erst im Anschluss dauerhafte Lösungswege einzuschlagen. Darüber hinaus sollte der öffentliche Raum als Wohnzimmer und die Kommune als Gastgeber betrachtet werden. Der Gastgeber sollte im gepflegten und sauberen Wohnzimmer (= Abfallbehälter, tägliche Reinigung) Speisen und Getränke (= Gastronomie), Spiele (= Freizeitmöglichkeiten, Parks, Spielplätze) sowie Sitzmöglichkeiten (= Bänke) anbieten. Denn je wohler sich die Gäste fühlen, desto länger ist deren Verweildauer. Die Kommunen sollten ein hohes Eigeninteresse an der Förderung der Nahmobilität zeigen, um für die eigenen Bewohner und für Gäste attraktiv zu wirken. Entgegen der allgemeinen Erwartung sind die ersten Schritte oftmals schon mit minimalem Einsatz möglich.

# Stakeholder: Medizin und Gesundheitspolitik

McCormack et al. (2008), McCormack et al. (2012) und Carr et al. (2011) untersuchen im Rahmen der sog. "Walkability-Forschung" empirisch den Einfluss der gebauten Umwelt auf die Bereitschaft zu gehen. Diese folgern, dass mit zunehmender Anzahl fußläufig erreichbarer alltagsrelevanter Aktivitätsziele und bei gehfreundlichen Straßenräumen die Wahrscheinlichkeit zu gehen im Alltag steigt. Gehen ist damit mehr als eine Mobilitätsform, Gehen ist auch eine unbewusste Gesundheitsvorsorge und verringert signifikant das Risiko, an Wohlstandskrankheiten wie Krebs, Bluthochdruck, Fettleibigkeit oder Diabetes zu erkranken (HALLE). Ein Großteil der "Walkability-Forschung" wird daher unter medizinischen Gesichtspunkten durchgeführt, wobei sich thematische Überschneidungen mit der Mobilitätsforschung ergeben. Auf der "14. Internationalen Konferenz für Fußverkehr und lebenswerte Städte" in München (2013) wurde intensiv darüber diskutiert, inwiefern diese Erkenntnisse politikrelevant seien. Aufgabe der Politik und der Stadtplanung sollte es sein, gesundheitsfördernde Stadtstrukturen zu fordern, zu fördern und schließlich umzusetzen. Einer von vielen Vorschlägen auf der Münchener Konferenz lautete daher, Haushaltsmittel vom Gesundheits- ins Verkehrsministerium umzuschichten, um mit diesen Mitteln Investitionen in gehfreundliche Stadträume zu fördern. Damit könnten mittel- bis langfristig Gesundheitsausgaben vermieden werden, die (un-)mittelbar auf mangelnde körperliche Aktivität im Alltag zurückzuführen sind. Wenn auch dieser Vorschlag schlüssig klingt, verwiesen anwesende Politiker auf die jeweilige Ressortzuständigkeit und prognostizierten interdisziplinären Ansätzen nur eine sehr geringe Umsetzungswahrscheinlichkeit, insbesondere wenn die positiven Auswirkungen erst Jahre oder Jahrzehnte später zu erwarten sind. Es gilt daher, politische Entscheidungsträger für diese Wirkungszusammenhänge weiter zu sensibilisieren, innovative Lösungsvorschläge zu entwickeln und zuletzt mutige Entscheider zu finden, die diese auch realisieren.

Vergleichbare Walk Festivals: Trinational Festival of Walking (Basel, CH); Bristol Walking Festival (UK); Canberra Walking Festival (AUS).

214 5. Schlussteil

#### Stakeholder: Politische Parteien

Eine Anfrage der Bundestagsfraktion DIE LINKE an die Bundesregierung im Jahr 2011 hatte zum Ergebnis, dass sich im Bundesverkehrsministerium sowie in nachgeordneten Behörden weniger als 20 Personen direkt mit den Belangen des Fußverkehrs auseinandersetzen (Bundesregierung, 2011). In Anbetracht der vielfältigen Interdependenzen des Fußverkehrs mit anderen Politikbereichen (z.B. Wohnen, Gesundheit, Umwelt) ist dies als unzureichend anzusehen. Nach der Bundestagswahl 2013 wurde das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) aufgelöst und das Ressort "Verkehr" dem Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur (BMVI) und das Ressort "Wohnen" dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) zugeordnet. Das BBSR als Ressortforschungsinstitut des Bundes ist dem BMUB unterstellt, ist aber weiterhin im Arbeitsschwerpunkt Verkehr und Mobilität für den Regional- und Stadtverkehr zuständig. Wie sich diese komplexe Zuständigkeitsstruktur auf die Politik und Ressortforschung des Bundes auswirken wird, bleibt abzuwarten. Es ist aber anzunehmen, dass die Aufteilung der Themenfelder "Wohnen" und "Mobilität" auf zwei Bundesministerien eher trennenden als einenden Charakter hat. Es ist weiter festzustellen, dass die Förderung der Nahmobilität kein erklärtes Regierungsziel der aktuellen 18. Bundesregierung, bestehend aus den Regierungsparteien CDU, CSU und SPD, ist, da die Begriffe Nahmobilität oder Fußverkehr im Koalitionsvertrag nicht einmal erwähnt werden (vgl. CDU, CSU, SPD, 2013). Die Relevanz von integrierten Lagen wird lediglich im Punkt "Generationen- und altersgerechter Wohnraum" implizit erwähnt, indem ein Wohnumfeld gefordert wird, welches den Betroffenen ein selbstbestimmtes Leben ermöglicht. Zusammenfassend lässt sich konstatieren, dass der Fußverkehr und die Nahmobilität weiterhin nur eine geringe Politikrelevanz haben. Diese Arbeit soll daher auch einen Beitrag leisten, politische Entscheidungsträger auf Bundesebene und in den Kommunen für das Thema nachhaltige Mobilität und insbesondere für den Fußverkehr zu sensibilisieren.

# Verzeichnis der Anhänge

$\mathbf{A}$	Qua	ditätskriterien und Dokumentation der Datenqualität	217
	A.1	Qualitätskritieren beim Datenmanagement	217
	A.2	Datenqualität der Sozialraumanalyse	221
	A.3	Datenqualität von OpenStreetMap (OSM)	228
	A.4	Datenqualität der Angebotsdaten	231
	A.5	Datenqualität der Nahmobilitätsindikatoren	245
	A.6	Software	253
	A.7	Beschreibung der Datenquellen und der Datenerhebung (Angebotsdaten,	
		Sozialraumanalyse, Nahmobilitätsindikator)	254
В	Erg	ebnisse der ökonometrischen Analysen	257
	B.1	Test auf räumliche Autorkorrelation der Variablen	257
	B.2	Linearitätstest	259
	B.3	Ergebnisse der ökonometrischen Analyse	264
Qι	ıelle	nverzeichnis	277
Le	bens	slauf	299

# A. Qualitätskriterien und Dokumentation der Datenqualität

# A.1. Qualitätskritieren beim Datenmanagement

"Lassen Sie sich von überwiegend idealen Analysesituationen in Lehrbüchern [...] der Statistik nicht täuschen. Daten liegen selten in auswertungsreifem Zustand vor. Der Vorgang des Aufbereitens der Daten für eine Analyse, das sog. Datenmanagement, ist zu protokollieren [...]. Schließen Sie nicht die Möglichkeit aus, dass das Datenmangement u. U. aufwändiger als die Datenanalyse selbst sein kann. Zur Aufbereitung der Daten könnte an dieser Stelle z. B. auch die analysevorbereitende bzw. ergebnisrelevante (Dummy)-Kodierung von Variablen gezählt werden. [...] Zu den Informationen über die Qualität von Daten gehören u. a. Informationen über die eingesetzten Tools bzw. Anwendungen, die Art und Anzahl der überprüften Kriterien, den Methoden ihrer Prüfung (Ansätze, Regeln), die dabei eingesetzen Toleranzen/Grenzwerte, sowie das Ergebnis der Maßnahmen [...]. Jedes Ausschließen von Kriterien, jeder Verzicht auf Prüfmethoden, wie auch jedes angewandte Toleranzkriterium ist explizit transparent zu machen und zu begründen" (Schender, 2007, S. 394ff.).

Schendera (2007) weist darauf hin, dass die Ergebnisse empirischer Analysen erst dann durch den Leser korrekt interpretiert werden können, wenn das Datenmanagement selbst nachvollziehbar und transparent ist. Für das Vorgehen beim Datenmanagement empfiehlt Schendera (2007) einen mehrstufigen Prozess, der schrittweise Qualitätskriterien von Daten prüft. In der ersten Phase wird die externale formale Korrektheit der Daten überprüft, indem die Rohdaten auf Vollständigkeit, Einheitlichkeit, doppelte Werte untersucht und fehlende Werte imputiert werden (TABACHNICK & FIDELL, 2009, S. 60ff.). In der zweiten Phase wird der Datensatz auf interne formale Korrektheit untersucht, indem uni- und multivariate Ausreißer sowie offensichtliche Fehleingaben identifiziert und anschließend korrigiert oder gelöscht werden. In der dritten Phase erfolgt eine inhaltliche Plausibilitätsprüfung im Hinblick darauf, ob die Daten innerhalb eines erwartbaren Rahmens liegen (Schendera, 2007, S. 204). In der vierten Phase werden multivariate räumliche Ausreißer aus dem Datensatz entfernt. Das Ergebnis des Prüfprozesses stellen plausibilisierte Daten dar, die für die Analyse verwendet werden. Um den Anforderungen beim Datenmanagement zu genügen, werden im Folgenden die Prüfphasen skizziert und anschließend auf die verwendeten Primärdaten (ImmobilienScout24, OpenStreetMap) sowie die hergeleiteten Daten (Nahmobilitätsindikator, Sozialraumindikatoren) dieser Arbeit angewendet.

# Prüfphase 1: Prüfen auf externale formale Korrektheit

# Vollständigkeit

Entsprechen die Daten in einem Datensatz "exakt der Summe der gültigen und fehlenden Angaben", so liegt ein vollständiger Datensatz vor (Schendera, 2007, S. 25). Weiter muss bei einem vollständigen Datensatz das Verhältnis von fehlenden zu gültigen Daten geprüft werden. Bei Daten von Drittanbietern besteht häufig nicht die Möglichkeit zu prüfen, ob diese vollständig sind bzw. wie mit fehlenden Werten umgegangen wurde, sodass die Interpretierbarkeit eingeschränkt sein kann.

# Fehlende Werte (Missings)

Fehlende Werte, sogenannte Missings, zeigen das Fehlen von Information bzw. Daten an, treten regelmäßig bei empirischen Forschungen auf und führen zu unvollständigen Daten (Schendera, 2007, S. 120). Fehlende Werte weisen häufig Muster auf, die auf bestimmte Ursachen zurückzuführen sind. Diese müssen bei der Interpretation der Daten bzw. dem Ersetzen fehlender Werte beachtet werden. Fehlende Werte können während der Erhebung (z. B. lückenhaftes Ausfüllen bei einer Eingabemaske) oder während der Datenverarbeitung (z. B. Löschen von Daten) entstehen. Ein unsachgemäßer Umgang mit Missings führt zu Verzerrungen (Bias), die letztendlich in einer fehlerhaften Interpretation der Analyseergebnisse münden können.

# Doppelte Daten

Bei einem vollständigen Datensatz ist zu prüfen, ob Daten als Dubletten vorliegen, d. h. ob Fälle in mehreren oder allen Schlüsselvariablen übereinstimmen. Dubletten können nach den Merkmalen Häufigkeit und Verschiedenheit differenziert werden (Schendera, 2007, S. 107). Die Identifikation von Dubletten ist nicht trivial, da Fälle meist nicht in allen Variablen exakt übereinstimmen und daher neben der eigentlichen Identifikation anschließend entschieden werden muss, welche Dublette als "wahr" bzw. "falsch" angesehen wird. Dubletten sind aus dem Datensatz zu entfernen, da diese zu Problemen bei statistischen Verfahren und damit zu fehlerhaften Ergebnissen führen können.

## Einheitlichkeit

Daten müssen ein einheitliches Format aufweisen bzw. in ein einheitliches Format transformiert werden. Einheitlichkeit bedeutet, dass Name, Typ, Format und Label einheitlich verwendet werden (Schendera, 2007, S. 38). Insbesondere bei Strings sind mit Tippfehlern, Umlauten, Groß- und Kleinschreibung sowie Fremdsprachen vielfältige Fehlerquellen möglich (Schendera, 2007, S. 38f.).

# Prüfphase 2: Prüfen auf interne formale Korrektheit

#### Univariate Ausreißer

Univariate Ausreißer, sogenannte Outliers, sind auffällig hohe oder niedrige Werte, die sich stark von anderen Daten unterscheiden und damit statistische Analyseergebnisse beeinflussen. Die Definition bzw. Identifikation von Ausreißern ist schwierig, denn "Ausreißer sind demnach nicht notwendigerweise ausschließlich falsche bzw. ungenau erfasste Werte, sondern u.U. auch Werte, die richtig und genau, aber erwartungswidrig

sind. Erstere würden nahe legen, den Vorgang der Messung zu überprüfen, letztere die Theoriebildung" (Schendera, 2007, S. 165). Ausreißer haben verschiedene Merkmale und Ursachen, die zu identifizieren sind. Zur Identifikation bieten sich Maßzahlen, Regeln, Tests sowie Diagramme an (Schendera, 2007, S. 170ff.). Die Standardabweichung zeigt die Streuung der empirischen Werte an. Da die Standardabweichung auf unterschiedlichen empirischen Mittelwerten basiert, ist eine Vergleichbarkeit nur begrenzt möglich. Aus diesem Grund wird eine z-Transformation durchgeführt, welche den Erwartungswert 0 und die Varianz 1 aufweist. Es ist zu beachten, dass es keinen allgemein gültigen Grenzwert gibt, ab wann ein Extremwert als "Ausreißer" bezeichnet werden kann. Die Spanne reicht hierbei von ±2 (Schendera, 2007, S. 174) bis ±3,29 (Tabachnick & Fidell, 2009, S. 73). Da bei einer sehr großen Anzahl von Fällen Ausreißer zu erwarten sind, wird der konservative Ansatz mit ±3,29 übernommen.

#### Normalitätstest

Lineare Regressionsmodelle beruhen auf der Annahme einer Normalverteilung der Variablenwerte, welche durch grafische Analysen bzw. statistische Tests geprüft werden kann. Bei einer großen Fallzahl lehnen statische Tests regelmäßig das Vorhandensein von Normalität ab, da bereits kleine Abweichungen von der Normalverteilung zur Ablehnung führen (Tabachnick & Fidell, 2009, S. 80). Miles & Shevlin (2000, S. 74) befürworten daher eine pragmatische Vorgehensweise und empfehlen, nicht die Normalität zu prüfen, sondern erst zu hinterfragen, ob die (vorhandene) Abweichung von der Normalität einen Einfluss auf das Ergebnis haben könnte. Dazu legen sie ein zweistufiges Verfahren nahe.

- Prüfregel 1: Ist die zweifache Standardabweichung von Kurtosis oder Schiefe größer als die Werte von Kurtosis und Schiefe, liegt keine Normalverteilung vor.
- Prüfregel 2: Eine Schiefe kleiner 1 ist unproblematisch und eine Schiefe zwischen 1 und 2 kann die Regressionskoeffizienten gering beeinflussen. Bei einer Schiefe größer 2 sollte eine Transformation stattfinden.

Zusätzlich wird bei großen Datenmengen ein grafischer Test zur Überprüfung auf Normalität empfohlen. Bei nicht vorhandener Normalität sollten die Variablen durch ein geeignetes Transformationsverfahren (Wurzeltransformation, Logarithmieren, Umkehrfunktion) in eine Normalverteilung überführt werden (Tabachnick & Fidell, 2009, S. 87). Die Interpretierbarkeit der transformierten Variablen kann anschließend aufgrund einer geänderten Skalierung eingeschränkt sein (Schmidt, 2009, S. 10).

## Prüfphase 3: Prüfen auf Plausibilität

# Plausibilität

Daten können erst auf Plausibilität geprüft werden, wenn die zuvor genannten Prüfkriterien eingehalten werden. Die Plausibilisierung von Daten erfordert, dass die Fehlerursachen bzw. –quellen bekannt sind und somit ein richtiger Umgang mit diesen gewählt werden kann. Nach Schendera (2007, S. 202) erfordert Plausibilität die externale (Vollständigkeit, Dubletten, Missings) und internale (Einheitlichkeit, Ausreißer) Korrektheit von Daten. Erst nach Überprüfung der Korrektheit können die Daten auf inhaltliche und formelle Plausibilität überprüft werden. Eine Plausibilisierung kann durch Prüfvariablen erfolgen, die selbst zuverlässig sein müssen und nicht notwendigerweise aus

demselben Datensatz stammen. Die Plausibilität von Daten, die nicht selbst erhoben wurden, ist hierbei besonders zu prüfen.

# Prüfphase 4: Prüfen auf multivariate Ausreißer

Im Gegensatz zu univariaten Ausreißern ist bei nicht räumlichen multivariaten Ausreißern eine ungewöhnliche Kombination verschiedener Merkmale zu beobachten. Ein besonderer Umgang ist erforderlich, wenn sehr viele tatsächliche (reale) Werte als Ausreißer wahrgenommen werden. In diesem Fall ist eine Überprüfung des Interpretationsrahmens erforderlich. Der Umgang mit Ausreißern ist fallspezifisch und entzieht sich einer Verallgemeinerung. Eine hohe Mahalanobis-Distanz deutet auf multivariate Ausreißer. Der Grenzwert der Mahalanobis-Distanz ist die Chi-Quadrat-Verteilung mit n Freiheitsgraden (n = Anzahl der Variablen) und p < .001 (Tabachnick & Fidell, 2009, S. 74). Bevor ein multivariater Ausreißer aus dem Datensatz ausgeschlossen wird, sollte dieser auf Plausibilität geprüft werden.

# A.2. Datenqualität der Sozialraumanalyse

# Prüfphase 1: Prüfen auf externale formale Korrektheit

Für die Sozialraumanalyse werden auf Stadtteil-/Ortsbezirksebene Daten der Innerstädtischen Raumbeobachtung (IRB) vom BBR für die Städte Köln, Frankfurt und Wiesbaden zur Verfügung gestellt. Für die Kölner Stadtviertel stellt das Statistische Amt der Stadt Köln Daten zur Verfügung. Die in dieser Arbeit verwendeten Variablen sind vollständig und einheitlich, fehlende oder doppelte Daten sind nicht vorhanden.

# Prüfphase 2: Prüfen auf interne formale Korrektheit

Die Sozialraumanalyse basiert auf der Annahme, dass sich Quartiere hinsichtlich der Ausprägungen bei den Indikatoren "Urbanismus", "Soziale Benachteiligung" und "Migration" differenzieren lassen Abschnitt 2.4). Ziel der Sozialraumanalyse ist die Erkenntnis, ob Variablenwerte einzelner Stadtteile über oder unter dem städtischen Mittelwert liegen und damit "lokale Ausreißer" darstellen. Aus diesem Grund werden die Variablenwerte auf einer Skala von 0 bis 100 standardisiert. Die drei Indikatoren "Urbanismus", "Soziale Benachteiligung" und "Migration" werden auf Basis von je drei Variablen berechnet, sodass insgesamt neun Variablen im Rahmen der Sozialraumanalyse berücksichtigt werden. Für jeden Indikator erfolgt anschließend durch den Trennwert 50 eine Einteilung in die Merkmalsausprägungen "niedrig" und "hoch". Ausreißerwerte können die Standardisierung der Variablenwerte und damit die spätere Berechnung der Indikatorenwerte erheblich beeinflussen. Nach Tabachnick & Fidell (2009, S. 73ff.) können Ausreißer auf vier Ursachen zurückgeführt werden: falsche Messwerte, fehlerhafte Eingabe, falscher Messgegenstand und richtige Werte, die aber nicht den Erwartungen entsprechen. Für den letzten Fall empfiehlt sich der Ausschluss oder die Ersetzung von Ausreißerwerten durch moderate Werte. Die in der späteren Analyse identifizierten Ausreißer werden als richtig angesehen, da diese von den Statistischen Ämtern erhoben und bereits auf ihre Plausibilität überprüft wurden. Potentielle univariate Ausreißer sind Fälle mit hohen z-Werten  $(\pm 3, 29)$  (Fahrmeir et al., 2007, S. 330), multivariate Ausreißer werden mittels der Mahalanobis-Distanz identifiziert. Fälle gelten als einflussreich, wenn die Mahalanobis-Distanz bei neun Variablen den Wert 27,87, übersteigt. Bei der multivariaten Ausreißeranalyse eines Indikators mit drei Variablen gelten Fälle als einflussreich, wenn die Mahalanobis-Distanz größer 16,2 ist. Im Folgenden werden für die einzelnen Untersuchungsstädte Extremwerte im Rahmen der Sozialraumanalyse identifiziert. Es werden nur die Ergebnisse des Verfahrens "Fälle löschen" dargestellt, da das Verfahren "Werte ersetzen" bei vielen Ausreißern nur bedingt anwendbar ist.

#### Frankfurt (Stadtteile)

Als univariate Ausreißer werden in der Variablen EWU6 der Stadteil Kalbach-Rieberg (z-Wert: 3,36) und in der Variablen ZUWEG der Stadtteil Bahnhofsviertel (z-Wert: 4,56) identifiziert. Die multivariate Ausreißeranalyse identifiziert nur den Fall "Bahnhofsviertel" als einflussreichen Wert mit einem Mahalanobis-Wert von 34,7. Beim Indikator "Soziale Benachteiligung" werden mit Griesheim (17,5) und dem Bahnhofsviertel (17,1) zwei Stadtteile und beim Indikators "Migration" nur das Bahnhofsviertel (22,5) als einflussreich identifiziert.

Der Stadtteil Bahnhofsviertel wird als multivariater Ausreißer aus dem Datensatz entfernt. Von den 44 verbliebenen Stadtteilen ändert sich bei zwölf Stadtteilen die Ausprägung eines Indikators (Tab. 66). Die Merkmalsausprägungen der Indikatoren "Migration", "Urbanismus" und "Soziale Benachteiligung" ändern sich bei allen Indikatoren der betroffenen Stadtteile von "niedrig" nach "hoch" und sind auf Basis einer Einzelfallanalyse plausibel. Die Ergebnisse der Sozialraumanalyse sind nach Ausschluss des Stadtteils Bahnhofsviertel robust.

Tabelle 66: Robustheitstest der Sozialraumanalyse – Frankfurt (Stadtteile)

Anzahl der Änderungen	Änderung der Merkmalsausprägung
5	Urbanismus: niedrig $\rightarrow$ hoch
3	Soziale Benachteiligung: niedrig $\rightarrow$ hoch
4	Migration: niedrig $\rightarrow$ hoch

Eigene Darstellung.

Die multivariate Ausreißeranalyse identifiziert den Stadtteil Bahnhofsviertel als einen einflussreichen Fall. Daher wird folgende Vorgehensweise bei der Sozialraumanalyse für die Frankfurter Stadtteile gewählt. Zunächst werden die drei Indikatoren für alle Stadtteile berechnet. Die Indikatorenwerte für das Bahnhofsviertel werden gespeichert und in die Analyse übernommen. Anschließend wird dieser Stadtteil aus dem Datensatz entfernt. Die erneut berechneten Indikatorenwerte der übrigen Stadtteile werden in die Analyse übernommen.

## Wiesbaden (Ortsbezirke)

In der Variablen EWU6 wird mit dem Ortsbezirk Amöneburg (z-Wert: 3,40) ein potentieller Ausreißer identifiziert werden. Die multivariate Ausreißeranalyse identifiziert keinen Fall als einflussreichen Wert. Beim Indikator "Urbanismus" ist der Ortsbezirk Amöneburg mit einem Mahalanobis-Wert von 16,4 auffällig.

Der Ortsbezirk Amöneburg wird als multivariater Ausreißer aus dem Datensatz entfernt. Bei zwei der verbliebenen 25 Ortsbezirke ändert sich anschließend die Ausprägung des Indikators "Urbanismus" von "hoch" auf "niedrig" (Tab. 67). Die Einzelfallanalyse der beiden betroffenen Ortsbezirke zeigt, dass bei beiden der Urbanismus-Wert vor dem Ausschluss des Ortsbezirks Amönbeburg knapp über 50 liegt, danach knapp darunter. Die Luftbildanalyse der Stadtteile Biebrich und Bierstadt zeigt, dass diese sowohl urbane als auch suburbane Siedlungsstrukturen aufweisen. Die sachgerechte Berücksichtigung heterogener Siedlungsstrukturen ist auf Ortsbezirksebene nicht möglich. Durch die Einzelfallanalyse erscheint die Änderung der Merkmalsausprägung von "hoch" nach "niedrig" beim Ortsbezirk Bierstadt nachvollziehbar. Beim Ortsbezirk Biebrich ist die Änderung der Merkmalsausprägung aufgrund ausgeprägter städtischer Strukturen schwieriger zu begründen. In dieser Arbeit wird allerdings eine objektive und nachvollziehbare Vorgehensweise höher gewichtet als eine subjektive Einschätzung, weshalb die Änderung der Merkmalsausprägung für beide Ortsbezirke übernommen wird. Die Ergebnisse der Sozialraumanalyse sind nach Ausschluss des Ortsbezirks Amöneburg robust.

Tabelle 67: Robustheitstest der Sozialraumanalyse – Wiesbaden (Ortsbezirke)

Anzahl der Änderungen	Änderung der Merkmalsausprägung
2	Urbanismus: hoch $\rightarrow$ niedrig

Eigene Darstellung.

Die multivariate Ausreißeranalyse identifiziert den Ortsbezirk Amöneburg als einen einflussreichen Fall. Daher wird folgende Vorgehensweise bei der Sozialraumanalyse für die Wiesbadener Ortsbezirke gewählt. Zunächst werden die drei Indikatoren für alle Ortsbezirke berechnet. Die Indikatorenwerte für den Ortsbezirk Amöneburg werden gespeichert und in die Analyse übernommen. Anschließend wird dieser Ortsbezirk aus dem Datensatz entfernt. Die erneut berechneten Indikatorenwerte der übrigen Ortsbezirke werden in die Analyse übernommen.

# Köln (Stadtteile)

In der Variablen SHE wird der Stadtteil Chorweil (z-Wert: 3,65) als univariater Ausreißer identifiziert. Die multivariate Ausreißeranalyse deutet darauf hin, dass die drei Stadtteile Chorweiler (48,3), Blumenberg (28,2) und Meschenich (27,5) einflussreiche Fälle darstellen. Beim Indikator "Soziale Benachteiligung" werden mit Chorweiler (34,6) und Finkenberg (16,0) zwei Stadtteile, beim Indikator "Migration" mit Blumenberg (16,2) ein Stadtteil und beim Indikator "Urbanismus" erneut der Stadtteil Chorweiler (18,3) als einflussreiche Fälle identifiziert.

Zunächst wird der sehr einflussreiche Fall Chorweiler aus dem Datensatz entfernt. Bei acht der 85 Stadtteile ändert sich anschließend die Ausprägung des Indikators "Soziale Benachteiligung" von "niedrig" nach "hoch". Anschließend wird der Fall Blumenberg gelöscht. Bei sechs der 84 verbliebenen Stadtteile ändert sich die Ausprägung des Indikators "Migration" von "niedrig" nach "hoch", bei einem Stadtteil ändert sich die Ausprägung des Indikators "Urbanismus" von "hoch" nach "niedrig" (Tab. 68). Die Ergebnisse der Sozialraumanalyse sind nach dem Ausschluss der Fälle Chorweiler und Blumenberg robust.

Tabelle 68: Robustheitstest der Sozialraumanalyse – Köln (Stadtteile)

Anzahl der Änderungen	Änderung der Merkmalsausprägung	
1	Urbanismus: hoch $\rightarrow$ niedrig	
8	Soziale Benachteiligung: niedrig $\rightarrow$ hoch	
6	$Migration: niedrig \rightarrow hoch$	

Eigene Darstellung.

Die multivariate Ausreißeranalyse identifiziert die Stadtteile Chorweiler, Blumenberg und Meschenich als einflussreiche Fälle. Daher wird folgende Vorgehensweise bei der Sozialraumanalyse für die Kölner Stadtteile gewählt. Zunächst werden die drei Indikatoren für alle Ortsbezirke berechnet. Die Indikatorenwerte für den Stadtteil Chorweiler werden gespeichert und in die Analyse übernommen. Anschließend wird dieser Stadtteil

aus dem Datensatz entfernt. Bei den erneut berechneten Indikatorenwerten werden die Werte für den Stadtteil Blumenberg<sup>124</sup> gespeichert und in die Analyse übernommen. Anschließend wird auch dieser Stadtteil aus dem Datensatz entfernt. Die erneut berechneten Indikatorenwerte der übrigen Stadtteile werden in die Analyse übernommen.

# Köln (Stadtviertel)

In den Variablen ALQ, SHE, WAHLBE, EWU6, ZUWEG, AUSL und BEV65 werden 23 potentielle univariate Ausreißer identifiziert, die auf Plausibilität geprüft werden. Die Einzelfallanalysen bestätigen die hohen z-Werte. Diese können auf Sondersituationen in den betrachteten Stadtvierteln zurückgeführt werden, da einzelne Stadtviertel beispielsweise ausschließlich Neubaugebiete beinhalten und sich damit wesentlich von Bestandsquartieren unterscheiden. Ebenfalls stellen sehr große Studierenden- und Seniorenwohnheime eigene Stadtviertel dar, die eine abweichende Altersstruktur aufweisen und durch hohe Migrationswerte geprägt sind. Als letzte Gruppe werden bekannte soziale Brennpunkte in einzelnen Stadtteilen identifiziert.

Die multivariate Ausreißeranalyse identifiziert zahlreiche Stadtviertel als einflussreiche Fälle, die in mehreren Variablen auffällige Werte aufweisen. Diese können wie zuvor bei der univariaten Ausreißeranalyse grundsätzlich den drei Typen "Sonderformen des Wohnens" (Stadion (152,1)<sup>125</sup>, Riehler Heimstätten (99,9), Kliniken Merheim (99,0), Uni-Center (36,5), Michaelshoven (27,9)), "Neubausiedlungen" (Siedlung Haus Közal (84,3), Widdersdorf-Süd (62,7), Siedlung Ausbesserungswerk (44,0)) und "Soziale Brennpunkte" (Siedlung Heckpfad (47,9), Chorweiler (42,2), Kölnberg (41,2), Am Donewald (38,0)) zugeordnet werden. Der Typ "Sonderformen des Wohnens" beinhaltet Spezialimmobilien für bestimmte Bewohnergruppen. Der zweite Typ "Neubausiedlungen" unterscheidet sich hinsichtlich der Bewohnerstruktur deutlich von bestehenden Bestandsquartieren. Der dritte Typ "Soziale Brennpunkte" beinhaltet Stadtviertel mit vielfältigen sozialen Problemlagen. Es ist anzumerken, dass die meisten der genannten Stadtviertel eine unterdurchschnittliche Einwohnerzahl aufweisen.

Zusätzlich wird analysiert, inwieweit die Berechnung der einzelnen Indikatoren durch Ausreißer beeinflusst wird. Beim Indikator "Soziale Benachteiligung" werden acht einflussreiche Stadtviertel identifiziert, zwei sind hierbei dem Typ "Sonderformen des Wohnens" (Riehler Heimstätten (35,4), Kliniken Merheim (24,3)) zuzuordnen, und sechs Stadtviertel sind Quartiere mit vielfältigen sozialen Problemen (Chorweiler (35,2), Siedlung am Donewald (26,9), Siedlung Heckpfad (24,2), Kölnberg (21,8), Siedlung Gernsheimerstraße (19,0), Boltensternstraße (17,6)). Beim Indikator "Urbanismus" werden vier einflussreiche Stadtviertel (Siedlung Haus Közal (75,4), Widdersdorf-Süd (42,9), Siedlungs Ausbesserungswerk (27,1), Stadtwaldsiedlung (18,2)) identifiziert, die Kölner Neubaugebiete darstellen. Beim Indikator "Urbanismus" werden fünf einflussreiche Stadtviertel identifiziert. Diese können einerseits dem Typ "Sonderformen des Wohnens" (Stadion (83,9), Riehler Heimstätten (65,4), Michaelshoven (21,7)) und dem Typ "Soziale Brennpunkte" (Kölnberg (22,8), Siedlung Heckpfad (21,1)) zugeordnet werden.

Die uni- und multivariate Ausreißeranalyse hat zum Ergebnis, dass die Sozialraumanalyse der Kölner Stadtviertel durch drei Gruppen ("Sonderformen des Wohnens", "Neubau-

Blumenberg ist ein 1986 neu gegründeter Stadtteil, in dem sehr viele Familien leben. Dies hat eine sehr geringe Zu- und Wegzugsquote als auch eine relativ junge Bevölkerungsstruktur zu Folge. Blumenberg ist damit kein "gewachsener" Stadtteil, sondern stellt eine Sondersituation dar.

Der jeweilige Mahalanobis-Wert wird in Klammern genannt.

siedlungen" und "Soziale Brennpunkte") wesentlich beeinflusst wird. Zunächst werden daher sechs als Neubausiedlungen identifizierte Stadtviertel (Haus Közal, Widdersdorf-Süd, Siedlung Ausbesserungswerk, Stadtwaldsiedlung, Siedlung Madaus und Siedlung Heckpfad) aus dem Datensatz entfernt. Ebenfalls werden sechs Stadtviertel (Fachhochschule Deutz, Stadion, Riehler Heimstätten, Kliniken Merheim, Uni-Center und Michaelshoven) ausgeschlossen, die durch Sonderformen des Wohnens geprägt sind. Vom Ausschluss sind damit zwölf von 283 Stadtvierteln betroffen, in denen ca. 1,4% der Bevölkerung wohnen. Der Ausschluss dieser zwölf Siedlungen wirkt sich massiv auf die Ergebnisse der Sozialraumanalyse aus. Er hat insgesamt 97 Änderungen bei der Merkmalsausprägung der drei Indikatoren zur Folge (Tab. 69). Erwartungsgemäß beziehen sich die meisten Änderungen auf die Indikatoren "Urbanismus" (v. a. bedingt durch Neubausiedlungen) und "Migration" (v. a. bedingt durch Sonderformen des Wohnens).

Tabelle 69: Robustheitstest der Sozialraumanalyse (Teil 1) – Köln (Stadtviertel)

Anzahl der Änderungen	Änderung der Merkmalsausprägung
73	Urbanismus: hoch $\rightarrow$ niedrig
1	Soziale Benachteiligung: hoch $\rightarrow$ niedrig
23	Migration: niedrig $\rightarrow$ hoch

Eigene Darstellung.

In einem zweiten Schritt werden die beiden Stadtviertel Chorweiler und Kölnberg als soziale Brennpunkte aus der Sozialraumanalyse entfernt. Dies hat beim Indikator "Migration" zwölf und beim Indikator "Soziale Benachteiligung" fünf Merkmalsänderungen zur Folge (Tab. 70). Weitere Tests zeigen, dass die Sozialraumanalyse nach Ausschluss dieser 14 Stadtviertel (4,9%) mit insgesamt 22.909 Einwohnern (2,3%) robust ist.

Tabelle 70: Robustheitstest der Sozialraumanalyse (Teil 2) – Köln (Stadtviertel)

 erung der Merkmalsausprägung
the Benachteiligung: niedrig $\rightarrow$ hoch ation: niedrig $\rightarrow$ hoch

Eigene Darstellung.

Die multivariate Ausreißeranalyse identifiziert verschiedene Kölner Stadtviertel als einflussreiche Fälle. Daher wird folgende Vorgehensweise bei der Sozialraumanalyse gewählt. Zunächst werden die drei Indikatoren für alle Stadtviertel berechnet. Die Indikatorenwerte für die Stadtviertel Haus Közal, Widdersdorf-Süd, Siedlung Ausbesserungswerk, Stadtwaldsiedlung, Siedlung Madaus, Siedlung Heckpfad, Fachhochschule Deutz, Stadion, Riehler Heimstätten, Kliniken Merheim, Uni-Center und Michaelshoven werden gespeichert und in die Analyse übernommen. Anschließend werden diese aus dem Datensatz entfernt. Bei den erneut berechneten Indikatorenwerten werden die Werte für die Stadtviertel Chorweiler und Kölnberg gespeichert und in die Analyse übernommen. Anschließend werden auch diese Stadtviertel aus dem Datensatz entfernt. Die erneut

berechneten Indikatorenwerte der übrigen Stadtviertel werden anschließend ebenfalls in die Analyse übernommen.

# Prüfphase 3: Prüfen auf inhaltliche Plausibilität

Die Plausibilität der Sozialraumanalyse wird mit den Ergebnissen von Gutfleisch (2007) verglichen, der für das Jahr 2000 eine Sozialraumanalyse in Frankfurt auf Stadtbezirksebene durchführte. Zu beachten ist, dass sich die räumlichen Untersuchungsebenen (Stadtteil vs. Stadtbezirke) und der zeitliche Bezug (2000 vs. 2009) unterscheiden. Da städtische Transformationsprozesse in der Regel eine geringe Geschwindigkeit aufweisen, werden grundlegende Übereinstimmungen erwartet. Es lässt sich allgemein feststellen, dass beide Sozialraumanalysen zu vergleichbaren Ergebnissen führen. Daher wird angenommen, dass auch die Ergebnisse der Sozialraumanalysen für die Städte Wiesbaden und Köln plausibel sind. Die Ergebnisse zeigen weiter, dass eine uni- und multivariate Ausreißeranalyse und das anschließende Entfernen von Ausreißern die Robustheit der Sozialraumanalyse erhöhen. Mit zunehmender Einwohnerzahl der Untersuchungseinheiten werden weniger Ausreißer identifiziert. Die Ergebnisse der Sozialraumanalyse auf Stadtteil-/Ortsbezirksebene erscheinen daher robust. Auf dieser räumlichen Untersuchungsebene ist allerdings auch eine wesentliche Restriktion der Sozialraumanalyse ersichtlich, da heterogene Bebauungs- und Bewohnerstrukturen innerhalb eines Stadtteils/Ortsbezirks nicht hinreichend berücksichtigt werden können. Das erkannte Problem der unzureichenden Differenzierung wird bei der Durchführung der Sozialraumanalyse auf Ebene der eher kleinteiligen Kölner Stadtviertel weitgehend behoben. Als wesentliche Restriktion bei der Durchführung der Sozialraumanalyse auf dieser Ebene wird die geringe Robustheit der Ergebnisse identifziert, die auf besonders einflussreiche uni- und multivariate Ausreißer zurückzuführen ist. Eine Ausreißeranalyse und das Entfernen von sehr einflussreichen Fällen ist daher für die Reliabilität und Validität der Ergebnisse unerlässlich. Als einflussreiche Ausreißertypen werden insbesondere "Neubausiedlungen" und "Sonderformen des Wohnens" identifiziert, die bei kleinräumigen Sozialraumanalysen – soweit keine anderen Gründe dagegen stehen – vorab ausgeschlossen werden sollten. Diese Schlussfolgerungen deuten damit mittelbar auf das Problem der veränderbaren Gebietseinheit (MAUP) bei Durchführung der Sozialraumanalyse hin.

Tabelle 71: Datenmanagement bei der Sozialraumanalyse

Prüfphase	geprüft	geprüft durch
Prüfphase 1		
Vollständigkeit	$\checkmark$	Plausibilitätsprüfung des BBR
Fehlende Werte	$\checkmark$	Plausibilitätsprüfung des BBR
Doppelte Werte	$\checkmark$	Plausibilitätsprüfung des BBR
Einheitlichkeit	$\checkmark$	Plausibilitätsprüfung des BBR
Prüfphase 2		
Univariate Ausreißer	$\checkmark$	z-Wert
$Normalit \"{a}tstest$	nicht vorhanden	
Prüfphase 3		
Plausibilität	$\checkmark$	Auswertung von empirischen
		Vergleichsstudien
Prüfphase 4		
Multivariate	$\checkmark$	Mahalanobis-Distanz (integriert in Prüfphase
Ausreißer		2)

Eigene Darstellung

# A.3. Datenqualität von OpenStreetMap (OSM)

Zur Überprüfung der Datenqualität von OSM-Daten werden zunächst die geschichtliche Entwicklung und die Datenerhebungsmethoden dargestellt. Die Plausibilitätsprüfung der Daten erfolgt anhand empirischer Studien. Eine Einteilung in Prüfphasen erfolgt nicht. Im Jahr 2006 wählte das TIME Magazin "You" zur Person des Jahres, um die sog. user-generated Webangebote und die damit verbundenen Nutzungsmöglichkeiten zu würdigen. GROSSMAN (13.12.2006) schreibt zur Preisverleihung folgende Worte:

"The new Web is a different thing. It's a tool for bringing together the small contributions of millions of people and making them matter. [...] Who are these people? [...] Who has that time and that energy and that passion? The answer is, you do. And for seizing the reins of the global media, for founding and framing the new digital democracy, for working for nothing and beating the pros at their own game, TIME's Person of the Year for 2006 is you."

Diese Worte treffen auch uneingeschränkt auf das Projekt OSM zu, welches Steve Coast 2004 gestartet hat, nachdem ihm der Zugang zu offiziellen Geodaten in Großbritannien verweigert wurde. Ziel von OSM ist die Erstellung einer freien Weltkarte im Vektorformat (ZIELSTRA & HOCHMAIR, 2011, S. 146). Die Geodaten werden hierbei von Freiwilligen erhoben, bearbeitet und grafisch aufbereitet, wofür GOODCHILD (2007, S. 212) die Begriffe produser für die Freiwilligen und volunteered geographic information (VGI) für den erzeugten Inhalt prägte.

# Datenerhebung und Datenqualität

Die OSM-Community hat eigene Editoren zur effizienten und genauen Dateneingabe entwickelt. Die Dateneingabe erfolgt auf verschiedene Weisen. Zum einen können Personen mit einem GPS-Gerät Wege ablaufen, die GPS-Tracks anschließend bearbeiten und mit Attributen versehen. Zum anderen werden von zur freien Verfügung gestellten Luftbildern, Satellitenbildern sowie offiziellen Geodaten Wege abgezeichnet und bearbeitet. Basierend auf der Straßengrundkarte können weitere relevante Daten, insbesondere Points of Interest (POI's) eingetragen werden. Eine umfassende Darstellung der Datenerhebung, -verwertung sowie Lizensierungsbedingungen findet sich bei RAMM & TOPF (2010).

Für eine Nutzung von OSM-Daten im wissenschaftlichen Bereich sind Qualitätskriterien einzuhalten, wobei der Begriff der Datenqualität vorab spezifiziert werden muss (ZIELSTRA & ZIPF, 2010, S. 20). 126 Geeignete Qualitätskriterien stellen insbesondere die Vollständigkeit, Topologie, Positionsgenauigkeit sowie temporäre 127 und thematische Genauigkeit dar (NEIS ET AL., 2012, S. 4). Für diese Arbeit sind insbesondere die Qualitätskriterien "Vollständigkeit" und "Topologie" von Interesse, welche im Folgenden näher erläutert werden.

Die Zahl der Veröffentlichungen ist aufgrund des erst seit 2004 laufenden Projektes bislang überschaubar. Die Datenqualität von OSM-Daten in Deutschland wurde v. a. durch die Abteilung für Geoinformatik/GIScience am Geografischen Institut der Universität Heidelberg analysiert.

Das Kartenmaterial von OSM ist sehr aktuell, da ca. 75% der Daten erst ab den Jahren 2010/11 in die Datenbank eingetragen wurden (NEIS ET AL., 2012, S. 17).

# Vollständigkeit und thematische Genauigkeit

Für das Qualitätskriterium "Vollständigkeit" ist der Begriff selbst näher zu definieren. Bezogen auf das Straßennetz ist beispielsweise zu fragen, ob nur Straßen des motorisierten Verkehrs oder auch Rad-, Fuß- und Wanderwege berücksichtigt werden. Da eine abschließende Definition nicht vorliegt, vergleichen empirische Studien den OSM-Datensatz mit proprietären Datensätzen von Anbietern kommerzieller Navigationsdienstleistungen. Neis et al. (2012) kommen zu dem Ergebnis, dass Hauptstraßen (motorway, highway), Nebenstraßen (secondary road, tertiary road) und Anliegerstraßen (residential road) in Deutschland vollständig in OSM integriert sind, da die Gesamtlänge des Straßennetzes in diesen Kategorien seit 2010 weitestgehend stagniert. Ein Wachstum ist weiterhin bei der Kategorie "Other roads" festzustellen, welche u. a. Fußwege beinhaltet. Neis et al. (2012) zeigen, dass mit Stand Juni 2011 bereits ein längeres Streckennetz in OSM verfügbar gewesen ist als bei dem proprietären Datenanbieter TomTom (Tab. 72). 128

Tabelle 72: Vergleich der Straßennetzlänge bei OpenStreetMap und TomTom

Straßennetz (Stand: 2011)	${\bf Tom Tom Multinet}$	OSM	Differenz
Gesamtes Straßennetz Straßennetz (Autonavigation)	$1.283.000   \mathrm{km}$ $777.000   \mathrm{km}$	$1.630.000 \; \mathrm{km}$ $705.000 \; \mathrm{km}$	$+27\% \ { m OSM} \ +9\%$
Straßennetz (Fußgänger)	1.185.000  km	1.552.000  km	$\begin{array}{c} {\rm TomTom} \\ +31\%  {\rm OSM} \end{array}$

Eigene Darstellung. Quelle: Neis et al. (2012).

Die Ergebnisse zeigen, dass insbesondere beim Straßennetz für Fußgänger OSM proprietären Kartendiensten überlegen ist. Dieser Befund wird durch einen weiteren Vergleich mit TeleAtlas-Daten bestätigt (ZIELSTRA & HOCHMAIR, 2011, S. 148). Die Vollständigkeit des Straßennetzes ist in urbanen Räumen aufgrund der höheren Dichte an freiwilligen Helfern besser als in ländlichen Gebieten (ZIELSTRA & ZIPF, 2010, S. 25). Größere Lücken könnten vor allem in ländlichen Räumen mit einer geringen Anzahl an freiwilligen Helfern bestehen bleiben. 129

# Topologie

Die Topologie der Daten ist weitestgehend korrekt und die Anzahl der Fehler ist rückläufig (NEIS ET AL., 2012). Das Straßennetz ist grundsätzlich für Netzwerkanalysen (Routing) geeignet. Weiterhin bestehende Probleme wie die Nichtkennzeichnung einer

Im Zeitraum 06.06.2011 bis 05.05.2014 stieg die Zahl der Knoten (nodes) von etwa 1,1 Mrd. auf nunmehr 2,3 Mrd. und die Zahl der Wege (ways) von 95 Mio. auf 230 Mio. (OpenStreetMap, 2014). Auch wenn sich diese Zahlen auf das weltweite OSM-Projekt beziehen, ist anzunehmen, dass die Datenqualität der OSM-Daten in Deutschland ebenfalls verbessert werden konnte.

Strunck (2010) untersucht in seiner Diplomarbeit die thematische Genauigkeit von OSM und zeigt, dass im Jahr 2009 OSM mit 570.000 POI's (Points of Interests), z.B. Supermarkt, bereits doppelt so viele POI's wie TeleAtlas (TA) aufweist. Auf Basis einer Trendfortschreibung berechnet Strunck, dass spätestens Ende 2010 OSM in allen Regionen gegenüber TA im Vorteil ist. Für die flächendeckende Umsetzung des Nahmobilitätsindikators könnte daher zukünftig auf die POI's von OSM zurückgegriffen werden.

Einbahnstraße sind im Rahmen von Erreichbarkeitsanalysen für Fußgänger vernachlässigbar.

# Relevanz der OSM-Daten für fußgängerbezogene Analysen

Bei Erreichbarkeitsanalysen für Fußgänger sind die OSM-Daten proprietären Daten überlegen (Neis et al., 2012). Zielstra & Hochmair (2011) folgern, dass sich durch die Integration von Fußgängerwegen (pedestrian-only) bei der Wegeführung das Einzugsgebiet für Fußgänger annähernd verdoppelt. In einer weiteren Studie generieren Zielstra & Hochmair (2012) für jeweils zwei amerikanische und deutsche Städte je 1.000 Zufallswege. Auf Basis des OSM-Straßennetzes beträgt die durchschnittliche Wegelänge in München 893 m (TomTom: 971 m) und in Berlin 899 m (TomTom: 1.013 m). Die durchschnittliche Wegelänge ist bei der Verwendung von OSM-Daten im Vergleich zu proprietären Daten kürzer. Daraus lässt sich für einen Nahmobilitätsindikator die Anforderung ableiten, dass Fußgängerwege zwingend in das Straßennetz zu integrieren sind. Empirische Studien haben damit zum Ergebnis, dass OSM eine gültige und zuverlässige Datenquelle darstellt (Abb. 73). Die Daten können als plausibel angesehen werden und sind für Erreichbarkeitsanalysen für Fußgänger sehr gut geeignet.

Tabelle 73: Datenmanagement bei OSM-Daten

Prüfphase	geprüft	geprüft durch	
Prüfphase 1			
Vollständigkeit	$\checkmark$	Auswertung von empirischen	
		Vergleichsstudien	
Fehlende Werte	$\checkmark$	Auswertung von empirischen	
		Vergleichsstudien	
Doppelte Werte	$\checkmark$	Auswertung von empirischen	
		Vergleichsstudien	
Einheitlichkeit	$\checkmark$	erfüllt durch standardisierte Eingabeeditoren	
Prüfphase 2			
Univariate Ausreißer	nicht vorhanden		
Normalitätstest	nicht vorhanden		
Prüfphase 3			
Plausibilität	$\checkmark$	Auswertung von empirischen	
		Vergleichsstudien	
Prüfphase 4			
Multivariate	nicht vorhanden		
Ausreißer			

Eigene Darstellung

# A.4. Datenqualität der Angebotsdaten

## Phase 1: Prüfen auf externale formale Korrektheit

# Vollständigkeit

ImmobilienScout24 stellt als Rohdatensatz alle 71.410 Immobilienangebote zur Verfügung, die im Zeitraum 01.07.2008 bis zum 30.06.2010 in den Städten Frankfurt, Köln und Wiesbaden auf der Online-Immobilienplattform www.immobilienscout24.de zum Verkauf angeboten wurden. Der Datensatz enthält vollständig alle Variablen, die bei der Erstellung eines Angebotes abgespeichert werden. Fehlende Variablen sind nicht bekannt.

#### Einheitlichkeit

Die Dateneingabe der Immobilienanbieter weist keine einheitliche Schreibweise auf (z. B. Str., Straße, Strasse) und wird gemeinsam mit falschen Schreibweisen (z. B. Frankfurt) vereinheitlicht. 309 Fälle mit unplausiblen Straßennamen (z. B. "schöne Lage", "Neubaugebiet") sowie 75 Fälle mit Standorten außerhalb der Untersuchungsstädte (z. B. "Frankfurt-Offenbach") werden aus dem Datensatz entfernt. Bei 62.389 Fällen ist anschließend der Straßenname bekannt und bei weiteren 6.637 Fällen fehlte dieser.

## Identifikation und Entfernung von Dubletten

#### Vorgehen bei vorhandenen Straßennamen

Doppelte Werte sind Fälle, bei denen die komplette Zeile oder mehrere Variablen identische Werte aufweisen. Bei den zur Verfügung gestellten Rohdaten ergeben sich Dubletten, wenn Angebote zu einem Zeitpunkt mehrfach oder zu unterschiedlichen Zeitpunkten zum Verkauf angeboten werden und damit unterschiedliche Objektidentifikationsnummern (OBID) aufweisen. Ziel der Datenbereinigung ist die Identifikation und Entfernung von Dubletten.

- Im ersten Schritt werden 28.459 Fälle mit identischen Werten in den Variablen PLZ, ORT, STRASSE, HAUSNUMMER VON, HAUSNUMMER BIS, BAUJAHR, WOHNFLAECHE und KAUFPREIS entfernt. Der Fall mit dem spätesten Einstellungsdatum wird im Datensatz belassen.
- Im zweiten Schritt werden 592 Fälle mit identischen Werten in den Variablen PLZ, ORT, STRASSE, BAUJAHR, WOHNFLAECHE und KAUFPREIS entfernt. Der Fall mit dem spätesten Einstellungsdatum wird im Datensatz belassen.
- Im dritten Schritt werden 5.206 Fälle mit identischen Werten in den Variablen ORT, STRASSE, HAUSNUMMER VON, HAUSNUMMER BIS, WOHNFLAE-CHE, BAUJAHR entfernt. Der Fall mit dem spätesten Einstellungsdatum wird im Datensatz belassen.
- Im vierten Schritt werden die verbliebenen Fälle manuell untersucht. Hierdurch ist es möglich, minimale Unterschiede in den Angaben zu identifizieren und anschließend doppelte Fälle zu entfernen. Beispiele hierfür sind Zahlendreher (72,45 vs.

72,54), fehlerhafte Schreibweisen von Straßennamen (z. B. Hans-Bredo-Straße vs. Hans-Bredow-Straße) oder Fälle, bei denen nur eine Variable einen fehlenden Wert aufweist, alle anderen Variablenwerte aber übereinstimmen. Diese "Fehler" weisen darauf hin, dass sich die Angaben mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit auf die gleiche Immobilie beziehen. Nach Schendera (2007, S. 18) sollte das manuelle Entfernen von Daten unterbleiben, da der Ausschluss nicht syntaxgesteuert ist. Dieser Kritik ist Rechnung zu tragen. Es wird daher eine sehr restriktive Vorgehensweise gewählt, indem nur Fälle entfernt wurden, wenn diese in mind. sieben Kontrollvariablen (z. B. GRUNDFLAECHE, BAUJAHR, BALKON, EINBAUKUECHE) übereinstimmende Angaben aufweisen. Trotz dieser sehr restriktiven Vorgehensweise werden weitere 6.750 Fälle als Dubletten identifiziert. Der Fall mit dem spätesten Einstellungsdatum wird im Datensatz belassen.

Insgesamt werden 41.007 (66%) Dubletten aus dem Datensatz entfernt. Nach Gesprächen mit Experten der Immobilienmarktforschung ist dieser hohe Anteil an Dubletten nicht ungewöhnlich, weshalb der Entfernung von Dubletten eine hohe Bedeutung beim Arbeiten mit Angebotsrohdaten beigemessen werden sollte. <sup>130</sup>

# Vorgehen bei fehlenden Straßennamen

Das Identifizieren und Entfernen von Dubletten bei fehlendem Straßennamen ist schwieriger und wurde ausschließlich manuell durchgeführt. Dubletten werden anhand übereinstimmender Angaben der Variablen ORT, PLZ, GRUNDFLAECHE, KAUFPREIS, WOHNFLAECHE, ETAGE, BALKON, EINBAUKUECHE, OBJEKTZUSTAND entfernt. Aufgrund der fehlenden Variable STRASSE werden nur 2.525 (38%) der 6.637 Fälle eindeutig als Dubletten identifiziert. Der Fall mit dem spätesten Einstellungsdatum wird im Datensatz belassen.

## Fehlende Werte

Die verbleibenden 27.465 Fälle werden im nächsten Schritt auf das (un-)systematische Fehlen von Werten bei einzelnen Variablen untersucht. Der Rohdatensatz von IS24 enthält aufgrund der Eingabesystematik von sechs Pflichtfeldern und 35 weiteren freiwilligen Eingabefeldern fehlende Werte ("Item non-response, INR). Pflichteingaben sind die Variablen PLZ, ORT, KAUFPREIS, WOHNFLAECHE, GRUNDFLAECHE und ZIMMER, optionale Angaben umfassen beispielsweise den Haustyp und insbesondere den Straßenamen. Ein fehlender Straßenname ist bei kleinräumigen Analysen kritisch zu beurteilen, da notwendige Adressinformationen nicht zur Verfügung stehen (RATSWD, 2009). Das systematische Fehlen beeinträchtigt die Parameterschätzung der ökonometrischen Analyse und wird durch entsprechende Maßnahmen behoben. Hierfür wird der sog. MCAR-Test (missing completely at random) nach Little durchgeführt (TABACHNICK & FIDELL, 2009, S. 62).

#### Fehlende Werte im Datensatz "Wohnungen"

Beim Immobilientyp "Wohnungen" treten fehlende Werte insbesondere in den Variablen STRASSE (11%), BAUJAHR (14%) und BALKON (18%) auf. Bei der Variablen

IS24 stellt in der Regel Anwendern bereits um Dubletten bereinigte Daten zur Verfügung. Auf eigenen Wunsch wurden für diese Arbeit Rohdaten zur Verfügung gestellt.

MODERNISIERUNG weisen 81% der Fälle fehlende Werte auf, wobei hier eine Besonderheit zu beachten ist, die bei der Imputation dieser Variablen näher beschrieben ist. Die Musteranalyse von fehlenden Werten zeigt, dass bei insgesamt 11.246 (63%) der Fälle alle Variablen vollständig vorliegen. Bei 2.445 (14%) Fällen fehlt ein Wert bei BALKON, bei 1.563 (9%) Fällen fehlt das BAUJAHR und bei weiteren 1.449 (8%) Fällen die STRASSE. Der MCAR-Test zeigt, dass Fälle mit einem fehlenden Wert bei STRASSE eine überdurchschnittlich große Wohnfläche und ein überdurchschnittliches Angebotspreisniveau haben sowie häufiger über einen Balkon verfügen. Fälle mit fehlenden Werten bei BAUJAHR haben eine unterdurchschnittliche Wohnfläche und ein unterdurchschnittliches Angebotspreisniveau und verfügen überproportional häufig über einen Balkon. Fälle mit fehlenden Werten bei BALKON haben eine unterdurchschnittliche Wohnfläche und unterdurchschnittliches Angebotspreisniveau und sind älteren Baujahrs. Der MCAR-Test bestätigt, dass das Fehlen von Werten nicht völlig zufällig ist. Ziel der Imputation fehlender Werte ist daher, diese durch geeignete Werte zu ersetzen.

#### Fehlende Werte im Datensatz "Häuser"

Beim Immobilientyp "Häuser" fehlen Werte insbesondere in den Variablen STRASSE (22%), BAUJAHR (18%) und GRUNDFLAECHE (2%). Bei der Variablen MODER-NISIERUNG weisen 86% der Fälle fehlende Werte auf, wobei hier eine Besonderheit zu beachten ist, die bei der Imputation dieser Variablen näher beschrieben ist. Die Musteranalyse von fehlenden Werten zeigt, dass bei insgesamt 6.237 (64%) der Fälle alle Variablen vollständig vorliegen. Daneben sind noch die Fälle zu unterscheiden, bei denen nur in einer oder mehreren Variablen Werte fehlen. Bei 171 (2%) Fällen fehlt ein Wert bei GRUNDFLÄCHE, bei 1.154 (12%) Fällen fehlt das BAUJAHR und bei weiteren 1.594 (16%) Fällen die STRASSE. Bei weiteren 499 Fällen (5%) fehlen beide Werte in den Variablen STRASSE und BAUJAHR. Die Analyse zeigt, dass Fälle mit fehlenden Werten bei der Variablen STRASSE jünger und ein überdurchschnittliches Angebotspreisniveau haben. Fälle mit fehlenden Werten bei BAUJAHR und GRUNDFLAECHE unterscheiden sich nicht signifikant von anderen Fällen. Der MCAR-Test nach Little bestätigt, dass das Fehlen von Werten nicht völlig zufällig ist. Ziel der folgenden Überlegungen ist daher, die fehlenden Werte durch geeignete Werte zu imputieren.

#### Methodisches Vorgehen bei der Imputation von fehlenden Werten

Für nicht völlig zufällig fehlende Werte bietet sich grundsätzlich das Löschen der Fälle bzw. die Imputation fehlender Werte an (Schendera, 2007, S. 132ff.). Das Löschen von Fällen kann zu verzerrten Ergebnissen der Regressionsanalyse führen und ist daher zu vermeiden, weshalb die Imputation von Werten gewählt werden sollte. Es ist zu empfehlen, dass die spätere Analyse nur mit vollständigen Fällen durchgeführt wird. Für eine Robustheitsanalyse sollten später die Ergebnisse nur mit Fällen mit vollständigen Werten, d. h. nach Ausschluss von Fällen mit imputierten Werten, überprüft werden. Sind hierbei größere Abweichungen feststellbar, sind diese Unterschiede zu erklären. <sup>131</sup> Im Folgenden wird das Vorgehen bei der Imputation von fehlenden Werten erläutert.

Dieser wichtige Aspekt wird im Rahmen der Arbeit nicht weiter diskutiert. Die ökonometrische Analyse eines SDM-Modells (SDM\_WK\_15) wurde ohne imputierte Werte durchgeführt und führte zu vergleichbaren Ergebnissen wie das Modell mit imputierten Werten. Die Ergebnisse der in Abschnitt 4.5 beschriebenen SDM-Modelle erscheinen daher im Hinblick auf fehlende Werte robust.

#### Imputation der Variablen STRASSE

Insgesamt weisen 2.014 Wohnungen und 2.099 Häuser eine fehlende Angabe bei der Variablen STRASSE auf. Bei der Imputation des Merkmals STRASSE wird der Umstand genutzt, dass die Postleitzahl eine Pflichteingabe bei IS24 ist. Zuerst werden die Fälle mit fehlender Straße je Postleitzahl summiert, sodass für jeden Postleitzahlenbezirk die Anzahl fehlender Fälle bekannt ist. Anschließend werden die Siedlungsflächen der Untersuchungsräume mit einem PLZ-Layer verschnitten, der von IS24 zur Verfügung gestellt wurde. Für jeden fehlenden Wert wird innerhalb des Postleitzahlenbezirks ein georeferenzierter Punkt zufällig erstellt. Im Ergebnis können 4.034 der 4.113 Fälle mit fehlender Straßenangabe ein georeferenzierter x- und y-Wert zugewiesen werden. Die Postleitzahlenbereiche der übrigen 79 Fälle (Häuser: 58, Wohnungen: 21) befinden sich außerhalb der Untersuchungsstädte bzw. sind Postfächern zugeordnet. Fälle mit einem fehlenden Wert bei STRASSE weisen nach der Imputation von Geokoordinaten im Vergleich zu Fällen mit vorhandenen Angaben zur Adresse einen um durchschnittlich sechs (Häuser) bis neun (Wohnungen) Punkte niedrigeren Nahmobilitätswert auf. Diese Abweichung erscheint plausibel, da sich Fälle ohne Adressangabe überproportional häufig in den Neubaugebieten in suburbanen Räumen befinden. 132 Alltagsrelevante Aktivitätsziele sind in diesen Gebieten noch nicht vorhanden bzw. befinden sich noch im Bau und führen daher zu einem niedrigen Nahmobilitätswert. Im Kölner Stadtteil Widdersdorf wird beispielsweise bei 95 von 295 Immobilienangeboten keine Straße angeben. Bei dieser Kombination – neue Baugebiete und Fälle ohne Adressangabe – liegt die Vermutung nahe, dass diese Fälle häufig Bauträgerangebote ("Lockangebote") sind. Die Identifikation von Bauträgerangeboten ist auf Basis der zur Verfügung gestellten Daten nicht möglich. Dies stellt eine Restriktion der Arbeit dar. Im Vergleich zu Fällen mit bekannten Adressangaben weisen Fälle mit imputierten Geokoordinaten auch innerhalb des gleichen PLZ-Gebietes niedrigere Nahmobilitätswerte auf. Ein Grund kann sein, dass in den ausgewiesenen Siedlungsflächen auch für das Wohnen nicht geeignete Flächen wie kleine Parkanlagen oder Gewerbegebiete sind. Dies stellt eine Restriktion der Arbeit dar.

#### Imputation der Variablen HAUSNUMMER

Die Variable Hausnummer wird für die Georeferenzierung des Falls benötigt. Hierbei sind die Gruppen

- "Hausnummer bekannt",
- "Straßenabschnitt bekannt" und
- "Hausnummer fehlt"

zu unterscheiden. Ist die Hausnummer bekannt, so wird diese übernommen. Bei einem 20 Hausnummern umfassenden Straßenabschnitt (z. B. 20–41) wird eine Zufallszahl innerhalb des Straßenabschnittes generiert (z. B. 37). Ist weder die Hausnummer noch der Straßenabschnitt bekannt, so wird eine Zufallszahl zwischen 1 bis 30 zugewiesen. Dies stellt insbesondere bei Straßen mit sehr hohen Hausnummern eine Restriktion dar.

Ein Beispiel ist das 130 ha große Neubaugebiet Widdersdorf-Süd in Köln (Quelle: http://www.prima-colonia.de/infocenter/fakten/).

#### Imputation der Variablen BAUJAHR

Die Imputation der Variablen BAUJAHR beruht auf der Annahme, dass das Wachstum von Städten meist im Rahmen von geplanten Stadterweiterungen erfolgte, sodass räumlich nahe Immobilien mit einer hohen Wahrscheinlichkeit der gleichen Baualtersklasse zugeordnet werden können (vgl. Böhme et al. (2011, S. 442), Heineberg (2001, S. 101ff.) und Kurzrock (2011, S. 722ff.)). Dabei gilt, je kleinräumiger Gebiete mit ähnlichen Baujahren festgelegt werden können, desto höher ist die Genauigkeit bei der Bestimmung der Baualtersklassen. In einem ersten Schritt werden alle Fälle mit bekanntem Baujahr, bekannter Straße und Hausnummer selektiert und als Datensatz in ein Geografisches Informationssystem (ArcGIS) eingelesen. Bei ArcGIS wird mithilfe dieser Daten durch die Interpolationsmethode IDW (Power: 2; Zellgröße 75 m; Radius: 8 Punkte) ein Baujahr-Layer für die Untersuchungsstädte erstellt. Anschließend wird den georeferenzierten Fällen mit fehlendem Wert bei der Variablen BAUJAHR der Wert des Baujahr-Layers zugewiesen.

Um die Zuverlässigkeit dieser methodischen Vorgehensweise zu prüfen, wird nach dem zuvor beschriebenen Verfahren ein Baujahr-Layer für Köln erstellt. Anschließend wird überprüft, inwiefern die Angaben des Baujahr-Layer mit den Baualtersklasen von Fällen mit bekanntem Baujahr übereinstimmen (Abb. 43). Der Pretest dieser Imputationsmethode hat in Köln zum Ergebnis, dass im Durchschnitt 50% der Wohnungen der richtigen Baualtersklasse und 27% einer angrenzenden Baualtersklasse zugeordnet werden. <sup>133</sup> Insbesondere bei vor 1983 erbauten Immobilien kann die Baualtersklasse mit einer hohen Wahrscheinlichkeit richtig zugeordnet werden. Schwächen weist diese Methode bei neuen Immobilien ab dem Baujahr 2002 auf. Die grafische Analyse führt zur Annahme, dass insbesondere nach dem Jahr 2000 erbaute Immobilien nicht mehr räumlich konzentriert auftreten, sondern aufgrund von Nachverdichtungsmaßnahmen dispers über den Stadtraum verteilt sind. Dies stellt eine Restriktion dar und ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu beachten.

Abbildung 43: Zuverlässigkeit der gewählten Imputationsmethode bei der Variablen Baujahr

			Geschätzte Baualtersklasse nach Baualters-Layer							Richtige	Angrenzende			
		bis 1918	1919- 48	1949- 57	1958- 68	1969- 78	1979- 83	1984- 1994	1995- 2001	2002- 06	ab 2007	Zuordnung der Baualtersklasse	Baualtersklasse	Gesamt
se	bis 1918	203	187	27	36	24	11	4	9	1	2	40%	37%	77%
Baualtersklasse	1919-48	8	264	28	19	15	5	6			1	71%	10%	82%
ersk	1949-57	2	58	197	132	44	6	10	4	7		43%	41%	84%
alte	1958-68	7	56	88	622	183	33	33	15	5	2	60%	26%	86%
Bau	1969-78		17	28	158	897	67	58	14	7		72%	18%	90%
	1979-83	2	11	9	21	91	149	47	16			43%	40%	83%
licl	1984-94	3	28	11	58	98	150	379	31	9	3	49%	24%	73%
äck	1995-2001	2	17	12	46	52	44	232	248	21	3	37%	37%	74%
Tatsächliche	2002-06	3	4	1	20	22	19	33	91	70	5	26%	36%	62%
	ab 2007	11	23	4	36	35	44	120	185	239	276	28%	25%	53%

Eigene Darstellung.

Neben dem beschriebenen Pretest wurden zwei weitere Pretests für Häuser in Köln sowie für Wohnungen in Wiesbaden mit einem vergleichbaren Ergebnis durchgeführt. Auf eine Beschreibung wird daher verzichtet.

#### Imputation der Variablen BALKON (nur Wohnungen)

Die Variable BALKON ist eine optionale Angabe bei IS24. Wohnungen mit einer vorhandenen Angabe zu dieser Variablen verfügen zu 94% über einen Balkon. Weiter korreliert das Vorhandensein eines Balkons positiv mit dem Baujahr, während fehlende Werte negativ mit dem Baujahr korrelieren. Unter Berücksichtigung von fehlenden Werten ergibt sich das in Tabelle 74 dargestellte Muster. Empirischen Erhebungen zufolge haben etwa 80% der Wohnungen in Deutschland keinen Balkon (Effenberger, 2010). Dies führt zu der Annahme, dass ein fehlender Wert dahin gehend interpretiert werden kann, dass tatsächlich kein Balkon vorhanden ist.

Tabelle 74: Fehlende Werte bei der Variable BALKON in Abhängigkeit des Baujahrs

	Vor	1919-	1949-	1972-	1981-	Nach	Cagarat
	1919	1948	1971	1980	1990	1990	Gesamt
BALKON "Ja"	64,8%	61,0%	71,9%	80,9%	78,4%	86,7%	77,5%
BALKON "Nein"	$9,\!2\%$	$13,\!3\%$	$6,\!3\%$	$4,\!5\%$	$4{,}6\%$	$2,\!4\%$	$5,\!2\%$
Item	26.0%	25.7%	21.8%	14,6%	17,0%	11.0%	17.3%
non-response	20,070	29,170	21,070	14,070	11,070	11,070	17,570

N = 15.345 (Balkon "Ja" (n = 11.900), Balkon "Nein" (n = 795), Item non-response (n = 2.650)). Fälle mit fehlendem Baujahr sind bei dieser Untersuchung ausgeschlossen. Eigene Berechnung. Quelle: ImmobilienScout24.

Die Sekundärauswertung von empirischen Primärdaten der Studien "LebensRäume" (BÖLTKEN ET AL., 2007) und "Lebensstile, Wohnbedürfnisse und Mobilitätsbereitschaft" (BÖLTKEN ET AL., 2000) zeigen in einer synoptischen Darstellung ein ähnliches Muster (Tab. 75). Die Ergebnisse der drei Studien korrelieren hinsichtlich des Vorhandenseins eines Balkons signifikant (r > 0.97; p < 0.001). Der Anteil von Wohnungen mit einem Balkon ist bei dem Sample von IS24 bei älteren Gebäuden etwas höher und bei neueren Gebäuden etwas niedriger. Insgesamt erscheint die Annahme durch den Vergleich mit weiteren empirischen Studien schlüssig, fehlende Werte als fehlende Balkone zu interpretieren. Ergänzend werden in einem dritten Schritt 25 zufällig ausgewählte Immobilienangebote mit einem fehlenden Wert bei der Variablen Balkon per Luftbildanalyse (www.bing.com/maps) untersucht. Bei 15 Immobilien kann das Vorhandensein eines Balkons ausgeschlossen werden, bei zwei Immobilien ist eine Analyse aufgrund der schlechten Luftbildqualität nicht möglich gewesen. Bei drei Immobilien sind nur in einzelnen Geschossen Balkone vorhanden, sodass eine eindeutige Zuordnung nicht möglich ist und bei fünf Immobilien ist vom Vorhandensein eines Balkons auszugehen. Die Annahme, fehlende Werte als fehlenden Balkon zu interpretieren, wird durch die Luftbildanalyse in den meisten Fällen bestätigt. Die Ungenauigkeit bei den übrigen Fällen stellt eine Restriktion dieser Arbeit dar.

Bei dieser Darstellung werden andere Baualtersklassen als in dieser Arbeit üblich verwendet, da in Tabelle 75 keine andere Klassenbildung möglich gewesen ist.

Dataravalla	Vor	1919-	1949-	1972-	1981-	Nach	
Datenquelle	1919	1948	1971	1980	1990	1990	Gesamı
ImmobilienScout24	$64,\!8\%$	61,0%	71,9%	80,9%	$78,\!4\%$	86,7%	73,9%
Studie:	43.0%	46.7%	67.7%	82.5%	83.8%	92.0%	69.9%
Lebensräume	40,070	40,770	01,170	02,070	03,070	92,070	09,970
Studie: Lebensstile	$41{,}2\%$	$38,\!4\%$	$59,\!7\%$	$74,\!8\%$	$80,\!2\%$	$90{,}5\%$	$63{,}7\%$

Tabelle 75: Anteil der Wohnungen mit Balkon in Abhängigkeit der Baualtersklasse

Eigene Berechnung. Datenquellen: 1) ImmobilienScout24: Wohnungen, N =  $15.345 \mid 2$ ) LebensRäume: Befragung = 2007, Haustyp: Haus 3-4 Whg., Haus 5-8 Whg., Haus 9 und mehr Whg., N = 11.530 (BÖLTKEN ET AL., 2007) | 3) Lebensstile Wohnbedürfnisse und Mobilitätsbereitschaft: Haustyp: Haus 3-4 Whg., Haus 5-8 Whg., Haus 9+ Whg. (max. 8 Etagen), N = 1.557 (BÖLTKEN ET AL., 2000).

#### Imputation der Variablen MODERNISIERUNG

Bei der Variablen MODERNISIERUNG ist eine Angabe zur letzten Modernisierung bei 3.383 der 17.774 Wohnungen und bei 1.306 der 9.721 Häuser vorhanden. Die hohe Anzahl an fehlenden Angaben wird auf die Eingabemaske bei IS24 zurückgeführt, da die Angabe zum Sanierungs-/Modernisierungsjahr mit dem Hinweis "Lassen Sie das Feld frei, wenn keine Sanierung/Modernisierung stattfand" versehen ist. Fehlende Angaben werden daher als eine unterlassene Sanierung/Modernisierung interpretiert. Die folgenden Ausführungen beschränken sich auf Modernisierungen/Sanierungen ab dem Jahr 2000, da weiter zurückliegende Modernisierungen für einen Immobilienkäufer im Zeitraum 2008 bis 2010 nur eine untergeordnete Bedeutung haben dürften. Im Zeitraum 2000 bis 2010 wurden bei 2.926 Wohnungen und 951 Häusern Modernisierungs-/Sanierungsmaßnahmen durchgeführt, was einer jährlichen Sanierungsrate von 1,5% bei Wohnungen bzw. 1,0% bei Häusern entspricht. Da keine verbindliche Definition vorhanden ist, welche Maßnahmen unter Sanierungs- bzw. Modernisierungsmaßnahmen subsummiert werden können, variiert die jährliche Sanierungs- und Modernisierungsrate in wissenschaftlichen Studien zwischen 1% bis 3%, wobei Selbstnutzer eine höhere Rate aufweisen als Vermieter (vgl. Bremer Energie Institut & IWU (2010), Böltken ET AL. (2007)). Die berechnete Sanierungs- und Modernisierungsrate erscheint daher plausibel. Die Variable MODERNISIERUNG zeigt damit Modernisierungen ab dem Jahr 2000 an und lässt generell auf einen modernisierten Zustand einer Immobilie schließen. Damit die Variable inhaltlich korrekt interpretiert werden kann, werden ebenfalls alle Immobilien ab dem Baujahr 2000 als modernisiert bezeichnet, weshalb die Variable als MODERNISIERT BAUJAHR 2000 bezeichnet wird.

#### Imputation der Variablen AUSSTATTUNGSQUALITAET

Bei den Wohnungen sind in 61% der Fälle keine Angaben (fehlende Werte oder "Keine Angabe") zur Ausstattungsqualität vorhanden. Bei vorhandenen Angaben wird die Ausstattungsqualität zu 9% als "Luxus", bei 53% als "Gehoben", bei 35% als "Normal" und bei 3% als "Einfach" beschrieben. Dies zeigt, dass sich die Angaben bei vorhan-

Da in den Studien die Baualtersklassen unterschiedlich stark besetzt sind, würde ein Durchschnittswert den Vergleich verzerren. Der Gesamtwert ergibt sich dadurch, dass bei der Berechnung alle Baualtersklassen gleich gewichtet werden.

denen Informationen zu 62% ("Luxus", "Gehoben") auf eine Ausstattungsqualität beziehen, die im allgemeinen Sprachgebrauch mit einer hohen Qualität und damit einem höheren Preis in Verbindung gebracht wird. Bei den übrigen 38% wird auf eine durchschnittliche Qualität und ein "normales" Preisniveau verwiesen. Bei Häusern ergibt sich eine vergleichbare Verteilung. Die deskriptive Statistik zeigt weiter, dass Fälle mit der Ausstattungsqualität "Luxus" oder "Gehoben" ein überdurchschnittliches Preisniveau aufweisen, während die Ausstattungsqualität "Normal" und "Einfach" nicht signifikant vom durchschnittlichen Angebotspreisniveau abweicht. Die Wörter "Luxus" und "Gehoben" werden damit als Signal des Verkäufers an den Käufern gewertet, dass er sich auf eine hohe Ausstattungsqualität bezieht. 136

#### Imputation der Variablen RAUMTYP (Stadtviertelebene)

25 Fälle befinden sich in einem Neubaugebiet in Köln-Brück, für das bislang keine statistischen Daten vorliegen, um den Raumtyp auf Stadtviertelebene bestimmen zu können. Daher wird der auf Stadtteilebene ermittelte Sozialraumtyp UN SN übernommen.

#### Imputation der Variablen GRUNDFLAECHE (nur Häuser)

Bei 237 Häusern fehlt ein Wert in der Variablen GRUNDFLAECHE, bei 124 weiteren Fällen ist ein unplausibler Wert von weniger als 40 qm Grundfläche eingetragen. Diese Fälle unterscheiden sich nicht systematisch von anderen Fällen, weshalb die Imputation von Werten eine geeignete Lösungen darstellt. Hierbei wird von den Fällen mit einer vorhandenen Angabe der Grundstücksfläche der Mittelwert vom 1%- bis zum 99%-Perzentil berechnet, um den Einfluss von Ausreißern zu reduzieren. Der berechnete Mittelwert von 460 qm wird bei 361 Fällen eingesetzt. Durch die Imputation erhöht sich die durchschnittliche Grundfläche von 518 qm auf 522 qm.

# Übersicht der angewandten Imputationsmethoden bei den Angebotsdaten von IS24

Die zuvor beschriebenen Imputationsmethoden sind in Tabelle 76 dargestellt. Nach der Imputation der Werte werden die georeferenzierten Daten mit den Gebietslayern der Untersuchungsstädte zusammengeführt, um die Fälle einzelnen Stadtteilen und Gebietstypen zuzuordnen. Hierbei zeigte sich, dass weitere 132 Fälle nicht dem Untersuchungsgebiet, sondern angrenzenden Gebietskörperschaften zuzuordnen sind, da der angegebene Straßenname in der angegebenen Untersuchungsstadt nicht existierte. Bei der Zuordnung zu den kleinräumigen Kölner Stadtvierteln liegen 176 Fälle wenige Meter außerhalb der Siedlungsfläche und werden daher dem nächstgelegenen Stadtviertel zugeordnet. Für die zweite Prüfphase stehen damit 27.254 Fälle, davon 17.690 Wohnungen und 9.564 Häuser, zur Verfügung.

Diese Annahme wird durch die Studie von Levitt & Syverson (2008, S. 606) gestützt. Sie weisen nach, dass Wörter, die auf eine gehobene Ausstattung hinweisen (z. B. Granit, Ahornholz), höhere Kaufpreise zur Folge haben.

Diese Fälle weisen die PLZ und den Namen der Untersuchungsstadt auf, haben aber einen sehr ungewöhnlichen Straßennamen, der nur in einer angrenzenden Kommune zu finden ist.

Tabelle 76: Darstellung der gewählten Imputationmethoden bei fehlenden Werten

	Wohnungen	Häuser	
der vor	17.744	9.721	
Imputation	A 11.1	1	- C "114 I 44" 41 1
fehlende Werte		er von der	Gewählte Imputationmethode
in den Variablen	_	betroffenen ille	
variabien	Г 8	Lite	
STRASSE	2.014	2.099	Fehlende Werte werden auf Basis
imputiert Keine Imputation möglich	1.993 21	2.041 58	der PLZ zufällig innerhalb der Siedlungsgebiete verteilt. 79 Fällen werden aus der weiteren Analyse ausgeschlossen, da PLZ außerhalb der Untersuchungsräume liegt oder Postfächern zugeordnet ist.
			<u> </u>
BAUJAHR	2.429	1.719	Fehlende Werte werden auf Basis eines erstellten Baujahr-Layers ergänzt.
BALKON	3.227	_	Fehlende Werte werden als "Kein Balkon" codiert.
MODERNISIERUN	G14.391	8.415	Fehlende Werte sowie Modernisierungen vor dem Jahr 2000 werden als "Keine Modernisierung" codiert.
GRUNDFLAECHE	_	361	Mittelwert vom 1%- bis zum 99%-Perzentil von vorhandenen Werten einsetzen (460 qm)
HAUSNUMMER (Straßenab- schnitt bekannt)	9.080	4.433	Zufallszahl innerhalb des angegebenen Straßenabschnitts; ein Straßenabschnitt umfasst 20 Hausnummern
HAUSNUMMER (Straßenab- schnitt	2.524	1.633	Zufallszahl zwischen 1 bis 30
unbekannt) GEBIETSTYP (auf Stadtvierte- lebene)	_	25	Gebietstyp der übergeordneten Raumeinheit wird übernommen
Anzahl der Fälle nach der Imputation	17.723	9.663	
Anzahl der Fälle außerhalb Unter- suchungsgebiet	33	99	
Ergebnis	17.690	9.564	

Eigene Darstellung.

#### Phase 2: Prüfen auf interne formale Korrektheit

#### Haustyp

Der Haustyp Mehrfamilienhaus (MFH) mit 956 Fällen wird aus der Gruppe Häuser entfernt, da diese sich hinsichtlich der Bautypologie und als Renditeobjekte von den vorwiegend selbstgenutzten Häusern EFH, RH, DH, VILLA und SONSTIGE HAEU-SER unterscheiden. Ebenfalls weisen MFH eine überdurchschnittlich große Wohnfläche und Grundfläche auf, die zwar plausibel erscheinen, aber die deskriptiven Ergebnisse der übrigen Häuser sehr stark verzerren würden.

#### Normalitätstest (vor Ausschluss von Ausreißern)

Die Variablen APREIS<sup>138</sup>, APREIS\_QM, GRUNDFLAECHE und WOHNFLAECHE werden analog zur Empfehlung von Tabachnick & Fidell (2009, S. 79ff.) logarithmiert und weisen nach der Transformation eine Normalverteilung auf (Schiefe und Kurtosis < 2). Die grafische Analyse bestätigt den Befund einer Normalverteilung. Die neuen Variablen werden durch den Zusatz \_LOG gekennzeichnet.

#### Univariate Ausreißer

In den beiden Variablen APREIS LOG und APREIS QM LOG deuten z-Werte von ±3, 29 auf univariate Ausreißer hin (TABACHNICK & FIDELL, 2009, S. 73). Bei den Wohnungen werden 67 Objekte mit einem Quadratmeterpreis unter 551 Euro/qm oder über 7.551 Euro/qm als univariate Ausreißer identifiziert, deren Angebotspreise deutlich vom Mittelwert (2.252 Euro/qm) abweichen (Tab. 77). Es ist anzunehmen, dass ein sehr niedriger Angebotspreis auf unbeobachtete Defizite und ein sehr hoher auf außergewöhnliche Qualitäten hinweist, die nicht näher spezifiziert sind. Ebenfalls werden 40 Wohnungen mit einer Wohnfläche kleiner 18 qm und größer 366 qm als univariate Ausreißer identifiziert. Beide Ausreißergruppen mit insgesamt 106 Fällen sind atypisch für Wohnungen und werden aus dem Datensatz entfernt. Bei Häusern wird ebenfalls angenommen, dass Häuser mit einem Angebotspreis unter 50.000 Euro nicht näher spezifizierte Defizite aufweisen und bei einem Angebotspreis über 2,45 Mio. Euro dem Luxussegment zuzuordnen sind. Weitere univariate Ausreißer sind Häuser mit einer Grundfläche kleiner 45 qm und größer 3.300 qm sowie Häuser mit einer Wohnfläche kleiner 45 qm und größer 575 qm. Die drei identifizierten Ausreißergruppen mit insgesamt 156 Fällen sind atypisch für Häuser und werden aus dem Datensatz entfernt. Damit verbleiben im Datensatz 17.584 Wohnungen und 8.452 Häuser. Durch das Löschen der Fälle wird die Robustheit der ökonometrischen Analyse erhöht.

IS24 bezeichnet den Angebotspreis selbst als KAUFPREIS. Um zu betonen, dass die abhängige Variable tatsächlich ein Angebotspreis ist, wird diese Variable in APREIS umgenannt.

Tabelle 77: Univariate Ausreißeranalyse bei metrischen Variablen

Wohnungen $(N = 17.690)$	Min. z- Wert	Max. z- Wert	z- Wert <- 3,29	z- Wert >3,29	Beschreibung der Ausreißer
APREIS_QM _LOG	-6,11	8,44	48	19	Wohnungen mit einem Kaufpreis größer 7.551 Euro/qm oder kleiner 551 Euro/qm. Beide Fallgruppen werden gelöscht.
WOHN- FLAECHE _LOG	-4,48	5,05	9	31	Wohnungen mit einer Wohnfläche über 366 qm oder kleiner 18 qm. Beide Fallgruppen werden gelöscht.
Häuser (N = 8.608)	Min. z- Wert	Max. z- Wert	z- Wert <- 3,29	z- Wert >3,29	Beschreibung der Ausreißer
APREIS_LOG	-5,31	5,31	7	58	Häuser mit einem Kaufpreis unter 50.000 Euro oder über 2,45 Mio. Euro. Beide Fallgruppen werden gelöscht.
GRUND- FLAECHE _LOG	-3,41	6,84	2	31	Häuser mit einer Grundstücksfläche unter 45 qm oder über 3.300 qm. Beide Fallgruppen werden gelöscht.
WOHN- FLAECHE _LOG	-6,89	4,65	5	87	Häuser mit einer Wohnfläche unter 40 qm oder über 575 qm. Es werden beide Fallgruppen gelöscht.

Eigene Darstellung.

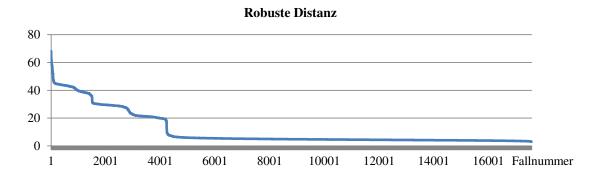
# Phase 3 und 4: Prüfen auf inhaltliche Plausibilität durch eine multivariate Ausreißeranalyse

Zur Identifizierung von globalen und lokalen multivariaten Ausreißern wird die ISOMRD-Methode von Cai et al. (2013) angewendet, die unter Punkt 2.5.4) beschrieben ist. Trotz vorhandener Cut-Off-Werte empfehlen Cai et al. (2013) den Ausschluss von Fällen nur, wenn dies auch inhaltlich begründet werden kann. Nach der multivariaten Ausreißeranalyse wird der ermittelte Datensatz als gültig und plausibel angesehen und unverändert für die ökonometrischen Analysen übernommen. Ein weiterer Ausschluss von Fällen während der Analyse erfolgt nicht.

#### Multivariate Ausreißeranalyse – Wohnungen

Zwei Fälle mit einer Mahalanobis-Distanz (MD) von über 130 werden als globale Ausreißer identifiziert. Die Werte der robusten Distanz (RD) können in drei Gruppen eingeteilt werden (Abb. 44): In der ersten Gruppe befinden sich 95 Fälle (0.5%) mit RD-Werten größer 45 und werden als lokale Ausreißer identifiziert (z.B. "Erstbezug", "Baujahr 1978", "Angebotspreis 1.300 Euro/qm), die ggf. auch auf Eingabefehler zurückgeführt werden können. 139 Viele Fälle dieser Gruppe werden zudem mit der Objekteigenschaft "renovierungsbedürftig" charakterisiert. Der Begriff "renovierungsbedürftig" ist meist in der schriftlichen Beschreibung des Angebots näher spezifiziert und bezieht sich auf notwendige Maßnahmen unterschiedlichsten Umfangs (z.B. tapezieren, Rohbau). Diese Informationen stehen für diese Arbeit nicht zur Verfügung und stellen damit eine Restriktion dar. Die zweite Gruppe umfasst 4.139 Fälle (23.5%) mit einer robusten Distanz zwischen 45 und 11, d.h. diese weisen gegenüber benachbarten Objekten teilweise eine abweichende Objektcharakteristik auf. Die dritte Gruppe mit 13.351 Fällen (76,0%) mit einer robusten Distanz kleiner 10 können als "typische Objekte" einer Nachbarschaft angesehen werden und konstituieren den Charakter dieser Nachbarschaft. Auf Basis des ISOMRD-Tests werden zwei Fälle mit einer sehr hohen MD und 95 Fälle mit einer sehr hohen RD als multivariate Ausreißer identifiziert. Ein Fall ist in beiden Gruppen enthalten, weshalb 96 multivariate Ausreißer aus dem Datensatz entfernt werden. Der bereinigte Datensatz wird erneut mit der ISOMRD-Methode analysiert. Es werden zwei weitere Ausreißer mit hohen RD- und MD-Werten identifiziert. Beide Fälle befinden sich in der gleichen Straße und weisen eine nachvollziehbare Variablenkombination auf, weshalb diese im Datensatz verbleiben. Damit enthält der Datensatz "Wohnungen" 17.489 plausibilisierte Fälle.

Abbildung 44: Darstellung der nach der ISOMRD-Methode berechneten robusten Distanz bei Wohnungen



Eigene Darstellung.

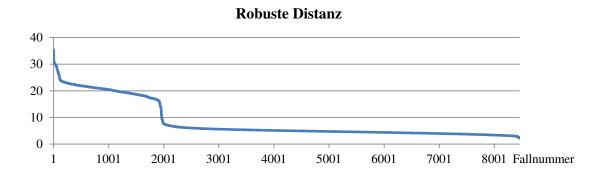
#### Multivariate Ausreißeranalyse – Häuser

Der ISOMRD-Test identifiziert keine globalen Ausreißer, da alle Fälle eine Mahalanobis-Distanz kleiner 8,5 haben. Ähnlich wie bei den Wohnungen können drei Gruppen lokaler Ausreißer identifiziert werden (Abb. 45): Die erste Fallgruppe mit 106 Fällen (1%) weist

Die multivariate Ausreißeranalyse wird mit den logarithmierten Angebotspreisen durchgeführt. Der Angebotspreis in Euro dient hier nur der Veranschaulichung.

RD-Werte zwischen 35 und 26 auf, die zweite Gruppe mit 1.992 Fällen (24%) weist RD-Werte zwischen 25 und 8 auf und die dritte Gruppe mit 6.354 Fällen (75%) weist RD-Werte kleiner 8 auf. Die hohen RD-Werte der ersten Fallgruppe deuten auf lokale Ausreißer hin. Die Einzelfallanalyse der betroffenen Fälle zeigt, dass keine plausiblen Gründe vorliegen, diese aus der weiteren Analyse auszuschließen. Damit enthält der Datensatz "Häuser" 8.452 plausibilisierte Fälle.

Abbildung 45: Darstellung der nach der ISOMRD-Methode berechneten robusten Distanz bei Häusern



Eigene Darstellung.

#### Multivariate Ausreißeranalyse – Wohnungen (Köln)

Der ISOMRD-Test identifiziert keine globalen Ausreißer, da alle Fälle eine Mahalanobis-Distanz kleiner 10 haben. Lokale Ausreißer können in drei Gruppen eingeteilt werden (Abb. 46): Die erste Fallgruppe mit 26 Fällen (0,3%) weist RD-Werte größer 40 auf, die zweite Gruppe mit 1.943 Fällen (22,4%) weist RD-Werte zwischen 40 und 8 auf und die dritte Gruppe mit 6.712 Fällen (77,3%) weist RD-Werte kleiner 8 auf. Die hohen Werte in der ersten Fallgruppe sind nach einer Einzelfallanalyse auf ungewöhnliche Variablenkombinationen zurückzuführen, die auf untypische Fälle oder Fehleingaben der Anbieter hindeuten. Die Fälle der zweiten Gruppe haben in einzelnen Variablen abweichende Werte, werden aber insgesamt als plausibel eingeschätzt. Es werden daher 26 Fälle mit hohen RD-Werten aus dem Datensatz entfernt. Im Datensatz verbleiben 8.655 Fälle. Dieser Datensatz wird erneut nach multivariaten Ausreißern überprüft. Es werden keine globalen Ausreißer identifiziert, hingegen vier lokale Ausreißer mit unplausiblen Variablenkombinationen, die aus dem Datensatz entfernt werden. Damit enthält der Datensatz "Wohnungen Köln" 8.651 plausibilisierte Fälle.

Robuste Distanz

40
30
20
10
1 1001 2001 3001 4001 5001 6001 7001 8001 Fallnummer

Abbildung 46: Darstellung der nach der ISOMRD-Methode berechneten robusten Distanz bei Wohnungen (Köln)

Eigene Darstellung.

#### Multivariate Ausreißeranalyse – Häuser (Köln)

Der ISOMRD-Test identifiziert keine globalen und lokalen Ausreißer. Damit enthält der Datensatz "Häuser Köln" 4.551 plausibilisierte Fälle.

Das Datenmanagement bei den Angebotsdaten ist in Tabelle 78 dargestellt. Die Plausibilität der Daten wird durch die dargestellten vier Prüfphasen sichergestellt.

Prüfphase	geprüft	geprüft durch
Prüfphase 1		
Vollständigkeit	$\checkmark$	Bereitstellung aller Immobilienangebote im
		Untersuchungszeitraum durch IS24
Fehlende Werte	$\checkmark$	MCAR-Test und empirische Vergleichsstudien
Doppelte Werte	$\checkmark$	syntaxgesteuerte und manuelle Prüfung
Einheitlichkeit	$\checkmark$	manuelle Prüfung
Prüfphase 2		
Univariate Ausreißer	$\checkmark$	z-Werte der Variablen
Normalitätstest	$\checkmark$	grafische Analyse auf Normalverteilung
Prüfphase 3		
Plausibilität	$\checkmark$	ISOMRD-Test
Prüfphase 4		
Multivariate	$\checkmark$	ISOMRD-Test
Ausreißer		

Tabelle 78: Datenmanagement der Angebotsdaten

Eigene Darstellung

### A.5. Datenqualität der Nahmobilitätsindikatoren

#### Theoretische Überlegungen bei der Berechnung von Nahmobilitätsindikatoren

Im Folgenden wird das theoretische und praktische Vorgehen zur Berechnung des Nahmobilitätsindikators erläutert sowie die Umsetzung in ArcGIS thematisiert. Die theoretischen Grundlagen beschränken sich auf eine Einführung in die jeweilige Thematik, weiterführende Literatur wird genannt. Geografische Informationssysteme (GIS) können bei der Erfassung, Analyse und Präsentation von räumlichen Daten genutzt werden (BILL, 1999a, S. 18). 140

#### Stichprobenziehung bei kontinuierlichen Daten

Zur Analyse räumlicher Phänomene sind Messwerte notwendig. Aufgrund der zeit- und kostenintensiven Erhebung findet eine räumliche Stichprobenziehung statt. Die in dieser Arbeit angewandte Stichprobenziehung macht sich den Umstand zunutze, dass nach §§ 30, 34, 35 BauGB Vorhaben nur zulässig sind, wenn die Erschließung gesichert ist. Danach grenzt jede Immobilie an eine Straße an, sodass Straßenknoten (z. B. Kreuzung) geeignete Standorte für Messpunkt darstellen. Ebenfalls ist damit die Messwertdichte in bebauten Gebieten höher als in unbebauten. Eine Stichprobenziehung auf Basis des Straßennetzes stellt nach Definition eine systematische Stichprobe dar (Lorup et al., 2011, S. 5). Zur Umsetzung in ArcGIS werden bei den OSM-Daten alle Straßenpolygone selektiert, die zum Gehen geeignet sind oder Gehwege aufweisen. Da innerhalb von Städten auch Bundestraßen meist Gehwege aufweisen, werden nur folgende OSM-Kategorien aus dem Straßennetzwerk entfernt: highway-motorway, highway-motorway link, highway-trunk link. 141

#### Graphentheorie und Shortest-Path Algorithmus

Netzwerkanalysen berechnen bei gegebenem Ziel- und Startpunkt den kürzesten oder schnellsten Weg (LANGE, 2006, S. 352), wobei der angewendete Shortest-Path-Algorithmus (SPA) eine mathematische Optimierungsaufgabe darstellt (SMITH ET AL., 2009, S. 395). Netzwerke auf Grundlage eines Vektorenmodells werden in der Graphentheorie durch die Grundprimitive Knoten und Kanten und deren Topologie gebildet (LANGE, 2006, S. 352). Knoten sind Träger der geometrischen Information und Kanten Träger der topologischen Information (BILL, 1999a, S. 18f.). Topologie bezeichnet den Bezug von Knoten und Kanten in einem Netzwerk. Auf ein Straßennetz übertragen sind Knoten beispielsweise Kreuzungen, eine Straße verbindet diese Punkte als Kante. Merkmal einer Kante ist, dass diese immer in einem Knoten beginnt und endet. Kanten werden als Verbindungselemente der Knoten mit Gewichten (= Raumwiderstand) belegt. Bei Fußwegen ist das Gewicht der Kante proportional zur Länge, da die durchschnittliche Gehgeschwindigkeit nicht vom Straßentyp beeinflusst wird. Eine aufwändige Modellierung der Knoten kann entfallen, da in dieser Arbeit der Durchlauf eines Knotens nicht mit Gewichten belegt wird (vgl. Punkt 2.3.2.1.2). Der Dijkstra-Algorithmus (DIJKSTRA, 1959) ist als SPA-Algorithmus bei ArcGIS für Netzwerkanalysen implementiert. Dieser

<sup>&</sup>lt;sup>140</sup> Eine detaillierte GIS-Einführung ist bei LANGE (2006) oder BURROUGH (1986) zu finden.

Eine vollständige Übersicht über die bei OSM verwendeten Straßenklassifikationen findet sich unter: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:Map\_Features.

gehört als Optimierungsfunktion den sog. Greedy-Algorithmen an, welche bei der Suche nach dem kürzesten Weg für jeden Punkt ein lokales Optimum ermitteln, um hieraus das globale Optimum zu ermitteln (SMITH ET AL., 2009, S. 408). Voraussetzung ist, dass alle Kanten ein positives Gewicht aufweisen. Der Dijkstra-Algorithmus ermittelt jeweils den kürzesten Weg zwischen dem Startknoten s und dem Zielknoten t mit der Distanz d(t). Der Algorithmus ist iterativ, sodass für einen Knoten nach dem anderen jeweils der kürzeste Weg gesucht wird. Eine detaillierte mathematische Beschreibung des Dijkstra-Algorithmus ist bei BILL (1999b, S. 30f.) und GALLENBACHER (2008, S. 1ff.) zu finden.

#### Eigenschaften räumlicher Interpolationsmethoden

Basierend auf einer räumlichen Stichprobe haben räumliche Interpolationsmethoden mithilfe diskret verteilter Messpunkte das Ziel, für Standorte ohne eigenen Messwert diesen zu berechnen und darzustellen (LI & HEAP, 2008, S. 1). Die verschiedenen Interpolationsmethoden teilen die Grundannahme, dass räumlich nahe Messwerte eine größere Ähnlichkeit aufweisen als weiter entfernte (Burrough, 1986, S. 1470). LI & HEAP (2008) folgern in ihrer Metastudie zur Eignung verschiedener Interpolationsmethoden, dass bei einer hohen Anzahl an Messwerten (0,1 bis 2 Messwerte pro Hektar) keine signifikanten Differenzen zwischen der statistischen Kriging-Methode und den deterministischen Methoden Inverse Distance Weighting (IDW), Natürlicher Nachbar und Spline bestehen (LI & HEAP, 2008). In dieser Arbeit sind etwa zwei Messwerte pro Hektar zu erwarten, sodass die vier genannten Methoden zu vergleichbaren Ergebnissen führen sollten.

#### Auswahl einer geeigneten Interpolationsmethode

Die Interpolation von Erreichbarkeitswerten führt zu immateriellen Oberflächen (BBR, 1998, S. 12). Messwerte an den Messpunkten stellen die einzigen zuverlässigen Stützpunkte dar und sollten bei der Interpolation erhalten bleiben (BBR, 1998, S. 36). Das IDW-Verfahren erfüllt diese Kriterien und wird als exakte und deterministische Interpolationsmethode ausgewählt. Dieses basiert auf der Annahme, "dass jeder Eingabepunkt einen lokalen Einfluss hat, der sich mit zunehmender Entfernung verringert [...] [und] eine räumliche Ähnlichkeit benachbarter Punkte besteht" (LANGE, 2006, S. 359). Wesentliche Parameter sind die Gewichtsfunktion, der Suchradius und die Anzahl der zu berücksichtigenden Nachbarn, die manuell festgelegt werden (LANGE, 2006, S. 356ff.). Die Gewichtsfunktion bestimmt den Einfluss eines Punktes in Abhängigkeit der räumlichen Entfernung. Der Suchradius und die Suchrichtung bestimmen die maximale Entfernung, bis zu der Punkte bei der Schätzung berücksichtigt werden. Die Anzahl der zu berücksichtigten Punkte wird durch einen Minimal- und Maximalwert festgelegt. Weitere Informationen über die Vorgehensweise und die verwendeten Algorithmen sind in dem vom ESRI zur Verfügung gestellten Handbuch "ArcGIS 9 – Using ArcGIS Geostatistical Analyst" nachzulesen (JOHNSTON ET AL., 2006).

#### Datendokumentation der Rohdaten

Vor Berechnung der Nahmobiltätsindikatoren werden zunächst die Rohdaten der Aktivitätsziele<sup>142</sup> plausibilisiert. Die Variablen des Nahmobilitätsindikators sind wie folgt definiert:

#### • Lebensmittel (Vollsortimenter), Quelle: GMA

Als Lebensmittelgeschäfte werden in dieser Arbeit alle Einrichtungen bezeichnet, die durch die GMA im Rahmen von Einzelhandelsanalysen als Einrichtung für "Lebensmittel, Reformwaren" erhoben werden. Als Vollsortimenter werden Filialen folgender Unternehmen angesehen: Aldi, E-Center, Edeka, Famila, Globus, Handelshof, Kaufland, Kondi, Lidl, Marktkauf, Migros, Netto, Norma, NP Niedrig Preis, Penny, Real, Rewe, Tegut, Tengelmann, Toom, Treff 3000, Wasgau.

#### • Lebensmittel (Teilsortimenter), Quelle: GMA, eigene Erhebung

Als Lebensmittelgeschäfte werden in dieser Arbeit alle Einrichtungen bezeichnet, die durch die GMA im Rahmen von Einzelhandelsanalysen als Einrichtung für "Lebensmittel, Reformwaren" erhoben werden. Teilsortimenter sind alle Geschäfte, die nicht unter Vollsortimenter subsummiert werden. Ergänzend werden alle regelmäßig stattfindenden Wochenmärkte in den Untersuchungsstädten unter Teilsortimenter subsummiert. Die Standorte der Wochenmärkte sind den Internetseiten der Untersuchungsstädte entnommen.

#### • Restaurant, Quelle: GMA

Als Restaurants werden in dieser Arbeit alle Einrichtungen bezeichnet, die die GMA im Rahmen von Einzelhandelsanalysen als Komplementärnutzung "120 Gastronomie/Hotellerie" erhoben werden:

- Restaurant	- Discothek	- Hotel
– Café	– Club	- Pension
– Eiscafé	– Bar	- Systemgastronomie
– Kneipe	- Imbiss	- Lieferservice

#### • Einkaufsmöglichkeiten, Quelle: GMA

Als Einkaufsmöglichkeiten werden in dieser Arbeit alle Einrichtungen bezeichnet, die durch die GMA im Rahmen von Einzelhandelsanalysen als "Einzelhandel" erhoben werden:

– Getränke, Spirituosen, Tabak	– Bücher, Zeitschriften
<ul> <li>Drogeriewaren, Kosmetik, Parfümerie</li> </ul>	– Schreib-, Papierwaren, Büromate- rial
– Sanitätswaren	
- Blumen, Pflanzen	– Spielwaren
- Zoologischer Bedarf	- Oberbekleidung

<sup>142</sup> Die Datendokumentation des verwendeten Straßennetzes ist in Anhang A.3 nachzulesen.

- Damen-, Herren-, Kinderbekleidung
- Schuhe
- Lederwaren
- Sportartikel
- Weiße Ware
- Beleuchtung, Elektro, Installation
- Braune Ware (Radio, TV, Video)
- Ton- u. Bildträger
- Computer, Telefone und Zubehör
- Wäsche, Wolle, Kurzwaren, Handarbeiten

- Haushaltswaren, GPF, Geschenkartikel
- Fotoartikel
- (Küchen-)möbel
- Antiquitäten, Kunst, Galerie
- Bau-, Heimwerker-, Gartencenter
- Optik, Hörgeräteakustik
- Uhren, Schmuck
- Autozubehör
- Haus- und Tischwäsche, Bettwaren, Gardinen
- Sonstiges (Musikalien, Waffen, Gebrauchtwaren)

#### • Bäckerei, Quelle: GMA

Als Einkaufsmöglichkeiten werden in dieser Arbeit alle Einrichtungen bezeichnet, die durch die GMA im Rahmen von Einzelhandelsanalysen als "Brot- und Backwaren" erhoben werden.

#### • Metzgerei, Quelle: GMA

Als Einkaufsmöglichkeiten werden in dieser Arbeit alle Einrichtungen bezeichnet, die durch die GMA im Rahmen von Einzelhandelsanalysen als "Fleisch- und Wurstwaren" erhoben werden.

#### • Bank, Quelle: eigene Erhebung

Als Bank werden in dieser Arbeit die Bankfilialen folgender Finanzinstitute bezeichnet. Die Standorte der Bankfilialen werden auf den Filial-Finderseiten der jeweiligen Banken im Internet selbst erhoben:

- Öffentlich-rechtliche Banken
  - \* Sparkasse (ca. 12.000 Geschäftsstellen)
  - \* Raiffeisenbank (ca. 12.000 Geschäftsstellen)
- Privatbanken
  - \* Deutsche Bank AG (ca. 3.000 Geschäftsstellen)
  - \* Commerzbank AG (ca. 2.200 Geschäftsstellen)
  - \* Postbank AG (ca. 1.100 Geschäftsstellen)

Diese Finanzinstitute unterhalten ca. 80% der 39.000 Bankstellen in Deutschland (Deutsche Bundesbank, 2012, S. 11).

#### • Park, Freifläche, Quelle: OSM, eigene Berechnung

Als Park/Freifläche werden in dieser Arbeit Flächen bezeichnet, die bei OSM

als Kleingärten (7207), Friedhof (7206), Ackerflächen (7205), Wald (7201), Gras (7218), Wiese (7208), Naturschutzfläche (7210), Obstwiese (7215), Park (7202), Erholungsfläche (7211) und Weinberg (7216) gekennzeichnet sind. Bei den von den Untersuchungsstädten zur Verfügung gestellten Shapefiles werden die als Außenbereich definierten Flächen ebenfalls als "Park und Freiflächen" bezeichnet.

# • Schule, Quelle: Hessische Statistisches Landesamt, Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen

Als Schulen werden in dieser Arbeit folgende Einrichtungen bezeichnet:

- Grundschule - Gesamtschule - Förderschule

Hauptschule- Gymnasium- Realschule- Berufsschule

#### • Kita/Hort, Quelle: eigene Erhebung

Als Kita/Hort werden in dieser Arbeit Einrichtungen bezeichnet, die auf den Internetseiten der Untersuchungsstädte als Kita oder Hort ausgewiesen sind.

#### • Unterhaltung, Quelle: GMA

Als Einkaufsmöglichkeiten werden in dieser Arbeit alle Einrichtungen bezeichnet, die durch die GMA im Rahmen von Einzelhandelsanalysen als Komplementärnutzung "130 – Freizeit/Kultur" erhoben werden.

- Stadttheater - Fitness-Studio - Spielhalle

- Kleinkunstbühne - Kegelbahn - Wettbüro

- Veranstaltungshalle - Bowling-Center

- Videothek

- Stadtmuseum - Schwimmbad

- Industriemuseum - Tennis-Center - Russ. Kulturzentrum

– Ausstellungsräume – Jugendzentrum

- Galerie - Internetcafé - Kirche

- Kino - Callshop - Gemeindehaus

#### • Apotheke, Quelle: eigene Erhebung

Als Apotheke werden in dieser Arbeit Einrichtungen bezeichnet, die auf der Homepage der zuständigen Landesapothekenkammer, auf der Homepage von Apothekerverbänden oder auf der Homepage der Stadt als Apotheke ausgewiesen sind.

Die Rohdaten werden sorgfältig erhoben und systematisch zusammengeführt, um das Qualitätskriterium "Vollständigkeit" zu erfüllen. Es ist allerdings nicht auszuschließen, dass in Einzelfällen Daten fehlen, erfunden, falsch erhoben oder zugeordnet werden. Das Qualitätskriterium "Vollständigkeit" kann nicht überprüft werden, da die Daten von externen Datenquellen stammen. Dubletten und Ausreißer sind in den Daten nicht vorhanden. Die Schreibweise der Straßennamen wird vereinheitlicht, um die Daten nach

einem identischen Verfahren georeferenzieren zu können. Die Lagegenauigkeit der georeferenzierten Daten wird in Stichproben überprüft und bestätigt. Die georeferenzierten Rohdaten der einzelnen Datenquellen sind damit plausibel (Tab. 79).

Tabelle 79: Datenmanagement der Aktivitätsziele (Rohdaten)

Prüfphase (Rohdaten Aktitivätsziele)	geprüft	geprüft durch
Prüfphase 1 Vollständigkeit Fehlende Werte Doppelte Werte Einheitlichkeit	Prüfung nicl ✓ ✓	nt möglich, da Daten von externen Datenanbietern syntaxgesteuerte Prüfung syntaxgesteuerte Prüfung einheitliche Variablendefinition in den Primärdaten
Prüfphase 2 Univariate Ausreißer Normalitätstest	U	h aufgrund Variablen-Definition h aufgrund Variablen-Definition
Prüfphase 3 Plausibilität	✓	Einheitliche Primärdatenerhebung
Prüfphase 4 Multivariate Ausreißer	nicht möglic	h aufgrund Variablen-Definition

Eigene Darstellung.

#### Datendokumentation der abgeleiteten Nahmobilitätsindikatoren

Auf Basis der plausibilisierten Rohdaten der Aktivitätsziele sowie dem Straßengrundnetzes von OpenStreetMap werden im Folgenden die abgeleiteten Nahmobilitätsindikatoren plausibilisiert.

#### Prüfphase 1: Prüfen auf externale formale Korrektheit

Für alle Aktivitätsziele ist eine Adresse verfügbar, deren Schreibweisen zunächst vereinheitlicht werden. Die Geokodierung der Adressen erfolgt auf der Internetseite http://www.findlatitudeandlongitude.com/ $^{143}$ . Damit wird jedem Aktivitätsziel eine X-und Y-Koordinate im geodätischen Referenzsystem World Geodetic System 1984 (WGS 84) zugewiesen. Dieses WGS 84 wird ebenfalls von OpenStreetMap verwendet, sodass die georeferenzierten Aktivitätsziele und das OSM-Straßennetz für die Netzwerkanalyse ein einheitliches Koordinatensystem aufweisen. Die Berechnung der Nahmobilitätsindikatoren erfolgt wie in Abschnitt 2.3 beschrieben. Zunächst wird mithilfe der Netzwerkanalyse die Distanz zwischen dem Messpunkt und den k-nächsten Aktivitätszielen berechnet, wobei k die Anzahl der Teilzeile beschreibt. Bei Lebensmittel (Vollsortimenter) ist beispielsweise k gleich 1, bei Lebensmittel (Teilsortimenter) ist k=2. Anschließend wird für jedes Teilziel ein Nahmobilitätsteilwert berechnet. Diese werden

<sup>&</sup>lt;sup>143</sup> Zuletzt geprüft am 20.05.2014.

summiert, sodass für jeden Messpunkt ein spezifischer Nahmobilitätswert vorhanden ist. Die Nahmobilitätsindikatoren werden in den Ausprägungen "Allgemein", "Freizeit" und "Familie" flächendeckend für die Untersuchungsstädte berechnet. Die Daten sind damit vollständig. Fehlende und doppelte Werte sind nicht möglich, da für jeden Messpunkt ein Wert berechnet wird. Messpunkte in dieser Arbeit sind Knoten des OSM-Straßennetzes (Tab. 80). Aufgrund einer identischen Vorgehensweise weisen die Nahmobilitätswerte eine einheitliche Skalierung auf.

Tabelle 80: Anzahl der Messpunkte zur Berechnung der Nahmobilitätsindikatoren in den Untersuchungsstädten

	Frankfurt	Köln	${\it Wiesbaden}$
Messpunkte (Gesamt)	39.002	62.249	16.455
- ungültige Messpunkte	94	246	64
Gültige Messpunkte	38.908	62.003	16.391
- davon: Siedlungsfläche	22.660 (2,4/ha)	$41.912~(2,\!3/\mathrm{ha})$	$11.032~(1,\!6/\mathrm{ha})$
- davon: Außenbereich	16.248 (1,1/ha)	$20.091\ (0,\!9/\mathrm{ha})$	$5.359~(0,4/{ m ha})$

Eigene Darstellung.

#### Prüfphase 2: Prüfen auf interne formale Korrektheit

#### Ausreißer

Die konzipierten Nahmobilitätsindikatoren weisen nach Definition Werte zwischen 0 bis 100 auf. Mittels einer grafischen Analyse werden 404 Messpunkte als Ausreißer mit einem Nahmobilitätswert 0 innerhalb von Siedlungsflächen identifiziert und vor der Interpolation manuell aus dem Datensatz entfernt. Hierbei handelt es sich meist um Messpunkte, die nicht an das übrige Straßennetz angebunden sind (z.B. Straßen von Blockinnenhöfen).

#### Normalitätstest

Die statistische sowie die grafische Analyse bestätigen, dass bei den Indikatoren "Allgemein", "Familie" und "Freizeit" sowohl bei den Wohnungen als auch Häusern eine Normalverteilung vorliegt. Bei den Wohnungen beträgt der durchschnittliche Nahmobilitätswert abhängig vom jeweiligen Nahmobilitätsindikator 73 bis 75 Punkte, bei Häusern liegt dieser etwa 10 Punkte niedriger bei 61 bis 64 Punkten.

#### Prüfphase 3: Prüfen auf inhaltliche Plausibilität und Robustheitstest

Für die Konzeption eines flächendeckenden Nahmobilitätsindikators im Rasterformat werden für ca. 117.000 Messpunkte individuelle Nahmobilitätswerte berechnet (Tab. 80). Für die Interpolation werden die im geodätischen Referenzsystem WGS 84 erhobenen Daten in das Europäische Terrestrische Referenzsystem (ETRS 89) transformiert, um metrische Längenangaben verwenden zu können. 144 Für die IDW-Interpolation werden folgende Parameter bei ArcGIS 10.1 verwendet: Kantenlänge: 50 m; max. Nachbarn:

Die Abweichungen zwischen den Koordinatensystemen WGS 84 und ETRS 89 sind für diese Arbeit zu vernachlässigen (Flacke, 2007, S. 21)

8; min. Nachbarn: 4; Sector Typ: 4 Sectors. Die Zuverlässigkeit und Plausibilität der interpolierten Werte wird durch einen Vergleich verschiedener IDW-Verfahren ermittelt (Kreuzvalidierung). Auf Basis von Pretests werden die IDW-Verfahren mit den Potenzen<sup>145</sup> 2 und 3 als geeignet identifiziert und die Ergebnisse verglichen. Die absoluten Abweichungen zwischen diesen sind gering (< 2,0%). In dieser Arbeit wird daher für das IDW-Verfahren die Potenz 2 ausgewählt. Die Plausibilität der berechneten Nahmobilitätsindikatoren wird auf Basis von empirischen Studien und Modellen zur Stadtstruktur bestätigt (Abschnitt 4.2)

#### **Fazit**

Die Rohdaten aus verschiedenen Quellen erfüllen die sechs genannten Qualitätskriterien. Somit können die berechneten Nahmobilitätsindikatoren als zuverlässig, genau und plausibel angesehen werden. Der Berechnungsalgorithmus selbst wurde mehrfach plausibilisiert und kontrolliert. Durch eine kontinuierliche Dokumentation der Datenqualität der Rohdaten sowie einer mehrfachen Kontrolle des Berechnungsalgorithmus wird von einer hohen Prozessqualität auf eine hohe Ergebnisqualität der Nahmobilitätsindikatoren geschlossen (Tab. 81). Es lässt sich schlussfolgern, dass erstens durch die beschriebene Sensitivitätsanalyse, zweitens einen Vergleich von vorhanden Theorien und Modellen zur Stadtstruktur sowie drittens einen Vergleich mit weiteren empirischen Studien die berechneten Nahmobilitätsindikatoren zuverlässige und plausible Indikatoren darstellen (vgl. Abschnitt 4.2).

Tabelle 81: Datenmanagement der hergleiteten Nahmobilitätsindikatoren

Prüfphase (hergeleiten	en Nahmobi	litätsindikatoren
Prüfphase 1		
Vollständigkeit	$\checkmark$	Konzeption der Nahmobilitätsindikatoren
Fehlende Werte	$\checkmark$	Konzeption der Nahmobilitätsindikatoren
Doppelte Werte	$\checkmark$	Konzeption der Nahmobilitätsindikatoren
Einheitlichkeit	$\checkmark$	Konzeption der Nahmobilitätsindikatoren
Prüfphase 2		
Univariate Ausreißer	$\checkmark$	grafische Analyse der
		Nahmobitätsindikatoren
$Normalit \"{a}tstest$	$\checkmark$	grafische Analyse auf Normalverteilung
Prüfphase 3		
Plausibilität	$\checkmark$	Robustheitstest, Auswertung von
		empirischen Studien und theoretischen
		Stadtentwicklungs modellen
Prüfphase 4		
Multivariate	nicht mögl	ich aufgrund Methodik der Nahmobilitätsindikatoren
Ausreißer		

Eigene Darstellung

Die Potenz zeigt an, wie stark der Einfluss des Messpunktes bei der Interpolation mit zunehmender Entfernung abnimmt.

A.6 Software 253

#### A.6. Software

Ein Merkmal von wissenschaftlicher Forschung ist Datentransparenz und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse. Insbesondere bei Arbeiten, deren Ergebnisse auf computerbasierten Berechnungen basieren, sind Angaben zur verwendeten Software zu ergänzen. Diese können das Ergebnis beeinflussen und sind somit mögliche Fehlerquellen (ODEH ET AL., 2010). Das Datenmanagement wurde mit IBM SPSS Statistics Version 21.0.0.0.0 umgesetzt. Die Datenvisualisierung sowie die Berechnung der Nahmobilitätindikatoren erfolgt mit ESRI ArcGIS 10.1 bzw. Microsoft Excel Version 14.0.7106.5003. Die Auswahl einer geeigneten Software zur Berechnung der ökonometrischen Modelle orientierte sich an folgende Grundsätze: Erstens sollten alle Berechnungen mit einer Software möglich sein, zweitens sollten die Berechnungsalgorithmen einsehbar und manipulierbar sein, drittens sollte die Software für Spatial Statistics und viertens für große Datenmengen geeignet sein. Die Software MATLAB Version R2013a (8.1.0.604) erfüllt hierbei alle genannten Kriterien. Die Ergebnisse der ökonometrischen Analyse basieren vor allem auf folgende MATLAB-Toolboxen und –Skripte.

#### Spatial Econometrics Toolbox

Diese Toolbox wurde maßgeblich von LeSage und Pace erstellt und enthält eine Vielzahl an MATLAB-Skripten für räumliche ökonometrische Modelle und statistische Tests. Die Toolbox steht unter http://www.spatial-econometrics.com/ zum Download zur Verfügung.

#### CRSEModel-Toolbox

Die Konzeption der ökonometrischen Modelle basiert auf den MATLAB-Skripten von Elhorst (2013), die im Kapitel "2 Linear Spatial Dependence Models for Cross-Section Data" beschrieben werden. Diese Toolbox steht unter http://www.regroningen.nl/e lhorst/software.shtml zum Download zur Verfügung.

#### ISOMRD-Toolbox

Die multivariate räumliche Ausreißeranalyse erfolgte mithilfe der ISOMRD-Toolbox von, die von den Autoren Cai et al. (2013) auf Anfrage für diese Arbeit zur Verfügung gestellt wurde.

#### Nearest Neighbor Spatial Weights Matrix

Die Gewichtungsmatrix der SDM-Modelle wurde mit dem MATLAB-Skript von Patrick Walsh erstellt. Das Skript steht unter http://www.mathworks.com/zum Download zur Verfügung.

Die für diese Arbeit angepassten MATLAB-Skripte können auf Nachfrage vom Autor oder dem Fachgebiet Immobilienökonomie der TU Kaiserslautern zur Verfügung gestellt werden.

## A.7. Beschreibung der Datenquellen und der Datenerhebung (Angebotsdaten, Sozialraumanalyse, Nahmobilitätsindikator)

#### 1. Apothekerkammer Nordrhein

Eigene Erhebung der Apotheken in Köln unter http://www.aknr.de/service/apotheken.php, aufgerufen am 18.12.2012.

#### 2. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung

Das BBR stellte als Excel-Datei Daten der Innerstädtischen Raumbeobachtung für das Jahr 2009 nach Einwilligung der Untersuchungsstädte zur Verfügung.

#### 3. Commerzbank

Eigene Erhebung der Filialen mit dem Geschäftsstellenfinder unter https://www.commerzbank.de/de/hauptnavigation/konzern/filialen\_inland/filial\_inland.html, aufgerufen am 16.12.2012.

#### 4. Deutsche Bank

Eigene Erhebung der Filialen mit dem Geschäftsstellenfinder unter https://secure.deutsche-bank.de/cc/locationsfinder/de/welcome2.do, aufgerufen am 16.12.2012.

#### 5. Frankfurter Volksbank

Eigene Erhebung der Filialen mit dem Geschäftsstellenfinder unter http://www.frankfurter-volksbank.de/ihre\_bank/unsere\_geschaeftsstellen.html, aufgerufen am 17.12.2012.

#### 6. GMA Gesellschaft für Markt- und Absatzforschung GmbH

GMA stellte als Excel-Datei für die Städte Köln (Stand: 2008), Wiesbaden (Stand: 2009) und Frankfurt (Stand: 2009) im Rahmen von Einzelhandelsanalysen erhobene Daten zur Verfügung. Standorte von Einzelhandelseinrichtungen wurden für das gesamte Stadtgebiet, Standorte von Komplementärnutzungen (Gastronomie/Hotellerie (= Variable Restaurant), Freizeit/Kultur (= Variable Unterhaltung) in den zentralen Versorgungsbereichen erhoben.

#### 7. Hessischer Apothekerverband e.V.

Eigene Erhebung der Apotheken in Wiesbaden und Frankfurt unter http://www.h-a-v.de/apothekensuche.html, aufgerufen am 18.12.2012.

#### 8. Hessische Statistisches Landesamt

Das Hessische Statistische Landesamt stellte als Excel-Liste alle Standorte von Schulen mit Stand 2012 für die Städte Frankfurt und Wiesbaden zur Verfügung.

#### 9. **HypoVereinsbank**

Eigene Erhebung der Filialen mit dem Geschäftsstellenfinder unter http://nextdoor.wigeogis.com/kunden/hvb/start.php5, aufgerufen am 16.12.2012.

#### 10. ImmobilienScout24

ImmobilienScout24 stellt als Excel-Datei alle angebotenen Objekte auf der Interplattform www.immobilienscout24.de für den Zeitraum 01.07.2008 bis 30.06.2010 zur Verfügung.

#### 11. Kölner Bank eG

Eigene Erhebung der Filialen mit dem Geschäftsstellenfinder unter http://www.koelnerbank.de/Natuerlich\_Wir/standorte.html, aufgerufen am 16.12.2012.

# 12. Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen

Das Landesministerium stellte als Excel-Liste alle Standorte von Schulen mit Stand 2010 für die Stadt Köln zur Verfügung.

#### 13. Nassauische Sparkasse

Eigene Erhebung der Filialen mit dem Geschäftsstellenfinder unter http://www.naspa.de/ihre\_naspa/so\_erreichen\_sie\_uns/unsere\_standorte.html, aufgerufen am 17.12.2012.

#### 14. OpenStreetMap

Der komplette OSM-Datensatz inklusive eines routingfähigen Straßennetzes wurde als Shapefiles für die Untersuchungsstädte mit Stand 23.01.2013 vom Unternehmen Geofabrik (www.geofabrik.de) erworben.

#### 15. Postbank

Eigene Erhebung der Filialen mit dem Geschäftsstellenfinder unter https://www.postbank.de/privatkunden/kundenservice.html#layer\_index\_layer, aufgerufen am 16.12.2012.

#### 16. Stadt Frankfurt

- Gebietsabgrenzungen: Das Bürgeramt, Statistik und Wahlen der Stadt Frankfurt stellte georeferenzierte Shapefiles für die Stadt Frankfurt zur Verfügung.
- Kita/Kindergarten: Eigene Erhebung der Kita's/Kindergärten unter http://www.frankfurt.de/sixcms/detail.php?id=3507&\_ffmpar[\_id\_inhalt]=8284, aufgerufen am 18.12.2012.
- Wochenmarkt: Eigene Erhebung der Wochenmärkte unter http://www.frankfurt.de/sixcms/detail.php?id=4623, aufgerufen am 18.12.2012.

#### 17. Stadt Köln

- Statistische Daten: Das Amt für Stadtentwicklung und Statistik der Stadt Köln stellt alle für die Sozialraumanalyse notwendigen Daten auf Stadtviertelebene in einer Excel-Liste zur Verfügung.
- Gebietsabgrenzungen: Das Amt für Stadtentwicklung und Statistik der Stadt Köln stellte georeferenzierte Shapefiles für die Stadt Köln zur Verfügung.
- Kita/Kindergarten: Eigene Erhebung der Kita's/Kindergärten unter http://www.stadt-koeln.de/buergerservice/themen/kinder/betreuungsangebote-in-kindertageseinrichtungen/, aufgerufen am 18.12.2012.
- Wochenmarkt: Eigene Erhebung der Wochenmärkte unter http://www.stadt-koeln.de/7/maerkte/wochenmaerkte/, aufgerufen am 18.12.2012.

#### 18. Stadt Wiesbaden

• Gebietsabgrenzungen: Das Amt für Strategische Steuerung, Stadtforschung und Statistik stellte georeferenzierte Shapefiles für die Stadt Wiesbaden zur Verfügung.

- Kita/Kindergarten: Eigene Erhebung der Kita's/Kindergärten unter http://www.wiesbaden.de/leben-in-wiesbaden/gesellschaft/kinder/content/kitas.php/, aufgerufen am 18.12.2012.
- Wochenmarkt: Eigene Erhebung der Wochenmärkte unter http://www.wiesbaden.de/wiesbadener-wochenmarkt/, aufgerufen am 18.12.2012.

#### 19. Sparkasse Frankfurt

Eigene Erhebung der Filialen mit dem Geschäftsstellenfinder unter https://www.frankfurter-sparkasse.de/module/ihre\_sparkasse/filialfinder/index.php?n=%2Fmodule%2Fkontakt%2Fkontakt\_filialfinder%2F, aufgerufen am 16.12.2012.

#### 20. Sparkasse KölnBonn

Eigene Erhebung der Filialen mit dem Geschäftsstellenfinder unter https://www.sparkasse-koelnbonn.de/filialsuche-sfp.aspx, aufgerufen am 16.12.2012.

#### 21. Wiesbadener Volksbank

Eigene Erhebung der Filialen mit dem Geschäftsstellenfinder unter http://www.wvb.de/homepage/FilialenundAbteilungen.html, aufgerufen am 16.12.2012.

# B. Ergebnisse der ökonometrischen Analysen

## B.1. Test auf räumliche Autorkorrelation der Variablen

Abbildung 47: Beschreibung der räumlichen Autokorrelation (Moran´s I) der Variablen im Datensatz "Haus" und "Haus\_Köln"

Gewichtungsmatrix: W15	Datensatz	z "Haus"	aus" Datensatz "H	
	Moran's I	z-Wert	Moran's I	z-Wert
APREIS_LOG	0,41	110,94	0,38	74,84
WOHNFLAECHE_LOG	0,20	52,93	0,18	35,39
GRUNDFLAECHE_LOG	0,24	65,07	0,22	43,66
OZID_BESTAND	0,09	24,90	0,10	20,64
OZID_ERSTBEZUG	0,20	52,91	0,23	45,85
OZID_RENOVIERUNG	0,03	8,15	0,03	6,28
GEHOBEN_LUXUS	0,10	26,21	0,11	20,86
TYP_REIHENHAUS	0,14	36,37	0,12	23,03
TYP_VILLA	0,13	34,78	0,10	19,51
TYP_SONSTIGE_HAEUSER	0,06	16,20	0,06	11,44
MODERNISIERT_BAUJAHR_2000	0,18	48,32	0,17	34,13
BAK_BIS_1918	0,12	31,17	0,08	15,45
BAK_1919_48	0,15	39,91	0,13	25,40
BAK_1949_57	0,08	21,37	0,08	16,70
BAK_1958_68	0,13	35,26	0,15	29,80
BAK_1969_78	0,12	31,40	0,11	22,49
BAK_1979_83	0,08	21,98	0,10	19,54
BAK_1984_94	0,10	28,00	0,12	22,81
BAK_1995_01	0,11	30,71	0,13	24,62
BAK_2002_06	0,14	36,29	0,09	17,94
I_2009	0,01	3,84	0,01	2,13
II_2009	0,02	6,24	0,02	4,22
I_2010	0,04	10,21	0,04	8,33
MIGRATION	0,91	242,68	0,96	188,38
UH_SN_61_85	0,67	178,52	0,59	115,88
UH_SN_0_60	0,72	193,09	0,48	95,14
UH_SH_86_100	0,67	178,53	0,67	131,77
UH_SH_61_85	0,63	169,35	0,41	80,86
UH_SH_0_60	0,58	154,81	0,18	36,34
UN_SN_86_100	0,59	158,88	0,54	106,70
UN_SN_61_85	0,72	192,85	0,63	124,44
UN_SN_0_60	0,76	203,29	0,36	136,27
UN_SH_86_100	0,60	160,76	0,11	21,10
UN_SH_61_85	0,67	179,40	0,56	109,65
UN_SH_0_60	0,71	188,52	0,60	118,46
FRANKFURT	1,00	267,37		
WIESBADEN	1,00	267,37		

Eigene Darstellung.

Abbildung 48: Beschreibung der räumlichen Autokorrelation (Moran´s I) der Variablen im Datensatz "Wohnung" und "Wohnung\_Köln"

Gewichtungsmatrix: W15	Datensatz "V	Vohnungen"	Datensatz "Woł	nungen_Köln"
	Moran's I	z-Wert	Moran's I	z-Wert
APREIS_QM_LOG	0,57	219,14	0,52	142,20
WOHNFLAECHE_LOG	0,19	75,03	0,17	45,56
OZID_BESTAND	0,11	42,68	0,10	26,15
OZID_ERSTBEZUG	0,31	119,33	0,29	77,45
OZID_RENOVIERUNG	0,04	13,96	0,03	7,01
GEHOBEN_LUXUS	0,13	51,27	0,13	34,94
BALKON	0,10	39,06	0,11	30,39
LOFT_PENTHOUSE	0,06	21,56	0,05	14,50
MODERNISIERT_BAUJAHR_2000	0,19	71,45	0,16	43,13
BAK_BIS_1918	0,36	138,21	0,27	72,35
BAK_1919_48	0,18	69,70	0,24	64,88
BAK_1949_57	0,16	62,86	0,16	43,92
BAK_1958_68	0,19	73,82	0,18	47,77
BAK_1969_78	0,31	117,88	0,31	83,41
BAK_1979_83	0,09	34,58	0,12	31,58
BAK_1984_94	0,16	60,36	0,17	45,22
BAK_1995_01	0,19	74,95	0,18	48,65
BAK_2002_06	0,15	55,98	0,14	37,46
I_2009	0,03	12,84	0,03	7,26
II_2009	0,03	12,29	0,03	6,95
I_2010	0,05	17,56	0,04	9,73
MIGRATION	0,94	361,49	0,97	262,35
UH_SN_61_85	0,82	314,21	0,78	212,27
UH_SN_0_60	0,74	283,78	0,77	209,88
UH_SH_86_100	0,83	320,49	0,87	234,82
UH_SH_61_85	0,76	291,95	0,69	187,31
UH_SH_0_60	0,46	177,48	0,06	16,10
UN_SN_86_100	0,67	257,66	0,61	166,53
UN_SN_61_85	0,79	304,07	0,74	199,86
UN_SN_0_60	0,76	293,65	0,69	186,95
UN_SH_86_100	0,77	296,47	0,57	154,54
UN_SH_61_85	0,76	291,06	0,68	183,08
UN_SH_0_60	0,77	297,45	0,49	132,90
FRANKFURT	1,00	385,51		
WIESBADEN	1,00	385,23		

Eigene Darstellung.

## B.2. Linearitätstest

Abbildung 49: Korrelationsmatrix des Datensatzes "Haus"

									100	,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	1116	10.		1101	-	711.01	11000		acb.	Da	0011	JG 02	,	,110	-												
N = 8.452	APREISE_LOG	WOHNFLAECHE_LO	GRUNDFLÄCHE_LO G	OZID_BESTAND	OZID_ERSTBEZUG	OZID_RENOVIERUN G	GEHOBEN_LUXUS	TYP_RH_DH	TYP_VILLA	TYP_SONSTIGE_HA EUSER	MODERNISIERT	BAK_BIS_1918	BAK_1919_48	BAK_1949_57	BAK_1958_68	BAK_1969_78	BAK_1979_83	BAK_1984_94	BAK_1995_01	BAK_2002_06	1_2009	п_2009	1_2010	MIGRATION_IND	UH_SN_61_85	09 <sup>-</sup> 0 <sup>-</sup> NS <sup>-</sup> HΩ	UH_SH_86_100	UH_SH_61_85	09 <sup>-</sup> 0 <sup>-</sup> HS <sup>-</sup> HΩ	UH_SN_86_100	UN_SN_61_85	09 <sup>-</sup> 0-NS-ND	UN_SH_86_100	UN_SH_61_85	09 <sup>-</sup> 0-HS-ND	FRANKFURT	WIESBADEN
APREISE_LOG	1,00																																				
WOHNFLAECHE_LOG	0,74	1,0	0																																		
GRUNDFLÄCHE_LOG	0,51	0,4	6 1,00																																		
OZID_BESTAND	0,08	0,0	8 -0,02	1,00																																	
OZID_ERSTBEZUG	0,05	-0,0	5 -0,07	-0,42	1,00	O																															
OZID_RENOVIERUNG	-0,15	-0,0	6 0,04	-0,24	-0,10	5 1,00																															
GEHOBEN_LUXUS	0,19	0,1	2 0,03	0,16	0,19	9 -0,14	1,00	)																													
OBJEKTTYP_RH_DH	-0,33	-0,3	4 -0,46	0,07	0,00	6 -0,01	0,03	1,00																													
TYP_VILLA	0,40	0,3	5 0,30	0,03	0,03	3 -0,01	0,08	-0,20	1,00																												
TYP_SONSTIGE_HAEUSER	0,05	0,1	9 0,01	-0,02	-0,13	3 -0,01	-0,07	-0,42	-0,10	1,00																											
MODERNISIERT	0,07	-0,0	4 -0,13	-0,13	0,40	6 -0,22	0,28	0,12	0,01	-0,13	1,00																										
BAK_BIS_1918	-0,01	0,0	9 -0,04	0,01	-0,12	2 0,11	-0,07	-0,14	0,10	0,12	-0,16	1,00																									
BAK_1919_48	-0,03	-0,0	1 0,05	0,03	-0,10	6 0,13	-0,09	0,01	-0,01	0,04	-0,19	-0,09	1,00																								
BAK_1949_57	-0,05	-0,0	5 0,06	0,04	-0,1	1 0,07	-0,05	-0,01	-0,02	0,01	-0,15	-0,07	-0,10	1,00																							
BAK_1958_68	-0,06	-0,0	6 0,11	0,04	-0,17	7 0,13	-0,09	-0,04	-0,03	0,00	-0,23	-0,10	-0,14	-0,11	1,00																						
BAK_1969_78	-0,02	0,0	3 0,03	0,10	-0,12	2 0,00	-0,03	-0,03	-0,03	0,03	-0,20	-0,09	-0,11	-0,09	-0,14	1,00																					
BAK_1979_83	0,02	0,0	5 0,03	0,09	-0,08	8 -0,01	-0,01	-0,01	0,00	-0,02	-0,14	-0,06	-0,08	-0,07	-0,09	-0,08	1,00																				
BAK_1984_94	0,04	0,0	4 -0,02	0,11	-0,1	1 -0,05	0,01	0,02	0,01	0,02	-0,21	-0,08	-0,11	-0,09	-0,13	-0,11	-0,07	1,00																			
BAK_1995_01	0,02	0,0	2 -0,07	0,14	-0,09	9 -0,07	0,08	0,04	-0,01	0,01	0,01	-0,07	-0,09	-0,08	-0,11	-0,09	-0,06	-0,09	1,00																		
BAK_2002_06	0,01	0,0	0 -0,10	0,09	-0,00	6 -0,06	0,02	0,07	-0,03	-0,02	0,27	-0,06	-0,08	-0,06	-0,09	-0,08	-0,05	-0,07	-0,06	1,00																	
I_2009	-0,03	-0,0	1 0,00	0,00	-0,03	3 0,02	0,00	0,01	0,01	0,03	-0,04	0,02	0,01	0,02	0,02	0,00	0,01	-0,02	-0,01	0,01	1,00																
II_2009	0,01	0,0	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	-0,01	-0,01	0,03	0,00	0,00	0,01	-0,02	0,00	-0,02	0,00	-0,01	0,00	-0,30	1,00															
I_2010	0,03	0,0	0,01	-0,01	-0,0	1 0,00	0,01	-0,02	0,00	-0,02	0,04	-0,02	0,01	-0,03	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,32	-0,33	1,00														
MIGRATION_IND	-0,13	-0,0	4 -0,15	-0,04	0,03	3 0,00	-0,04	0,02	-0,05	0,09	0,03	0,06	0,03	0,07	-0,01	-0,08	-0,04	-0,05	0,01	0,03	0,02	-0,01	-0,01	1,00													
UH_SN_61_85	0,18	0,1	3 0,01	0,02	-0,02	2 0,00	0,00	-0,03	0,09	0,04	-0,07	0,04	0,06	0,03	0,00	-0,01	-0,01	0,00	-0,01	-0,02	0,01	0,03	-0,04	0,04	1,00												
UH_SN_0_60	0,24	0,1	5 0,12	0,01	0,00	0 -0,01	0,03	-0,07	0,09	-0,02	-0,03	-0,03	-0,04	-0,01	0,06	0,02	0,01	0,03	-0,01	-0,02	-0,01	-0,02	0,01	-0,08	-0,08	1,00											
UH_SH_86_100	-0,04	0,0	1 -0,04	-0,01	0,03	3 -0,01	0,00	-0,03	0,01	0,04	-0,01	0,08	0,03	0,01	-0,02	-0,02	-0,01	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01	0,01	-0,02	0,34	-0,04	-0,03	1,00										
UH_SH_61_85	-0,03	-0,0	2 -0,06	-0,03	0,0	5 -0,02	-0,02	0,03	-0,02	0,01	0,04	0,02	-0,03	0,02	0,00	-0,02	-0,01	-0,03	-0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,22	-0,05	-0,04	-0,02	1,00									
UH_SH_0_60	-0,03	-0,0	2 -0,01	-0,01	-0,0	1 0,01	-0,04	0,03	-0,01	-0,03	0,00	-0,01	0,01	0,05	0,01	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,01	-0,01	0,19	-0,03	-0,03	-0,01	-0,02	1,00								
UH_SN_86_100	0,08	0,0	8 -0,06	0,00	-0,02	2 0,02	0,00	-0,04	0,00	0,10	-0,03	0,12	0,06	0,01	-0,02	-0,03	-0,02	-0,03	-0,03	-0,03	0,02	0,00	-0,01	0,12	-0,06	-0,05	-0,03	-0,03	-0,02	1,00							
UN_SN_61_85	-0,07	-0,0	6 0,01	0,01	-0,03	3 0,03	-0,01	0,00	-0,05	0,00	-0,02	-0,02	0,00	-0,02	0,04	0,04	0,01	0,00	0,01	0,00	-0,01	-0,01	0,01	-0,25	-0,17	-0,13	-0,07	-0,09	-0,06	-0,10	1,00					$\neg$	
UN_SN_0_60	0,05	0,0	1 0,09	0,00	0,03	3 -0,04	0,06	-0,02	0,04	-0,06	0,07	-0,11	-0,07	-0,06	-0,06	0,03	0,06	0,05	0,04	0,02	-0,02	-0,01	0,02	-0,29	-0,19	-0,15	-0,08	-0,10	-0,07	-0,12	-0,33	1,00					
UN_SH_86_100	-0,08	-0,0	3 -0,06	-0,01	-0,03	3 0,02	-0,02	-0,02	-0,03	0,05	-0,01	0,08	0,02	0,01	-0,01	-0,01	-0,02	0,00	-0,03	-0,02	0,00	0,01	0,00	0,07	-0,05	-0,04	-0,02	-0,02	-0,02	-0,03	-0,09	-0,10	1,00				
UN_SH_61_85	-0,15	-0,1	0 -0,09	-0,03	-0,0	1 0,03	-0,04	0,07	-0,05	-0,01	0,02	0,03	0,04	0,02	0,00	-0,03	-0,04	-0,02	-0,03	-0,02	0,01	0,00	-0,01	0,17	-0,11	-0,08	-0,05	-0,05	-0,04	-0,06	-0,19	-0,21	-0,05	1,00			
UN_SH_0_60	-0,12	-0,0	8 -0,03	0,02	-0,0	1 -0,01	-0,03	0,07	-0,06	-0,01	-0,01	-0,03	-0,02	0,03	0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,03	0,06	0,01	0,00	0,00	0,21	-0,11	-0,09	-0,05	-0,05	-0,04	-0,07	-0,19	-0,21	-0,06	-0,12	1,00		
FRANKFURT	0,10	0,0	4 -0,09	0,00	-0,0	1 0,01	-0,06	0,06	0,02	0,00	-0,02	0,06	0,06	-0,02	-0,02	-0,03	-0,03	-0,01	-0,02	0,04	0,00	-0,01	-0,01	-0,12	0,14	0,08	0,04	0,16	0,07	0,09	-0,12	-0,15	-0,01	0,06	0,00	1,00	
WIESBADEN	0,11	0,0	5 0,01	0,00	0,0	1 -0,03	0,02	-0,05	0,06	-0,03	0,03	0,04	-0,07	-0,05	-0,05	0,06	0,01	0,04	0,00	-0,03	-0,02	0,03	-0,01	-0,05	-0,06	0,11	0,01	0,00	-0,03	-0,08	-0,13	0,04	0,07	0,03	0,09	-0,30	1,00

Eigene Darstellung. Signifikante Korrelationen auf dem 5%-Signifikanz<br/>niveau sind grau hinterlegt.

Abbildung 50	: Korrelationsm	natrix des	Datensatzes	"Haus	Köln"
--------------	-----------------	------------	-------------	-------	-------

	APREISE_LOG	WOHNFLAECHE_LOG	3RUNDFLÄCHE_LOG	OZID_BESTAND	OZID_ERSTBEZUG	OZID_RENOVIERUNG	3EHOBEN_LUXUS	т_кн_рн	YP_VILLA	YP_SONSTIGE_HAEU	MODERNISIERT_BAUJ AHR_2000	AK_BIS_1918	BAK_1919_48	3AK_1949_57	BAK_1958_68	AK_1969_78	BAK_1979_83	BAK_1984_94	BAK_1995_01	AK_2002_06	2009	-2009	2010	IIGRATION	UH_SN_61_85		_UH_SH_86_100	UH_SH_61_85	09 <sup>-</sup> 0HSH0	K_UN_SN_86_100	_UN_SN_61_85	09 <sup>-</sup> 0 <sup>-</sup> NS <sup>-</sup> NO	K_UN_SH_86_100	K_UN_SH_61_85	K_UN_SH_0_60
N = 4.551 APREISE LOG	1,00	š	5	ő	Ö	ő	Ü	É	Ė	TY P.	Σ̈́Υ	B/	B/	B/	B/	B/	B/	B/	B/	B/	Ŋ	Ħ	ij.	Σ	×	×	×	¥	×	×	×	×	×	×	×
WOHNFLAECHE LOG	0,73	1,00																																	
GRUNDFLÄCHE LOG	0,73	0,43	1,00																																
OZID BESTAND	0,03	0,04	-0,08	1,00																															
OZID_BESTAND	0,09	-0,02	-0,03	-	1,00																												-	-	
OZID RENOVIERUNG	-0,19	-0,02	0,01	-0,25	-0,17	1,00																											-	-	
GEHOBEN LUXUS	0,19	0,09	0,02				1,00																										-	-	
TYP_RH_DH	-0,31	-0,31	-0,44	0,14	-0,01		0,05	1,00																									-	-	
TYP VILLA	0,34	0,27	0,25	-0,01	0,09		0,05	-0,17	1,00																								-	$\rightarrow$	
TYP_SONSTIGE_HAEUSER	0,10	0,23	0,03	_		-0,04			-0,09	1,00																							-	$\rightarrow$	
MODERNISIERT_BAUJAHR	0,12	0,01	-0,08	-0,15	0,51	-0,22	0,33	0,07	0,05	-0,13	1,00																							-	_
BAK_BIS_1918	-0,04	0,07	-0,08	0,00	-0,10				0,01	0,10		1,00																					-	-	-
BAK_1919_48	-0,03	0,00	0,03	0,04	-0,17			0,04	-0,02	0,04			1,00																					-	
BAK_1949_57	-0,02	-0,02	0,05	0,04	-0,13		-0,06		-0,02	0,03				1,00																				-	
BAK_1958_68	-0,12	-0,11	0,06	0,06	-0,20	0,14	-0,12	-0,01	-0,05	0,00	-0,24	-0,09	-0,15	-0,13	1,00																			-	
BAK_1969_78	-0,06	-0,01	-0,01	0,10	-0,13	-0,01	-0,06	-0,01	-0,03	0,04	-0,19	-0,07	-0,11	-0,10	-0,14	1,00																			
BAK_1979_83	0,03	0,07	0,02	0,10	-0,10	-0,01	-0,03	-0,01	0,02	-0,02	-0,15	-0,05	-0,08	-0,07	-0,10	-0,08	1,00																		
BAK_1984_94	0,04	0,04	0,00	0,12	-0,11	-0,04	0,01	0,01	0,01	0,03	-0,20	-0,07	-0,10	-0,09	-0,13	-0,10	-0,07	1,00																	
BAK_1995_01	0,04	0,03	-0,06	0,14	-0,11	-0,08	0,07	0,03	-0,01	0,03	-0,01	-0,06	-0,10	-0,09	-0,12	-0,09	-0,07	-0,09	1,00																
BAK_2002_06	0,04	0,02	-0,09	0,08	-0,07	-0,06	0,02	0,04	-0,02	-0,01	0,26	-0,05	-0,08	-0,07	-0,10	-0,07	-0,05	-0,07	-0,06	1,00															
I_2009	-0,02	0,01	0,01	0,00	-0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	-0,03	0,02	0,00	0,01	0,02	-0,01	0,02	-0,02	0,00	0,04	1,00														
II_2009	0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	-0,01	0,02	0,01	-0,02	0,00	-0,02	-0,01	-0,02	-0,03	-0,30	1,00													
I_2010	0,01	0,00	0,02	-0,03	-0,01	0,00	-0,02	-0,03	-0,01	-0,02	0,02	-0,02	-0,01	-0,02	0,00	0,01	0,00	0,02	-0,01	0,01	-0,33	-0,34	1,00												
MIGRATION	-0,05	0,02	-0,17	-0,03	-0,03	0,02	-0,07	0,02	-0,04	0,11	-0,03	0,08	0,05	0,08	0,02	-0,05	-0,06	-0,05	0,00	0,02	0,02	-0,01	-0,04	1,00											
K_UH_SN_61_85	0,08	0,06	-0,08	0,00	-0,02	0,01	-0,03	-0,01	0,02	0,06	-0,08	0,10	0,13	0,05	-0,01	-0,01	-0,03	-0,04	-0,04	-0,03	0,03	0,02	-0,07	0,26	1,00										
K_UH_SN_0_60	0,03	0,03	0,01	0,01	-0,02	0,00	-0,04	0,02	0,04	0,01	-0,06	-0,03	-0,01	0,02	0,05	0,02	0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,10	-0,07	1,00									
K_UH_SH_86_100	-0,03	0,03	-0,04	0,00	-0,01	-0,02	-0,02	0,01	-0,02	0,04	-0,02	0,04	0,02	0,05	0,01	-0,01	-0,02	-0,03	-0,02	-0,02	-0,01	0,02	-0,02	0,25	-0,04	-0,02	1,00								
K_UH_SH_61_85	-0,04	0,00	-0,03	-0,03	0,01	0,02	-0,02	0,02	-0,02	0,01	-0,01	0,00	-0,01	-0,01	0,05	-0,01	0,00	-0,02	-0,01	-0,01	0,00	0,02	-0,02	0,16	-0,03	-0,02	-0,01	1,00							
K_UH_SH_0_60	-0,04	-0,01	0,00	0,01	-0,01	0,01	-0,02	0,01	-0,01	-0,02	-0,02	-0,01	-0,02	0,01	0,02	0,00	0,04	0,01	-0,02	-0,01	0,01	0,01	-0,02	0,11	-0,02	-0,01	-0,01	0,00	1,00						
K_UN_SN_86_100	-0,03	-0,01	0,01	-0,05	0,07	-0,01	0,02	0,00	-0,03	0,00	0,06	0,02	-0,01	-0,02	-0,02	-0,04	-0,03	-0,02	-0,02	0,01	-0,01	0,01	0,03	-0,06	-0,07	-0,04	-0,02	-0,02	-0,01	1,00					
K_UN_SN_61_85	-0,07	-0,07	-0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	-0,05	-0,03	0,01	0,00	-0,05	0,00	0,04	0,01	-0,01	0,01	0,01	0,00	-0,02	0,00	0,01	-0,25	-0,24	-0,13	-0,08	-0,06	-0,04	-0,14	1,00				
K_UN_SN_0_60	0,08	0,02	0,13	0,02	0,03	-0,05	0,06	-0,02	0,05	-0,07	0,08	-0,12	-0,08	-0,06	-0,07	0,02	0,06	0,06	0,05	0,05	0,00	-0,01	0,03	-0,21	-0,27	-0,14	-0,08	-0,06	-0,04	-0,15	-0,53	1,00			
K_UN_SH_86_100	0,00	0,01	0,01	0,02	-0,03	0,00	-0,01	0,01	0,03	-0,01	-0,03	-0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	-0,01	-0,02	0,00	-0,01	0,00	0,02	-0,02	0,01	-0,02	-0,01	-0,01	0,00	0,00	-0,01	-0,04	-0,04	1,00		
K_UN_SH_61_85	-0,09	-0,07	-0,06	-0,01	-0,04	0,00	-0,04	0,04	-0,03	0,00	0,01	0,02	0,03	-0,03	0,05	-0,01	-0,03	-0,03	-0,03	-0,01	-0,02	0,01	0,00	0,08	-0,06	-0,03	-0,02	-0,01	-0,01	-0,03	-0,11	-0,12	-0,01	1,00	
K_UN_SH_0_60	-0,08	-0,03	0,00	0,01	-0,03	0,00	-0,03	0,00	-0,02	0,03	-0,05	-0,01	0,03	0,02	0,00	0,00	-0,01	0,02	0,01	-0,01	0,01	-0,01	0,04	0,10	-0,06	-0,03	-0,02	-0,01	-0,01	-0,03	-0,11	-0,12	-0,01	-0,03	1

Eigene Darstellung. Signifikante Korrelationen auf dem 5%-Signifikanz<br/>niveau sind grau hinterlegt.

Abbildung 51: Korrelationsmatrix des Datensatzes "Wohnung" VOHNFLAECHE\_LOG OFT\_PENTHOUSE ZID\_ERSTBEZUG JN\_SN\_86\_100 N\_SH\_86\_100 AK\_BIS\_1918 JH\_SH\_86\_100 0 H\_SN\_61\_85 JH\_SH\_61\_85 N\_SN\_61\_85 JN\_SH\_61\_85 09\_0\_NS\_H H\_SH\_0\_60 09<sup>-</sup>0<sup>-</sup>NS<sup>-</sup>NI N\_SH\_0\_60 AK\_1958\_ AK\_1979\_ 3AK\_1984\_ AK\_1995\_ AK\_1919 3AK\_1969 2009 2010 N = 17.489 APREIS\_QM\_LOG 1,00 WOHNFLAECHE LOG 0,41 1,00 OZID\_BESTAND -0,07 -0,12 1,00 OZID\_ERSTBEZUG 0,36 0,26 -0,48 1,00 OZID RENOVIERUNG -0.15 -0.02 -0.22 -0.09 1.00 GEHOBEN\_LUXUS 0,31 0,20 0,09 0,27 -0,11 1,00 BALKON 0.11 0,15 -0,03 0,18 1,00 LOFT\_PENTHOUSE -0,05 0,16 -0,04 0,11 0,07 1,00 MODERNISIERT BAUJAHR -0.08 0.44 -0.12 0.37 0.16 0.12 1.00 BAK\_BIS\_1918 -0,01 0,04 0,04 -0,12 -0,01 -0,07 1,00 BAK\_1919\_48 -0,03 -0,04 0,04 -0,03 -0,08 -0,03 -0,07 -0,09 1,00 BAK\_1949\_57 -0.05 -0.10 -0.01 -0.05 0.06 -0.07 -0.05 -0.03 -0.07 -0.10 -0.06 1.00 BAK 1958 68 -0.21 -0.14 0.02 -0.13 0.07 -0.12 -0.05 -0.06 -0.12 -0.16 -0.10 -0.11 1.00 BAK 1969 78 -0.34 -0.12 0.06 -0.17 0.04 -0.11 0.02 -0.04 -0.17 -0.18 -0.11 -0.12 -0.19 1.00 -0,06 -0,03 0,06 -0,08 -0,04 -0,02 0,00 -0,04 -0,08 -0,08 -0,05 -0,06 -0,09 -0,10 1,00 BAK\_1979\_83 BAK 1984 94 -0.02 -0.06 0.11 -0.12 -0.05 -0.01 0.02 -0.02 -0.17 -0.13 -0.08 -0.09 -0.14 -0.16 -0.07 1.00 BAK\_1995\_01 -0.13 -0.06 0.06 0.06 0.01 -0.05 -0.13 -0.08 -0.09 -0.14 -0.15 -0.07 -0.12 1.00 BAK\_2002\_06 -0.05 -0.04 0.10 0.07 0.05 0.29 -0.08 -0.05 -0.06 -0.09 -0.10 -0.05 -0.08 -0.07 1.00 I\_2009 -0.01 0.00 0.00 -0.02 -0.02 0.01 -0.01 0.01 0.01 0.01 0.02 -0.02 -0.01 0.00 0.00 0.00 1.00 II\_2009 0,00 0,01 0,01 -0,01 0,02 0,01 0,00 0,03 0,00 -0,02 0,00 0,00 0,01 -0,01 -0,01 0,00 0,01 -0,30 1,00 I 2010  $0.00 \quad -0.10 \quad -0.02 \quad 0.01 \quad 0.00 \quad 0.00 \quad -0.13 \quad 0.00 \quad 0.02 \quad 0.20 \quad 0.05 \quad 0.10 \quad 0.01 \quad -0.15 \quad -0.02 \quad -0.06 \quad -0.07 \quad 0.00 \quad 0.00 \quad 0.01 \quad -0.03 \quad 1.00 \quad 0.00 \quad 0.01 \quad -0.03 \quad 0.00 \quad 0.01 \quad -0.03 \quad 0.00 \quad 0.00 \quad 0.01 \quad -0.03 \quad 0.00 \quad 0.0$ MIGRATION UH\_SN\_61\_85 0.21 0.02 -0.02 0.02 -0.01 0.07 0.00 0.03 0.04 -0.02 0.02 0.05 0.01 -0.03 0.00 -0.02 -0.01 0.00 0.01 0.01 -0.02 0.05 1.00 UH SN 0 60  $0.07 \quad 0.06 \quad -0.01 \quad 0.01 \quad 0.00 \quad 0.00 \quad 0.04 \quad 0.03 \quad -0.01 \quad -0.05 \quad -0.04 \quad -0.02 \quad 0.02 \quad 0.01 \quad 0.00 \quad 0.02 \quad 0.01 \quad 0.03 \quad 0.01 \quad -0.01 \quad 0.02 \quad -0.12 \quad -0.14 \quad 1.00 \quad 0.01 \quad 0.00 \quad 0.00 \quad 0.01 \quad 0.00 \quad$  $-0.10 \quad -0.04 \quad 0.00 \quad -0.02 \quad 0.01 \quad -0.02 \quad -0.09 \quad 0.00 \quad -0.02 \quad 0.17 \quad 0.00 \quad 0.04 \quad -0.01 \quad -0.06 \quad -0.01 \quad -0.03 \quad -0.04 \quad -0.03 \quad -0.01 \quad 0.00 \quad 0.00 \quad 0.48 \quad -0.15 \quad -0.06 \quad 1.00 \quad 0.00 \quad$ UH\_SH\_86\_100  $-0.07 \quad -0.04 \quad -0.02 \quad 0.03 \quad 0.00 \quad -0.01 \quad 0.00 \quad 0.01 \quad 0.03 \quad -0.06 \quad -0.03 \quad 0.02 \quad 0.03 \quad 0.01 \quad -0.02 \quad -0.02 \quad 0.00 \quad 0.02 \quad -0.01 \quad 0.00 \quad 0.01 \quad 0.19 \quad -0.13 \quad -0.05 \quad -0.06 \quad 1.00 \quad 0.01 \quad 0.00 \quad 0.$ UH\_SH\_61\_85 UH\_SH\_0\_60  $-0.03 \quad -0.01 \quad 0.00 \quad 0.00 \quad 0.00 \quad -0.03 \quad 0.01 \quad 0.00 \quad -0.01 \quad -0.01 \quad -0.01 \quad -0.01 \quad 0.02 \quad 0.01 \quad 0.01 \quad -0.01 \quad 0.00 \quad -0.02 \quad 0.00 \quad 0.00 \quad 0.00 \quad 0.00 \quad 0.04 \quad -0.04 \quad -0.02 \quad -0.02 \quad -0.02 \quad 1.00 \quad -0.01 \quad -0.01 \quad 0.00 \quad -0.01 \quad -0.0$ UN\_SN\_86\_100  $-0.08 \quad -0.01 \quad 0.02 \quad -0.03 \quad -0.01 \quad 0.01 \quad 0.01 \quad 0.01 \quad -0.01 \quad -0.01 \quad -0.01 \quad -0.01 \quad -0.04 \quad 0.00 \quad -0.03 \quad -0.01 \quad 0.02 \quad 0.04 \quad 0.04 \quad 0.01 \quad 0.00 \quad -0.01 \quad 0.00 \quad -0.01 \quad 0.00 \quad -0.08 \quad -0.09 \quad -0.04 \quad -0.04 \quad -0.03 \quad -0.01 \quad 1.00 \quad -0.01 \quad 0.00 \quad -0.01 \quad 0.00 \quad -0.01 \quad 0.00 \quad -0.01 \quad -0.0$ 

0.03 0.00 -0.02 -0.01 0.06 -0.03 0.00 -0.12 -0.06 -0.07 0.01 0.08 0.02 0.07 0.03 -0.01 0.00 0.01 -0.01 -0.01 -0.01 -0.21 -0.09 -0.10 -0.08 -0.02 -0.05 1.00

 $-0.12 \quad -0.02 \quad -0.01 \quad -0.03 \quad 0.02 \quad -0.03 \quad -0.03 \quad -0.03 \quad -0.03 \quad -0.02 \quad -0.04 \quad 0.01 \quad 0.07 \quad -0.02 \quad -0.02 \quad -0.02 \quad 0.00 \quad 0.02 \quad -0.02 \quad 0.00 \quad 0.01 \quad -0.02 \quad 0.01 \quad -0.02 \quad 0.01 \quad -0.09 \quad -0.04 \quad -0.04 \quad -0.04 \quad -0.03 \quad -0.01 \quad -0.02 \quad -0.05 \quad -0.05 \quad 1.00 \quad -0.05 \quad -0.05$ 

-0.19 - 0.04 - 0.00 - 0.04 - 0.01 - 0.05 - 0.01 - 0.03 - 0.03 - 0.07 - 0.04 - 0.02 - 0.04 - 0.08 - 0.01 - 0.01 - 0.01 - 0.01 - 0.01 - 0.01 - 0.01 - 0.02 - 0.02 - 0.15 - 0.06 - 0.07 - 0.06 - 0.02 - 0.04 - 0.10 - 0.09 - 0.04 1.00

-0.09 -0.01 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.02 0.02 -0.03 -0.06 -0.04 -0.02 0.01 0.01 0.01 0.01 0.03 0.05 0.03 0.01 0.00 0.00 0.00 -0.01 -0.14 -0.06 -0.05 -0.05 -0.02 -0.04 -0.09 -0.08 -0.04 -0.06 -0.06 -0.05

 $0.32 \quad 0.11 \quad -0.07 \quad 0.11 \quad 0.02 \quad 0.04 \quad 0.02 \quad 0.05 \quad 0.06 \quad 0.10 \quad -0.01 \quad 0.00 \quad -0.05 \quad -0.06 \quad -0.05 \quad -0.06 \quad -0.05 \quad -0.04 \quad -0.03 \quad 0.01 \quad -0.01 \quad 0.00 \quad -0.19 \quad 0.04 \quad 0.00 \quad -0.02 \quad 0.09 \quad 0.04 \quad -0.09 \quad -0.14 \quad -0.09 \quad -0.06 \quad -0.03 \quad -0.03 \quad 1.00 \quad -0.01 \quad 0.00 \quad -0.01 \quad -0.01 \quad 0.00 \quad -0.01 \quad$ 

 $-0.07 \quad 0.03 \quad 0.01 \quad 0.03 \quad -0.02 \quad -0.01 \quad 0.04 \quad 0.01 \quad 0.03 \quad -0.02 \quad -0.01 \quad 0.04 \quad 0.01 \quad 0.03 \quad -0.10 \quad -0.06 \quad -0.06 \quad -0.02 \quad 0.05 \quad 0.02 \quad 0.05 \quad 0.02 \quad -0.01 \quad 0.01 \quad 0.03 \quad -0.26 \quad -0.19 \quad -0.08 \quad -0.09 \quad -0.07 \quad -0.02 \quad -0.05 \quad -0.12 \quad 1.00 \quad -0.06 \quad -0.08 \quad -0.08 \quad -0.08 \quad -0.08 \quad -0.08 \quad -0.09 \quad -0.07 \quad -0.08 \quad -0.0$ 

WIESBADEN -0.04 0.05 0.04 -0.05 -0.01 0.01 0.01 0.03 -0.04 0.10 -0.02 -0.04 0.05 0.00 0.02 0.00 0.02 0.00 0.06 -0.01 0.00 -0.01 0.01 -0.01 -0.01 0.13 0.15 0.01 -0.02 -0.01 -0.05 0.02 0.06 0.02 0.20 -0.32 1.00 Eigene Darstellung. Signifikante Korrelationen auf dem 5%-Signifikanzniveau sind grau hinterlegt.

UN SN 61 85

UN\_SN\_0\_60

UN\_SH\_86\_100

UN\_SH\_61\_85 UN\_SH\_0\_60

FRANKFURT

Abbildung 52: Linearitätstest	des Datens	satzes "Wohnung	$_{ m K\"{o}ln}$ "
-------------------------------	------------	-----------------	--------------------

N = 8.651	APREIS_QM_LOG	WOHNFLAECHE _LOG	OZID_BESTAND	OZID_ERSTBEZUG	OZID_RENOVIERU NG	GEHOBEN_LUXUS	3ALKON	COFT_PENTHOUSE	MODERNISIERT_ BAUJAHR_2000	BAK_BIS_1918	BAK_1919_48	BAK_1949_57	BAK_1958_68	BAK_1969_78	BAK_1979_83	BAK_1984_94	BAK_1995_01	BAK_2002_06		п_2009		MIGRATION_IND	Z_UH_SN_61_85	09 <sup>-</sup> 0 <sup>-</sup> NS <sup>-</sup> Hn <sup>-</sup> X	K_UH_SH_86_100	Z_UH_SH_61_85	09 <sup>-</sup> 0 <sup>-</sup> HS <sup>-</sup> HO <sup>-</sup> S	K_UN_SN_86_100	X_UN_SN_61_85	09 <sup>-</sup> 0 <sup>-</sup> NS <sup>-</sup> Nn <sup>-</sup> >	X_UN_SH_86_100	K_UN_SH_61_85	K_UN_SH_0_60
APREIS_QM_LOG	1,00		Ŭ	J	0 7	Ŭ																											
WOHNFLAECHE_LOG	0,31	1,00																															
OZID_BESTAND	-0,06	-0,08	1,00																														
OZID_ERSTBEZUG	0,34	0,22	-0,44	1,00	)																												
OZID_RENOVIERUNG	-0,17	-0,02	-0,22	-0,08	1,00																												
GEHOBEN_LUXUS	0,32	0,21	0,11	0,26	-0,10	1,00																											
BALKON	0,12	0,26	0,10	0,14	-0,02	0,19	1,00																										
LOFT_PENTHOUSE	0,14	0,16	-0,02	0,13	-0,03	0,10	0,07	1,00																									
MODERNISIERT_BAUJAHR_2000	0,34	0,21	-0,06	0,44	-0,12	0,35	0,15	0,10	1,00																								
BAK_BIS_1918	0,18	0,09	0,01	0,02	0,02	0,09	-0,07	0,04	0,00	1,00																							
BAK_1919_48	0,04	0,02	-0,03	-0,04	0,04	-0,02	-0,07	-0,03	-0,04	-0,07	1,00																						
BAK_1949_57	-0,03	-0,09	0,01	-0,06	0,05	-0,06	-0,06	-0,03	-0,05	-0,08	-0,07	1,00																					
BAK_1958_68	-0,19	-0,10	0,01	-0,13	0,08	-0,12	-0,06	-0,06	-0,11	-0,12	-0,12	-0,13	1,00																				
BAK_1969_78	-0,35	-0,08	0,07	-0,17	0,02	-0,11	0,01	0,00	-0,17	-0,13	-0,13	-0,14	-0,22	1,00																			
BAK_1979_83	-0,04	-0,03	0,06	-0,08	-0,01	0,00	0,01	-0,02	-0,08	-0,06	-0,06	-0,06	-0,10	-0,11	1,00																		
BAK_1984_94	0,02	-0,06	0,10	-0,11	-0,05	0,00	0,00	-0,02	-0,17	-0,10	-0,09	-0,10	-0,17	-0,18	-0,08	1,00																	
BAK_1995_01	0,09	-0,02	0,13	-0,11	-0,05	0,06	0,07	-0,01	-0,06	-0,09	-0,08	-0,09	-0,15	-0,16	-0,08	-0,12	1,00																
BAK_2002_06	0,12	0,10	0,07	-0,04	-0,04	0,07	0,05	0,04	0,28	-0,06	-0,05	-0,06	-0,09	-0,10	-0,05	-0,08	-0,07	1,00															
I_2009	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,03	-0,01	0,00	-0,02	0,00	0,00	-0,01	0,02	-0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	1,00														
II_2009	0,02	0,00	0,01	0,01	-0,02	0,01	0,01	-0,01	0,03	-0,02	-0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,31	1,00													
I_2010	-0,01	0,02	0,01	-0,02	0,01	0,05	0,03	0,00	0,00	0,02	-0,01	-0,01	0,00	0,03	0,00	-0,02	-0,01	0,00	-0,32	-0,33	1,00												
MIGRATION	0,12	-0,12	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,14	0,03	0,02	0,19	0,05	0,14	0,04	-0,16	-0,04	-0,06	-0,05	0,03	0,00	0,00	-0,02	1,00											
K_UH_SN_61_85	0,26	-0,03	-0,04	0,06	-0,01	0,06	-0,06	0,05	0,05	0,07	0,03	0,06	0,03	-0,12	0,00	-0,02	-0,04	0,01	0,02	0,01	-0,03	0,32	1,00										
K_UH_SN_0_60	0,00	0,04	0,02	-0,02	0,00	0,00	0,03	0,00	-0,04	-0,04	-0,05	0,01	0,01	0,08	-0,03	-0,03	0,03	0,00	0,00	0,01	0,02	-0,11	-0,16	1,00									
K_UH_SH_86_100	-0,19	-0,10	-0,02	-0,05	0,02	-0,06	-0,09	-0,02	-0,05	-0,01	0,05	0,08	0,02	0,00	-0,01	-0,03	-0,03	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,25	-0,13	-0,04	1,00								
K_UH_SH_61_85	-0,10	-0,03	-0,01	0,00	0,01	-0,06	0,00	0,01	0,00	-0,03	-0,02	0,01	0,04	0,01	-0,01	-0,03	0,00	0,04	0,00	0,01	0,01	0,21	-0,11	-0,04	-0,03	1,00							
K_UH_SH_0_60	-0,03	-0,01	0,00	-0,01	0,03	-0,02	0,01	-0,01	-0,02	-0,01	-0,01	0,03	0,02	0,00	-0,01	-0,01	-0,01	0,01	-0,02	-0,01	0,04	0,03	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01	1,00						
K_UN_SN_86_100	-0,06	0,01	0,01	0,00	-0,01	0,00	0,01	-0,01	0,02	-0,03	-0,03	-0,05	-0,03	0,01	0,03	0,05	0,00	0,04	0,00	0,00	0,01	-0,11	-0,13	-0,04	-0,03	-0,03	-0,01	1,00					
K_UN_SN_61_85	-0,11	0,07	0,02	0,03	0,00	0,00	0,08	0,00	0,02	-0,09	-0,09	-0,09	-0,04	0,11	0,00	0,06	0,03	-0,01	0,00	-0,01	0,00	-0,43	-0,31	-0,11	-0,09	-0,07	-0,02	-0,08	1,00				
K_UN_SN_0_60	-0,11	0,03	0,04	-0,04	-0,01	-0,01	0,05	-0,01	-0,03	-0,09	-0,08	-0,07	-0,01	0,05	0,02	0,06	0,07	0,00	-0,01	0,02	0,03	-0,30	-0,25	-0,09	-0,07	-0,06	-0,01	-0,07	-0,17	1,00			
K_UN_SH_86_100	-0,08	0,01	-0,01	-0,01	0,04	-0,02	0,02	-0,01	-0,02	-0,02	-0,01	-0,02	0,02	0,05	-0,01	0,00	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,02	-0,04	-0,05	-0,02	-0,01	-0,01	0,00	-0,01	-0,03	-0,03	1,00		
K_UN_SH_61_85	-0,13	-0,01	-0,01	-0,01	0,02	-0,05	0,00	-0,01	-0,02	-0,03	-0,04	-0,02	0,06	0,07	-0,01	-0,04	-0,03	-0,01	0,01	0,00	0,00	-0,02	-0,11	-0,04	-0,03	-0,03	-0,01	-0,03	-0,07	-0,06	-0,01	1,00	
K_UN_SH_0_60	-0,09	0,00	-0,01	-0,02	0,01	-0,04	-0,02	-0,02	-0,03	-0,01	-0,02	0,01	0,03	0,04	-0,01	-0,03	0,00	-0,02	0,01	-0,01	0,00	0,03	-0,07	-0,02	-0,02	-0,02	0,00	-0,02	-0,05	-0,04	-0,01	-0,02	1,00

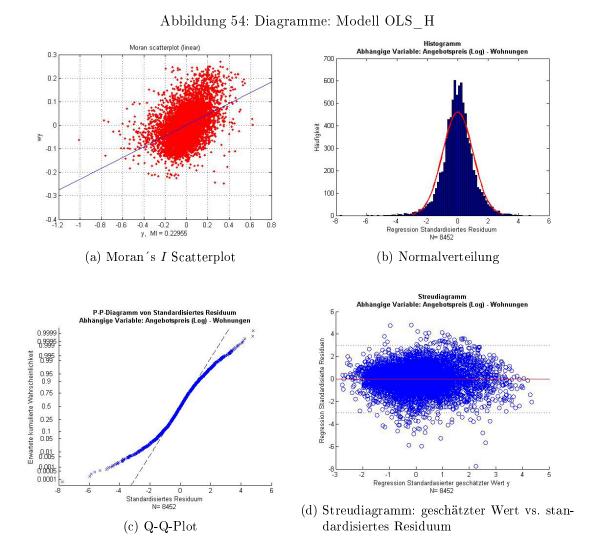
Eigene Darstellung. Signifikante Korrelationen auf dem 5%-Signifikanz<br/>niveau sind grau hinterlegt.

## B.3. Ergebnisse der ökonometrischen Analyse

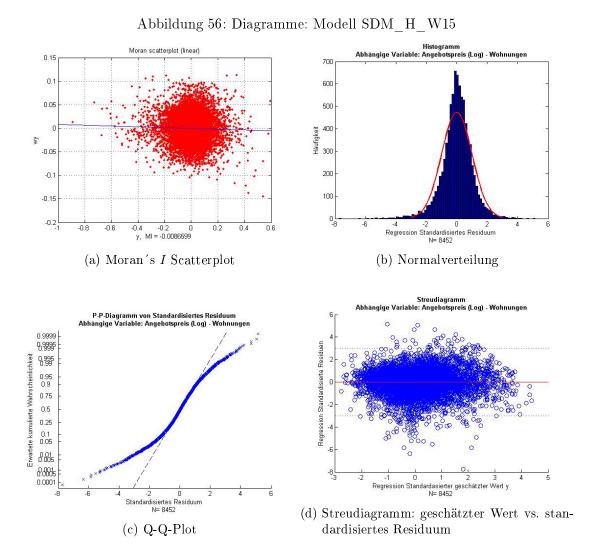
Abbildung 53: Koeffizienten der Modelle OLS\_H und SDM\_H\_W15

•	o OL:	S_H					SDM 1	H_W15	_	_		
Abhängige Variable:	X	t-Wert	X	t-Wert	W*X	t-Wert	Direkte		Indirekte	t-Wert		t-Wert
APREIS_LOG	2.20	110.55	0.06	12.26			Effekte		Effekte		Effekte	
KONSTANTE	3,28	118,66	0,96	12,36	0.43	2.60	0.72	CO 47	0.75	10.53	4.40	20.44
WOHNFLAECHE_LOG	0,80	69,38	0,71	68,49	-0,13	-3,60	0,73	68,47	0,75	10,52	1,48	20,14
GRUNDFLAECHE_LOG	0,19	27,09	0,19	29,39	-0,21	-13,32	0,18	27,07	-0,24	-6,59	-0,06	-1,56
OZID_BESTAND	0,02	5,85	0,03	8,51	-0,04	-3,59	0,03	7,81	-0,05	-1,94	-0,02	-0,84
OZID_ERSTBEZUG	0,02	3,72	0,02	5,00	-0,02	-1,66	0,02	5,17	-0,01	-0,53	0,01	0,31
OZID_RENOVIERUNGS	-0,06	-10,71	-0,06	-11,59	0,02	1,41	-0,06	-11,00		-0,62	-0,09	-1,86
GEHOBEN_LUXUS	0,03	8,84	0,03	7,85	-0,01	-1,21	0,03	8,07	0,01	0,40	0,04	1,45
TYP_REIHENHAUS	-0,02	-6,04	-0,02	-6,11	-0,01	-0,78	-0,02	-6,19	-0,05	-2,29	-0,07	-3,16
TYP_VILLA	0,11	14,27	0,08	11,64	-0,01	-0,37	0,08	11,29	0,10	1,87	0,18	3,31
TYP_SONSTI_HAEUSER		5,39	-0,02	-4,75	-0,03	-2,23	-0,02	-5,20	-0,10	-3,01	-0,12	-3,50
MODERNISIERT	0,01	1,10	0,00	0,93	0,01	0,70	0,00	1,04	0,03	0,82	0,04	0,91
BAK_BIS_1918	-0,08	-8,88	-0,08	-10,14	0,08	3,66	-0,08	-9,60	0,08	1,53	0,00	0,05
BAK_1919_48	-0,04	-5,09	-0,05	-7,20	0,09	4,80	-0,05	-6,58	0,15	3,32	0,11	2,22
BAK_1949_57	-0,04	-4,66	-0,05	-7,24	0,07	3,14	-0,05	-6,93	0,08	1,70	0,03	0,59
BAK_1958_68	-0,04	-6,22	-0,05	-7,57	0,06	3,24	-0,05	-7,45	0,07	1,64	0,03	0,54
BAK_1969_78	-0,06	-7,86	-0,06	-8,09	0,05	2,78	-0,06	-7,93	0,05	1,00	-0,01	-0,14
BAK_1979_83	-0,04	-5,10	-0,04	-5,46	0,03	1,36	-0,04	-5,36	0,01	0,21	-0,03	-0,55
BAK_1984_94	-0,02	-2,24	-0,02	-2,43	0,04	1,81	-0,02	-2,13	0,07	1,33	0,05	0,97
BAK_1995_01	-0,01	-1,04	-0,01	-1,96	0,02	1,41	-0,01	-1,73	0,04	0,92	0,03	0,61
BAK_2002_06	0,01	1,27	0,00	-0,39	0,02	1,31	0,00	-0,21	0,05	1,27	0,05	1,18
I_2009	0,00	-0,63	0,00	-0,91	0,00	-0,37	0,00	-1,05	-0,02	-0,51	-0,02	-0,61
II_2009	0,01	2,61	0,01	1,90	0,01	0,61	0,01	2,06	0,03	1,07	0,04	1,26
I_2010	0,02	4,00	0,01	3,30	0,01	0,82	0,01	3,23	0,04	1,49	0,05	1,88
MIGRATION	0,00	-0,01	0,00	-3,09	0,00	1,82	0,00	-3,23	0,00	0,16	0,00	-3,59
UH_SN_61_85	0,11	10,87	0,00	0,21	0,03	1,51	0,01	0,38	0,09	2,75	0,100	3,50
UH_SN_0_60	0,12	11,72	0,03	1,47	0,03	1,19	0,03	1,74	0,11	3,06	0,146	4,56
UH_SH_86_100	-0,04	-2,43	0,00	-0,06	-0,02	-0,45	0,00	-0,10	-0,04		-0,043	-1,08
UH_SH_61_85	0,00	0,13	0,02	0,90	0,02	0,56	0,03	1,04	0,08	1,63	0,102	2,62
UH_SH_0_60	-0,01	-0,52	0,04	1,44	-0,01	-0,27	0,04	1,50	0,04	0,70	0,079	1,66
UN_SN_86_100	0,11	9,73	-0,02	-0,83	0,08	2,95	-0,01	-0,66	0,16	3,99	0,150	4,22
UN_SN_61_85	0,03	3,54	0,01	1,28	0,01	0,60	0,02	1,48	0,05	1,50	0,062	2,15
UN_SN_0_60	0,04	4,19	0,01	1,01	0,01	0,69	0,01	1,14	0,05	1,69	0,064	2,41
UN_SH_86_100	-0,03	-2,77	0,02	1,06	-0,03	-0,98	0,02	1,04	-0,03		-0,007	-0,19
UN_SH_61_85	-0,02	-2,01	0,01	0,79	0,00	0,14	0,02	0,82	0,03	0,88	0,045	1,60
UN_SH_0_60	0,07	16,78	0,02	0,93	0,00	0,21	0,02	0,99	0,04	1,11	0,056	1,92
FRANKFURT	-0,02	-1,72										
WIESBADEN	0,06	16,21										
rho			0,60	39,00								
			_									
N = 8.452		OI				SE	M_H_W	/15				
R2 (angepasst)		0,0					0,76	0	h	1'1 1 7	E 4 / 16	22)
AICc		-2.01					12.194,0		Log-Like 10.243,04		rest (ar:	33):
Log-Likelihood SSE			5,00 ,16				6.166,52 130,83	,	*statistisc		Elromt ou	f dam
Breusch-Pagan (lm)			5,30*				130,83		1%-Nivea		ikant au	i dem
Residuen Morans's I	0.22	9 (t-stat: 0		W15)		-0.00	9 (t-stat:	-2.28)	11 /0-111VC	ıu		
MAPE (Euro)	3,22	23,		10)		5,00	22,3%	_,_0,				
MAE (Euro)		99.006				9:	3.992 Eu	ro				
• •												

Eigene Darstellung.



Eigene Darstellung.

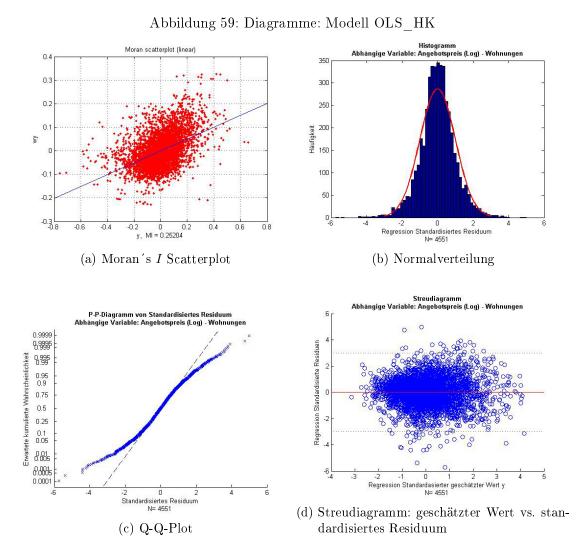


Eigene Darstellung.

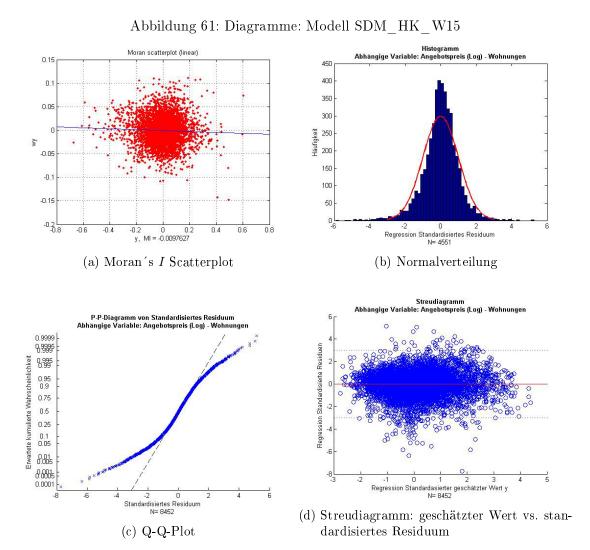
Abbildung 58: Koeffizienten der Modelle OLS\_HK und SDM\_HK\_W15

Part	TISSIIG GIIG	OLS			GO1 1/1			SDM_H	K_W15				
NONSTANTE   3,29   8,506   1,02   9,38	Abhängige Variable:	X	t-Wert	X	t-Wert	W*X	t-Wert				-Wert	Total	t-Wert
WOHNFLAECHE_LOG	APREIS_LOG							Effekte		Effekte		Effekte	
GRUNDFLAECHE_LOG	KONSTANTE		i										
OZID_BESTAND         0,01         2,36         0,02         4,52         -0,04         -2,63         0,02         4,02         -0,06         -1,86         -0,04         -1,25           OZID_ERSTDEZUG         0,01         0,877         0,01         1,61         0,00         0,23         0,01         1,75         0,02         -0,68         -0,05         -2,54           GEHOBEN_LUXUS         0,04         8,05         0,04         7,67         0,00         -0,16         0,04         8,03         0,04         1,19         0,08         2,23           TYP_REHHENHAUS         -0,02         -4,45         0,02         -4,24         0,01         -0,55         -0,02         -4,28         -0,04         -1,51         -0,06         -2,17         -0,06         -2,17         -0,01         -0,23         -0,01         -2,54         -0,03         -0,58         0,04         -2,53         -0,01         -2,54         -0,03         -0,58         -0,04         -0,86           MODERNISIERT         0,01         0,93         0,01         1,42         -0,02         -0,79         -0,03         -0,58         -0,04         -0,33         -0,11         -0,43         -0,58         -0,04         -0,04         -0,04 </td <td>WOHNFLAECHE_LOG</td> <td></td> <td>i</td> <td></td> <td></td> <td>-0,06</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>	WOHNFLAECHE_LOG		i			-0,06							
OZID_ERSTBEZUG 0,01 0,87 0,01 1,61 0,00 0,23 0,01 1,75 0,02 0,56 0,03 0,82 OZID_RENOVIERUNGS 0,07 -8,65 0,06 9,58 0,00 0,05 -0,07 -9,30 -0,08 -1,46 -0,15 -2,54 GEHOBEN_LUXUS 0,04 8,05 0,04 7,67 0,00 -0,16 0,04 8,03 0,04 1,19 0,08 2,23 TYP_REIHENHAUS 0,02 -4,45 0,02 -4,45 0,00 -4,01 0,055 -0,02 4,28 0,04 -1,51 -0,06 -2,17 TYP_VILLA 0,13 10,45 0,08 7,84 0,04 1,16 0,09 7,83 0,19 2,42 0,28 3,38 TYP_SONST_HAEUSER 0,02 -2,79 0,01 2,50 0,00 -0,23 -0,01 -2,54 -0,03 -0,68 0,04 0,86 MODERNISIERT 0,01 0,93 0,01 1,42 0,02 -0,78 0,01 1,23 -0,03 -0,61 -0,02 -0,22 BAK_BIS_1918 0,09 -6,73 0,09 -7,65 0,04 0,97 0,09 -7,47 0,03 -0,11 1,68 0,07 0,96 BAK_1919_48 0,04 4,01 0,04 4,49 0,05 2,33 0,04 4,53 0,11 1,68 0,07 0,96 BAK_1949_57 0,03 -2,51 0,05 4,84 0,08 2,30 0,04 4,53 0,11 1,68 0,07 0,96 BAK_1969_78 0,04 4,01 0,04 4,49 0,07 2,40 -0,04 4,33 0,10 1,57 0,06 0,89 BAK_198_94 0,02 -1,32 0,00 -2,10 0,00 -2,10 0,00 0,03 1,04 1,16 0,00 1,15 0,06 0,89 BAK_198_94 0,02 -1,32 0,00 -0,31 0,01 1,33 0,00 0,03 0,01 1,31 0,02 0,31 0,04 BAK_198_95 0,00 0,00 0,31 0,01 0,13 0,00 0,33 0,00 1,13 0,00 0,31 0,01 1,34 0,00 0,10 0,10 1,49 0,03 0,63 BAK_2002_06 0,02 1,32 0,00 0,49 0,01 1,31 0,00 0,35 0,00 0,31 0,00 0,31 0,00 0,30 0,00 0,30 0,00 0,31 0,00 0,30	GRUNDFLAECHE_LOG		· i										
OZID_RENOVIERUNGS         -0,07         -8,65   -0,06         -9,58   0,00         -0,05   -0,07   -9,30   -0,08   -1,46   -0,15   -2,54           GEHOBEN_LUXUS         0,04   8,05   0,04   7,67   0,00   -0,16   0,04   8,03   0,04   1,19   0,08   2,23           2,23   -2,17           2,23   -2,17           2,24   -0,01   -0,55   -0,02   -4,28   -0,04   -1,51   -0,06   -2,17           2,21   -2,17           2,21   -2,24   -2,28   -2,21           2,21   -2,24   -2,28   -2,21           2,21   -2,24   -2,28   -2,21           2,21   -2,24   -2,28   -2	OZID_BESTAND	0,01	2,36	0,02	4,52	-0,04	-2,63	0,02	4,02	-0,06	-1,86	-0,04	-1,25
GEHOBEN_LUXUS         0,04         8,05         0,04         7,67         0,00         -0,16         0,04         8,03         0,04         1,19         0,08         2,23           TYP_REIHENHAUS         -0,02         -4,45         -0,02         -4,24         -0,01         -0,55         -0,02         -4,28         -0,04         -1,51         -0,06         -2,17           TYP_SONST HAEUSER         -0,02         -2,79         -0,01         -2,50         0,00         -0,23         -0,01         -2,58         -0,00         -2,54         -0,03         -0,58         -0,04         -0,86           MODERNISIERT         0,01         -0,93         0,01         1,42         -0,02         -0,78         0,01         1,23         -0,03         -0,61         -0,04         -0,42           BAK_191948         -0,04         -3,35         -0,05         -4,84         0,08         2,53         -0,04         -4,59         0,11         1,68         0,07         0,04           BAK_1949.57         -0,03         -2,51         -0,04         -3,94         0,08         2,80         -0,04         -3,59         0,13         2,14         0,10         1,49           BAK_19578         -0,05         -	OZID_ERSTBEZUG	0,01	0,87	0,01	1,61	0,00	0,23	0,01	1,75	0,02	0,56	0,03	0,82
TYP_REIHENHAUS         -0,02         -4,45         -0,02         -4,24         -0,01         -0,55         -0,02         -4,28         -0,04         -1,51         -0,06         -2,17           TYP_VILLA         0,13         10,45         0,08         7,84         0,04         -1,16         0,09         7,83         0,19         2,42         2,28         3,38           TYP_SONST_HAEUSER         -0,00         -2,79         -0,01         -2,50         0,00         -0,23         -0,01         -2,54         -0,03         -0,561         -0,02         -0,78         0,01         -2,23         -0,03         -0,561         -0,02         -0,78         0,01         -2,23         -0,03         -0,51         -0,09         -7,65         0,04         -0,77         -0,03         -0,61         -0,02         -0,28           BAK_1919_48         -0,04         -3,35         -0,05         -4,84         0,08         2,53         -0,04         -4,53         0,11         1,68         0,07         0,96           BAK_1949_57         -0,05         -4,85         -0,05         -5,14         0,05         1,60         -0,05         -5,99         0,04         0,60         -0,01         -1,49           BAK	OZID_RENOVIERUNGS	-0,07	-8,65	-0,06	-9,58	0,00	0,05	-0,07	-9,30	-0,08	-1,46	-0,15	-2,54
TYP_VILLA         0,13         10,45         0,08         7,84         0,04         1,16         0,09         7,83         0,19         2,42         0,28         3,38           TYP_SONST_HAEUSER         -0,02         -2,79         -0,01         -2,50         0,00         -0,23         -0,01         -2,54         -0,03         -0,58         -0,04         -0,82           MODERNISIERT         0,01         0,93         0,01         1,42         -0,02         -0,78         0,01         1,23         -0,03         -0,61         -0,02         -0,42           BAK_BIS_1918         -0,09         -6,73         -0,09         -7,65         0,04         0,97         -0,09         -7,47         -0,03         -0,41         -0,13         -1,43           BAK_1919_48         -0,04         -3,35         -0,05         -4,84         0,08         2,53         -0,04         -4,53         0,11         1,68         0,07         0,96           BAK_1945_57         -0,03         -2,511         -0,04         -4,49         0,07         2,40         -0,04         -4,33         0,01         1,57         0,06         0,68           BAK_198_58         -0,04         -3,60         -0,55         -4,38<		0,04	8,05	0,04	7,67	0,00	-0,16	0,04	8,03	0,04	1,19	0,08	2,23
TYP_SONST_HAEUSER         -0,02         -2,79         -0,01         -2,50         0,00         -0,23         -0,01         -2,54         -0,03         -0,58         -0,04         -0,86           MODERNISIERT         0,01         0,93         0,01         1,42         -0,02         -0,78         0,01         1,23         -0,03         -0,61         -0,02         -0,42           BAK_BIS_1918         -0,09         -6,73         -0,09         -7,65         0,04         0,97         -0,09         -7,47         -0,03         -0,41         -0,13         -1,43           BAK_1919_48         -0,04         -3,35         -0,04         -3,94         0,08         2,53         -0,04         -3,59         0,13         2,14         0,10         1,49           BAK_1958_68         -0,04         -4,85         -0,05         -5,14         0,05         1,60         -0,05         -5,09         0,04         0,60         -0,01         -1,99           BAK_1957_83         -0,04         -3,60         -0,05         -5,14         0,05         -5,09         0,04         0,00         -0,13         -0,14         -4,36         0,01         1,99         -0,01         -1,14         -0,02         -0,13 <td< td=""><td>TYP_REIHENHAUS</td><td>-0,02</td><td>-4,45</td><td>-0,02</td><td>-4,24</td><td>-0,01</td><td>-0,55</td><td></td><td>-4,28</td><td>-0,04</td><td>-1,51</td><td>-0,06</td><td>-2,17</td></td<>	TYP_REIHENHAUS	-0,02	-4,45	-0,02	-4,24	-0,01	-0,55		-4,28	-0,04	-1,51	-0,06	-2,17
MODERNISIERT         0,01         0,93         0,01         1,42         -0,02         -0,78         0,01         1,23         -0,03         -0,61         -0,02         -0,42           BAK_BIS_1918         -0,09         -6,73         -0,09         -7,65         0,04         0,97         -0,09         -7,47         -0,03         -0,41         -0,13         -1,43           BAK_1919_48         -0,04         -3,35         -0,05         -4,84         0,08         2,80         -0,04         -4,53         0,11         1,68         0,07         0,96           BAK_1958_68         -0,04         -4,01         -0,04         -4,94         0,07         2,40         -0,04         -4,33         0,10         1,57         0,06         0,89           BAK_1959_78         -0,05         -4,85         -0,05         -5,14         0,05         1,60         -0,05         5,09         0,04         0,60         -0,01         -0,15           BAK_1969_78         -0,05         -4,85         -0,05         -5,14         0,05         1,60         -0,05         5,09         0,04         0,60         0,01         0,15           BAK_1969_78         -0,02         -0,22         -1,33         0,00	TYP_VILLA	0,13	10,45	0,08		0,04	1,16	0,09	7,83	0,19	2,42	0,28	3,38
BAK_BIS_1918         -0,09         -6,73         -0,09         -7,65         0,04         0,97         -0,09         -7,47         -0,03         -0,41         -0,13         -1,43           BAK_1919_48         -0,04         -3,35         -0,05         -4,84         0,08         2,53         -0,04         -4,53         0,11         1,68         0,07         0,96           BAK_1949_57         -0,03         -2,51         -0,04         -3,94         0,08         2,80         -0,04         -3,59         0,13         2,14         0,10         1,49           BAK_1958_68         -0,04         -4,01         -0,05         -5,14         0,05         1,60         -0,05         -5,09         0,04         0,60         -0,01         -0,13           BAK_1998_98         -0,04         -3,60         -0,05         -4,38         0,03         1,02         -0,05         -4,36         0,01         0,19         -0,03         -0,44           BAK_1984_94         -0,02         -1,32         -0,02         -2,00         0,04         1,16         -0,02         -1,82         0,03         0,04         0,51           BAK_2002_06         0,02         1,52         0,00         -0,13         0,04	TYP_SONST_HAEUSER	-0,02	-2,79	-0,01	-2,50	0,00	-0,23	-0,01	-2,54	-0,03	-0,58	-0,04	-0,86
BAK_1919_48         -0,04         -3,35         -0,05         -4,84         0,08         2,53         -0,04         -4,53         0,11         1,68         0,07         0,96           BAK_1949_57         -0,03         -2,51         -0,04         -3,94         0,08         2,80         -0,04         -3,59         0,13         2,14         0,10         1,49           BAK_1958_68         -0,04         -4,01         -0,04         -4,49         0,07         2,40         -0,04         -4,33         0,10         1,57         0,06         0,89           BAK_1969_78         -0,05         -4,85         -0,05         -5,14         0,05         1,60         -0,05         -5,09         0,04         -6,60         -0,01         -0,15           BAK_1979_83         -0,04         -3,60         -0,05         -4,38         0,03         1,02         -0,05         -4,86         0,01         0,19         -0,03         -0,01           BAK_1985_01         0,00         -0,31         -0,01         -1,33         0,00         -0,03         -0,01         -1,31         -0,02         -0,31         -0,03           BAK_2002_06         0,01         0,02         1,52         0,00         -0,13	MODERNISIERT	0,01	0,93	0,01	1,42	-0,02	-0,78	0,01	1,23	-0,03	-0,61	-0,02	-0,42
BAK_1949_57         -0,03         -2,51         -0,04         -3,94         0,08         2,80         -0,04         -3,59         0,13         2,14         0,10         1,49           BAK_1958_68         -0,04         -4,01         -0,04         -4,49         0,07         2,40         -0,04         -4,33         0,10         1,57         0,06         0,89           BAK_1969_78         -0,05         -4,85         -0,05         -5,14         0,05         -5,09         0,04         0,06         -0,01         -0,15           BAK_1984_94         -0,02         -1,32         -0,02         -2,00         0,04         1,16         -0,02         -1,82         0,03         -0,4         0,51           BAK_1984_95         0,00         -0,31         -0,01         -1,33         0,00         -0,03         -0,01         -1,82         0,03         0,04         0,15         1,82         0,00         0,01         0,01         0,01         0,01         1,49           1_2009         -0,01         -1,84         -0,01         -1,81         0,00         -0,18         -0,01         -1,54         0,03         -0,01           1_2010         0,01         0,04         0,01         1,05<	BAK_BIS_1918	-0,09	-6,73	-0,09	-7,65	0,04	0,97	-0,09	-7,47	-0,03	-0,41	-0,13	-1,43
BAK_1958_68         -0,04         -4,01         -0,04         -4,49         0,07         2,40         -0,04         -4,33         0,10         1,57         0,06         0,89           BAK_1969_78         -0,05         -4,85         -0,05         -5,14         0,05         1,60         -0,05         -5,09         0,04         0,60         -0,01         -0,15           BAK_1979_83         -0,04         -3,60         -0,05         -4,38         0,03         1,02         -0,05         -4,36         0,01         0,19         -0,03         -0,44           BAK_1984_94         -0,02         -1,32         -0,02         -2,00         0,04         1,16         -0,02         -1,82         0,05         0,89         0,04         0,51           BAK_2002_06         0,02         1,52         0,00         -0,13         0,04         1,54         0,00         0,10         1,54         0,01         1,49           1_2009         0,01         -1,84         -0,01         -1,81         0,00         -0,18         -0,01         -1,92         -0,02         -4,44         -0,03         -0,63           1_2010         0,00         0,69         0,00         0,35         0,01         0,97<	BAK_1919_48	-0,04	-3,35	-0,05	-4,84	0,08	2,53	-0,04	-4,53	0,11	1,68	0,07	0,96
BAK_1969_78         -0,05         -4,85         -0,05         -5,14         0,05         1,60         -0,05         -5,09         0,04         0,60         -0,01         -0,15           BAK_1979_83         -0,04         -3,60         -0,05         -4,38         0,03         1,02         -0,05         -4,36         0,01         0,19         -0,03         -0,44           BAK_1984_94         -0,02         -1,32         -0,02         -2,00         0,04         1,16         -0,02         -1,82         0,05         0,80         0,04         0,51           BAK_1995_01         0,00         -0,31         -0,01         -1,33         0,00         -0,03         -0,01         -1,31         -0,02         -0,31         -0,03         -0,50           BAK_2002_06         0,02         1,52         0,00         -0,13         0,04         1,54         0,00         0,10         1,49	BAK_1949_57	-0,03	-2,51	-0,04	-3,94	0,08	2,80	-0,04	-3,59	0,13	2,14	0,10	1,49
BAK_1979_83         -0,04         -3,60         -0,05         -4,38         0,03         1,02         -0,05         -4,36         0,01         0,19         -0,03         -0,44           BAK_1984_94         -0,02         -1,32         -0,02         -2,00         0,04         1,16         -0,02         -1,82         0,05         0,80         0,04         0,51           BAK_1995_01         0,00         -0,31         -0,01         -1,33         0,00         -0,01         -1,31         -0,02         -0,31         -0,03         -0,50           BAK_2002_06         0,02         1,52         0,00         -0,13         0,04         1,54         0,00         0,10         0,10         1,54         0,10         1,49           L2009         -0,01         -1,84         -0,01         1,81         0,00         -0,18         -0,01         -1,92         -0,02         -0,44         -0,03         -0,63           L2010         0,00         0,69         0,00         0,35         0,01         0,97         0,00         0,48         0,03         1,04         0,04         1,06           MH_SN_61_85         0,01         0,67         0,02         1,89         -0,03         -1,63	BAK_1958_68	-0,04	-4,01	-0,04	-4,49	0,07	2,40	-0,04	-4,33	0,10	1,57	0,06	0,89
BAK_1984_94	BAK_1969_78	-0,05	-4,85	-0,05	-5,14	0,05	1,60	-0,05	-5,09	0,04	0,60	-0,01	-0,15
BAK_1995_01	BAK_1979_83	-0,04	-3,60	-0,05	-4,38	0,03	1,02	-0,05	-4,36	0,01	0,19	-0,03	-0,44
BAK_2002_06  0,02	BAK_1984_94	-0,02	-1,32	-0,02	-2,00	0,04	1,16	-0,02	-1,82	0,05	0,80	0,04	0,51
I_2009	BAK_1995_01	0,00	-0,31	-0,01	-1,33	0,00	-0,03	-0,01	-1,31	-0,02	-0,31	-0,03	-0,50
II   2009	BAK_2002_06	0,02		0,00	-0,13	0,04	1,54	0,00	0,10			0,10	1,49
I_2010         0,00         0,69          0,00         0,35         0,01         0,97         0,00         0,48         0,03         1,04         0,04         1,06           MIGRATION         0,00         -2,43         0,00         0,72         0,00         -1,10         0,00         0,74         0,00         -1,48         0,00         -1,67           UH_SN_61_85         0,01         0,67         0,02         1,89         -0,03         -1,63         0,02         1,89         -0,04         -1,16         -0,02         -0,50           UH_SN_060         -0,03         -2,14         0,03         1,42         -0,06         -2,00         0,03         1,43         -0,09         -1,94         -0,07         -1,54           UH_SH_86_100         -0,09         -4,34         0,03         0,94         -0,10         -2,30         0,03         0,80         -0,19         -3,00         -0,16         -3,03           UH_SH_61_85         -0,09         -3,71         0,02         0,54         -0,07         -1,51         0,02         0,46         -0,14         -1,59         -0,12         -1,50           UH_SH_060         -0,13         -3,49         -0,03         -0,78         -0,01	I_2009		i										
MIGRATION         0,00         -2,43         0,00         0,72         0,00         -1,10         0,00         0,74         0,00         -1,48         0,00         -1,67           UH_SN_61_85         0,01         0,67         0,02         1,89         -0,03         -1,63         0,02         1,89         -0,04         -1,16         -0,02         -0,50           UH_SN_0_60         -0,03         -2,14         0,03         1,42         -0,06         -2,00         0,03         1,43         -0,09         -1,94         -0,07         -1,54           UH_SH_86_100         -0,09         -4,34         0,03         0,94         -0,10         -2,30         0,03         0,80         -0,19         -3,00         -0,16         -3,03           UH_SH_61_85         -0,09         -3,71         0,02         0,54         -0,07         -1,51         0,02         0,46         -0,14         -1,59         -0,12         -1,50           UH_SH_0_60         -0,13         -3,49         -0,03         -0,78         -0,01         -0,12         -0,04         -0,94         -0,07         -0,29         -0,10         -0,47           UN_SN_86_100         -0,09         -6,13         0,01         0,77	II_2009		i										
UH_SN_61_85	I_2010		i i										
UH_SN_0_60	MIGRATION		' i										
UH_SH_86_100	UH_SN_61_85		. i										
UH_SH_61_85													
UH_SH_0_60			i										
UN_SN_86_100													
UN_SN_61_85	UH_SH_0_60												
UN_SN_0_60			' i										
UN_SH_86_100			' i										
UN_SH_61_85													
UN_SH_0_60			i										
rho 0,56 24,91 N = 4.551 OLS SDM_H_W15			i										
N = 4.551 OLS SDM_H_W15		-0,12	-7,63			-0,01	-0,19	-0,04	-1,65	-0,06	-1,10	-0,09	-2,10
	rho			0,56	24,91								
	N 4.551		OI	c			CD		1.5				
							SD		15				
AICc -895,12 -6.596,90 Log-Likelihood-Test (df: 35):							_			Log-Likeli	ihood-	Test (df:	35).
Log-Likelihood 482,84 3.368,51 5.771,04*												rest (ur.	33).
SSE 79,28 66,27 *statistisch signifikant auf dem	_									1		fikant au	ıf dem
Breusch-Pagan (lm) 860,20* 1%-Niveau								,				munt uu	i deiii
Residuen Morans's I 0,252 (t-stat: 50,82) (W15) -0,009 (t-stat: -1,87)	<b>C</b> , ,	0,252			W15)		-0,009	9 (t-stat: -					
MAPE (Euro) 23,6% 21,5%	MAPE (Euro)		23,6	5%									
MAE (Euro) 91.831 Euro 82.523 Euro	MAE (Euro)		91.831	Euro			82	2.523 Eur	ю				

Eigene Darstellung.



Eigene Darstellung.

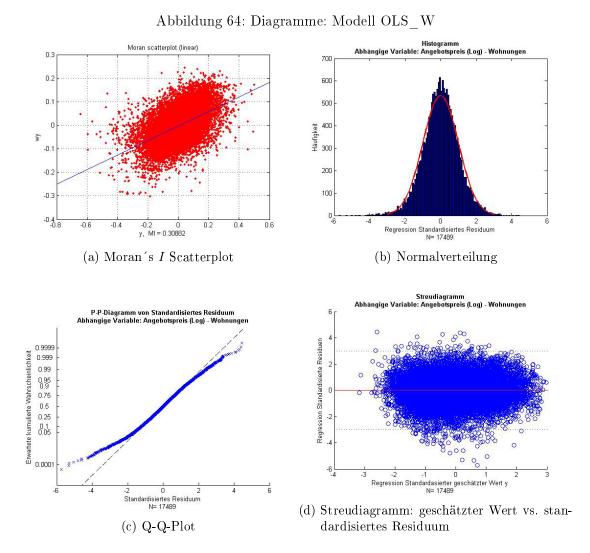


Eigene Darstellung.

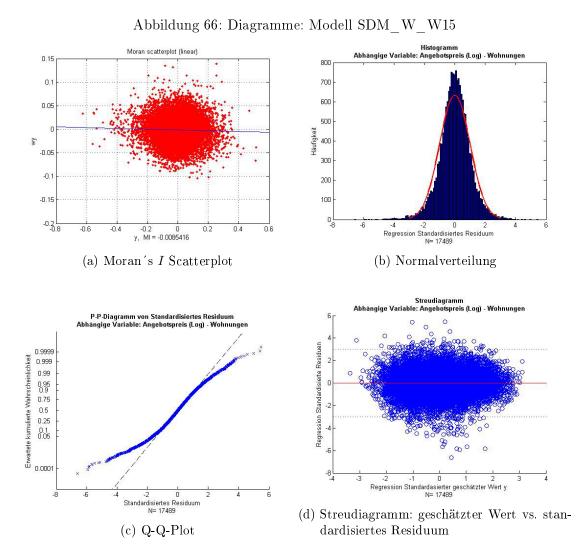
Abbildung 63: Koeffizienten der Modelle OLS\_W und SDM\_W\_W15

O	OLS	w					SDM_V	V W15	_	_		
Abhängige Variable: APREIS_LOG	X	t-Wert	X	t-Wert	W*X	t-Wert			Indirekte Effekte		Total Effekte	t-Wert
KONSTANTE	3.00	267,35	0,81	24,96			LIICKIC		LITERIC		Liickte	
WOHNFLAECHE_LOG	0,18	35,96	0,12	27,73	0,01	1,07	0,13	29,96	0,30	9,94	0,43	13,56
OZID_BESTAND	0,01	6,36	0,01	7,47	0,00	-0,24		7,82			0,04	2,06
OZID_ERSTBEZUG	0,06	15,70	0,06	18,39	-0,04	-5,65	0,06	18,38		-0,15	0,05	2,23
OZID_RENOVIERUNG	-0,07	-15,00	-0,06	-16,33	0,06	4,41	-0,06	-15,19			-0,01	-0,30
GEHOBEN_LUXUS	0,03	15,20	0,03	14,01	-0,01	-1,54		14,67			0,06	3,93
BALKON	0,01	4,55	0,02	8,35	-0,02	-4,56	0,01	7,09	-0,04	-2,60	-0,03	-1,69
LOFT_PENTHOUSE	0,04	9,49	0,05	11,64	-0,02	-1,28	0,05	10,81	0,05		0,10	2,34
MODERNISIERT	0,01	5,99	0,01	6,95	-0,02	-2,69		6,36		-1,22	-0,01	-0,51
BAK_BIS_1918	-0,02	-5,26	-0,03	-6,38	0,02	2,86	-0,03	-6,44	0,02	0,69	-0,01	-0,35
BAK_1919_48	-0,06	-12,57	-0,06	-13,77	0,03	2,87	-0,07	-13,99	-0,04	-1,38	-0,11	-3,26
BAK_1949_57	-0,08	-16,22	-0,09	-19,98	0,07	7,10	-0,09	-19,76	0,04	1,26	-0,05	-1,47
BAK_1958_68	-0,11	-25,43	-0,10	-25,44	0,06	6,35	-0,10	-24,92	-0,04	-1,42	-0,14	-5,14
BAK_1969_78	-0,14	-33,58	-0,12	-29,00	0,05	5,83	-0,12	-29,93	-0,09	-3,36	-0,20	-7,73
BAK_1979_83	-0,08	-14,39	-0,08	-16,63	0,07	5,39	-0,08	-15,48	0,03	0,87	-0,05	-1,28
BAK_1984_94	-0,04	-8,93	-0,04	-10,29	0,03	3,07	-0,04	-10,37	0,01	0,18	-0,04	-1,17
BAK_1995_01	-0,01	-2,50	-0,01	-1,51	-0,01	-0,92	-0,01	-1,75	-0,04	-1,46	-0,05	-1,64
BAK_2002_06	0,00	-0,08	0,01	1,93	-0,01	-1,03	0,01	1,80	-0,01	-0,44	0,00	-0,14
I_2009	0,00	1,72	0,01	2,62	-0,01	-1,74	0,00	2,07		-1,28	-0,02	-1,02
II_2009	0,01	3,42	0,01	5,00	-0,01	-1,67	0,01	4,59		-0,54	0,00	-0,04
I_2010	0,01	5,67	0,02	8,44	-0,01	-2,41	0,02	8,27		-0,53	0,01	0,28
MIGRATION	0,00	10,35	0,00	1,04	0,00	-1,56		1,01		-2,28	0,00	-2,28
UH_SN_61_85	-0,01	-3,66	0,00	0,88	-0,01	-1,32		0,81		-1,48	-0,01	-1,25
UH_SN_0_60	-0,03	-6,63	0,01	1,64	-0,03	-2,98	0,01	1,50		-3,66	-0,05	-3,44
UH_SH_86_100	-0,15	-35,09	-0,03	-2,22	-0,02	-1,20		-2,55		-6,30	-0,14	-11,36
UH_SH_61_85	-0,13		-0,03	-2,13	0,00	0,00		-2,35		-3,07	-0,09	-5,99
UH_SH_0_60		-11,36	-0,03	-1,52	0,00	-0,17		-1,79		-1,25	-0,10	-1,89
UN_SN_86_100		-18,36	0,03	1,85	-0,08	-5,36		1,53		-8,37	-0,19	-8,64
UN_SN_61_85	-0,09	-25,54	0,01	1,03	-0,05	-3,84		0,70		-7,63	-0,12	-9,90
UN_SN_0_60		-22,99	0,01	0,78	-0,04	-3,25		0,45		-6,27	-0,10	-8,14
UN_SH_86_100		-27,77 -37,39	0,01	0,45	-0,06	-3,92		0,05		-8,02	-0,18	-9,89
UN_SH_61_85		1	0,01	0,54	-0,05	-4,01	0,00	0,17		-8,23	-0,14	-9,93
UN_SH_0_60	-0,14 0,08	-31,56 37,54	0,01	1,03	-0,05	-3,77	0,01	0,72	-0,12	-7,03	-0,12	-7,79
FRANKFURT WIESBADEN	0,04	16,56										
rho	0,04	10,50	0,69	78,77								
1110			0,09	70,77								
N = 17.489		OL	S			SD	M_W_W	15				
R2 (angepasst)		0,5	_				0,69					
AICc		-9.389	9,80			-3	32.091,00	)	Log-Likel	ihood-T	Γest (df:	31):
Log-Likelihood		4.730				1	6.110,00	)	22.760,00	*		
SSE		219,					206,54		*statistisc		ikant au	f dem
Breusch-Pagan (lm)	0.200	926,5		3715		0.000			1%_Nivea	ıu		
Residuen Morans's I	0,309	(t-stat: 12		w 15)		-0,009	) (t-stat: -	3,27)				
MAPE (Euro) MAE (Euro)		20,1 437 E				,	20,0% 424 Euro					
MAE (EUIO)		43/ E	Luio			2	+24 Euro					

Eigene Darstellung.



Eigene Darstellung.



Eigene Darstellung.

Abbildung 68: Koeffizienten der Modelle OLS\_WK und SDM\_WK\_W15

11331144116	OLS	_wĸ				=	SDM_W			_	_	
Abhängige Variable:	X	t-Wert	X	t-Wert	W*X	t-Wert			Indirekte	t-Wert	Total	t-Wert
APREIS_LOG							Effekte		Effekte		Effekte	
KONSTANTE		189,85	0,83	17,16								
WOHNFLAECHE_LOG	0,14	19,37	0,09	14,52	0,01	0,70	0,09	15,68	0,23		0,33	6,84
OZID_BESTAND	0,01	1,72	0,01	3,02	-0,01	-1,07	0,01	2,90	,	-0,42	0,00	-0,14
OZID_ERSTBEZUG	0,03	6,04	0,03	7,02	-0,03	-2,46	0,03	7,02		-0,25	0,02	0,68
OZID_RENOVIERUNG	-0,08	-11,52	-0,07	-12,05	0,02	1,19	-0,07	-11,57		-1,16	-0,15	-2,08
GEHOBEN_LUXUS	0,04	12,56	0,04	12,73	-0,02	-2,07	0,04	13,12	0,03	1,29	0,07	2,77
BALKON	0,01	1,96	0,01	5,05	-0,02	-3,33	0,01	4,19	-0,05	-2,09	-0,04	-1,51
LOFT_PENTHOUSE	0,04	4,72	0,03	4,70	-0,01	-0,22	0,03	4,43	0,06	0,81	0,09	1,22
MODERNISIERT	0,02	6,07	0,02	6,96	-0,01	-0,96	0,02	6,77	0,02	0,55	0,04	1,21
BAK_BIS_1918	-0,02	-2,20	-0,03	-4,28	0,03	2,70	-0,03	-4,19	0,05	1,24	0,02	0,52
BAK_1919_48	-0,07	-9,31	-0,08	-11,57	0,07	4,92	-0,08	-11,36	0,05	1,23	-0,02	-0,44
BAK_1949_57	-0,09	-12,39	-0,10	-15,60	0,10	6,66	-0,10	-15,24	0,10	2,19	0,01	0,12
BAK_1958_68	-0,12	-18,94	-0,11	-19,91	0,08	6,35	-0,11	-19,26	0,02	0,39	-0,10	-2,41
BAK_1969_78	-0,15	-24,41	-0,12	-21,97	0,08	5,72	-0,13	-22,28	-0,04	-0,91	-0,16	-4,01
BAK_1979_83	-0,09	-11,53	-0,10	-14,37	0,09	5,41	-0,10	-13,23	0,07	1,43	-0,02	-0,43
BAK_1984_94	-0,05	-7,65	-0,06	-9,81	0,06	4,49	-0,06	-9,53	0,08	1,77	0,02	0,49
BAK_1995_01	-0,03	-4,20	-0,03	-4,54	0,03	1,88	-0,03	-4,35	0,03	0,70	0,01	0,11
BAK_2002_06	-0,02	-2,55	-0,02	-2,44	0,01	0,66	-0,02	-2,28	0,00	-0,08	-0,02	-0,42
I_2009	0,00	-0,51	0,00	1,27	-0,02	-2,01	0,00	0,61	-0,06	-1,86	-0,06	-1,73
II_2009	0,01	1,83	0,01	4,24	-0,02	-2,69	0,01	3,48	-0,05	-1,79	-0,04	-1,36
I_2010	0,00	1,16	0,01	3,45	-0,02	-1,82	0,01	3,06	-0,03	-1,08	-0,02	-0,77
MIGRATION	0,00	3,13	0,00	1,35	0,00	-1,30	0,00	1,37	0,00	-1,04	0,00	-0,05
UH_SN_61_85	0,01	4,15	-0,01	-1,12	0,02	2,39	-0,01	-1,07	0,04	2,95	0,03	2,74
UH_SN_0_60	-0,02	-2,95	-0,01	-0,98	0,01	0,69	-0,01	-1,01	0,00	0,16	-0,01	-0,34
UH_SH_86_100	-0,15	-20,36	-0,06	-3,29	0,02	1,02	-0,06	-3,58	-0.07	-2,62	-0,13	-5,92
UH_SH_61_85	-0,11	-13,54	-0,05	-2,71	0,02	1,20	-0,05	-2,94		-0,92	-0,08	-2,64
UH_SH_0_60	-0,13	-3,57	-0,06	-2,02	0,08	0,71	-0,06	-1,94	0,14		0,08	0,23
UN_SN_86_100	-0,09	-11,89	-0,01	-0,66	-0,03	-1,82		-0,99		-3,48	-0,11	-4,02
UN_SN_61_85	-0,06	i i	-0,01	-1,39	0,00	0,00	-0,02	-1,63		-1,66	-0,05	-2,88
UN_SN_0_60	-0,07	i i	-0,02	-1,71	0,00	0,35	-0,02	-1,98		-1,34	-0,05	-2,71
UN_SH_86_100	-0,17	-9,20	-0,06	-2,57	0,02	0,50		-2,83		-1,36	-0,16	-2,45
UN_SH_61_85		-14,56	-0,05	-3,65	0,02	1,55		-4,26		-1,16	-0,09	-2,98
UN_SH_0_60	-0,12	-9,77	-0,03	-1,67	0,00	0,02		-1,91		-1,17	-0,10	-1,78
rho	-,	i	0,70	57,21	-,	- , -	-,	,-	-,	,	-,	,
N = 8.651		OL	S			SD	M_W_W	15				
R2 (angepasst)		0,4	17				0,65					
AICc		-4.42	7,50			-	16.170,00	)	Log-Likel	ihood-'	Test (df:	32):
Log-Likelihood		2.246					8.150,68		11.771,56			
SSE		110					99,59		*statistiscl		fikant auf	dem
Breusch-Pagan (lm)		419,							1%-Nivea	u		
Residuen Morans's I	0,347	(t-stat: 9		V15)		-0,006	6 (t-stat: -	1,63)				

19,9%

369 Euro

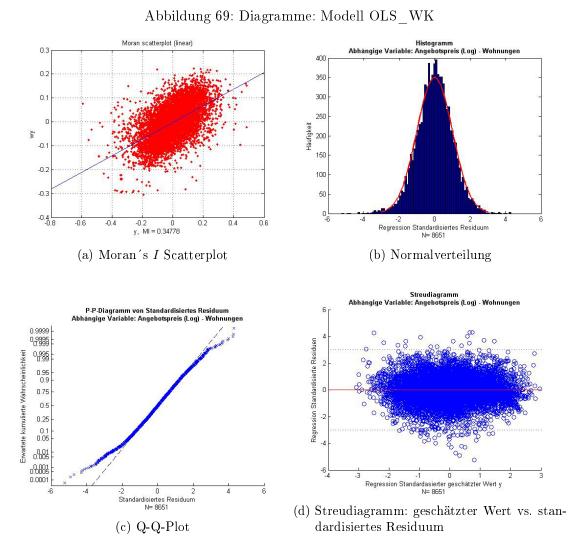
Eigene Darstellung.

20,9%

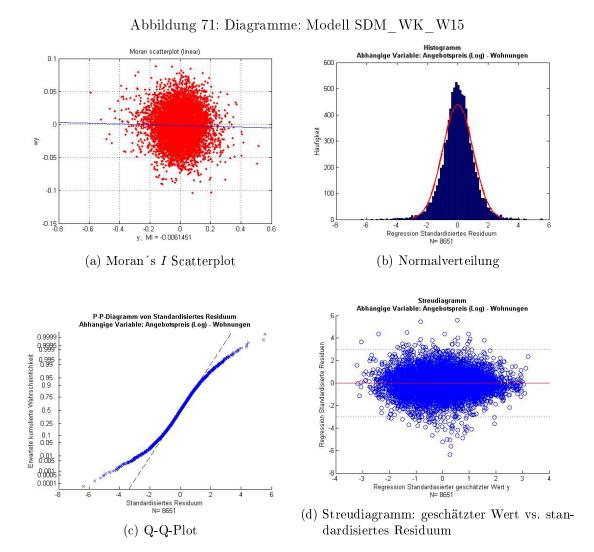
392 Euro

MAPE (Euro)

MAE (Euro)



Eigene Darstellung.



Eigene Darstellung.

## Quellenverzeichnis

## Literatur- und Internetquellen

- Accentro (Hg.)(2012): Wohneigentums-Report 2012. Marktdaten zu den 82 Großstädten in Deutschland, Stuttgart.
- AGFS (Hg.)(2010): Nahmobilität im Lebensraum Stadt, Krefeld.
- Albrecht, Martin; Kaiser, Andreas; Marggraf, Ulrike (2008): Wohnstandortwahl, Mobilitätskosten und Klimawandel, in: *Raumplanung*, Heft 137, S. 93–98.
- Allan, Alice (2011): US Online Real Estate Market, aufgerufen unter: http://www.propertyportalwatch.com/2011/07/us-online-real-estate-market/, zuletzt geprüft am 20.05.2014.
- Anders, Stephan (2012): DGNB Zertifizierungssystem: Neubau gemischte Stadtquartiere, in: Schrenk, Manfred; Popovich Vasily V.; Zeile, Peter; Elisei, Pietro (Hg): Proceedings REAL CORP 2012, Schwechat, S. 211–219.
- Angerer, Fred; Hadler, Gerald (2005): Integration der Verkehrs- in die Stadtplanung, in: Steierwald, Gerd; Künne, Hans Dieter; Vogt, Walter (Hg.): Stadtverkehrsplanung. Grundlagen, Methoden, Ziele., Berlin, Heidelberg, S. 18–21.
- Anselin, Luc (1988): Spatial Econometrics: Methods and Models, Dordrecht.
- Anselin, Luc (1998): GIS Research Infrastructure for Spatial Analysis of Real Estate Markets, in: *Journal of Housing Research*, Jhg. 9, Heft 1, S. 113–133.
- Anselin, Luc (2002): Under the hood Issues in the specification and interpretation of spatial regression models, in: *Agricultural Economics*, Jhg. 27, Heft 3, S. 247–267.
- Anselin, Luc (2005): Interactive techniques and exploratory spatial data analysis, in: Longley, Paul; Goodchild, Michael F.; Maquire, David J., Rhind, David W. (Hg.): Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications, New Jersey, S. 253–266.
- Anselin, Luc; Le Gallo, Julie (2007): Interpolation of Air Quality Measures in Hedonic House Price Models: Spatial Aspects, in: *Spatial Economic Analysis*, Jhg. 1, Heft 1, S. 31–52.
- Anselin, Luc (2009): Thirty Years of Spatial Econometrics, Working Paper, Phoenix.
- Anselin, Luc (2012): From SpaceStat to CyberGIS: Twenty Years of Spatial Data Analysis Software, in: *International Regional Science Review*, Jhg. 35, Heft 2, S 131—157.

- Aurbach, Laurence (2005): TND Design Rating Standards Version 2.2. U.S. Environmental Protection Agency, aufgerufen unter: http://www.epa.gov/dced/scorecards/project.htm#six, zuletzt geprüft am 20.05.2014.
- Baradaran, Siamak; Ramjerdi, Farideh (2001): Performance of Accessibility Measures in Europe, in: Journal of Transportation and Statistics, Jhg 4, Heft 2/3, S. 31–48.
- Bartholomew, Keith; Ewing, Reid (2011): Hedonic Price Effects of Pedestrian- and Transit-Oriented Development, in: *Journal of Planning Literature*, Jhg. 26, Heft 1, S. 18–34.
- Basu, Sabyasachi; Thibodeau, Thomas G. (1998): Analysis of Spatial Autocorrelation in House Prices, in: *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Jhg. 17, Heft 1, S. 61–65.
- Bates, Lisa K. (2006): Does Neighborhood Really Matter?: Comparing Historically Defined Neighborhood Boundaries with Housing Submarkets, in: *Journal of Planning Education and Research*, Jhg. 26, Heft 1, S. 5–17.
- Bauer, Thomas K.; Feuerschütte, Sven; Kiefer, Michael; Meulen, Philipp an de; Micheli, Martin; Schmidt, Torsten; Wilke, Lars-Holger (2013): Ein hedonischer Immobilienpreisindex auf Basis von Internetdaten: 2007–2011, in: AStA Wirtschafts- und Sozialstatistisches Archiv, Jhg. 7, Heft 1, S. 5–30.
- Bauer, Uta; Holz-Rau, Christian; Scheiner, Joachim (2005): Standortpräferenzen, intraregionale Wanderungen und Verkehrsverhalten. Ergebnisse einer Haushaltsbefragung in der Region Dresden, in: *Raumforschung und Raumordnung*, Jhg. 63, Heft 4, S. 266–278.
- Baumann, Dorothee; Betz, Fabian; Freudenau, Henrik; Lenuweit, Birgit; Rabe, Sebastian; Reutter, Ulrike; Steffen, Gabriele; Vollmar, Meike (2004): Aufwachsen in der Stadt, in: Brandt, Heike; Holzapfel, Helmut; Hopmeier, Ilka (Hg.): Eröffnung von Anpassungsfähigkeit für lebendige Orte, Kassel, S. 182–205.
- BBR (Hg.)(1998): Visualisierung von Planungsinformationen. Modellierung und Darstellung immaterieller Oberflächen, in: Forschungen, Nr 89, Bonn.
- BBR/BBSR (Hg.)(2009): Trends und Ausmaß der Polarisierung in deutschen Städten, in: Forschungen, Nr. 137, Bonn.
- BBRS (Hg.)(2009): Trend der Wohneigentumsbildung Haushalte, Objekte, Finanzierung, in: BBSR-Berichte KOMPAKT, Nr. 6, Bonn.
- BBRS (Hg.)(2011): Wohnungs- und Immobilienmärkte in Deutschland 2011, Bonn.
- BBRS (Hg.)(2012a): Georeferenzierung von Daten, in: BBSR-Berichte KOMPAKT, Nr. 1, Bonn.
- BBRS (Hg.)(2012b): Raumabgrenzungen und Raumtypen des BBSR, in: Analysen Bau.Stadt.Raum, Band 6, Bonn.
- Becher, Stephan (1996): Klassifikation der regionalen Immobilienmärkte der Bundesrepublik Deutschland. Eine unscharfe Clusteranalyse auf der Grundlage von Landkreisen und kreisfreien Städten, Idstein.

- Beckmann, Klaus J., Hesse, Markus, Holz-Rau, Christian i Hunecke, Marcel (Hg.) (2006): StadtLeben Wohnen, Mobilität und Lebensstil. Neue Perspektiven für Raum- und Verkehrsentwicklung, Wiesbaden.
- Beckmann, Klaus J.; Witte, Andreas (2006): Praxisrelevante Schlussfolgerungen, in: Beckmann, Klaus J; Hesse, Markus; Holz-Rau, Christian; Hunecke, Marcel (Hg.): StadtLeben Wohnen, Mobilität und Lebensstil. Neue Perspektiven für Raum- und Verkehrsentwicklung, Wiesbaden, S. 211–243.
- Benjamini, Yoav; Hochberg, Yosef (1995): Controlling the False Discovery Rate: A Practical and Powerful Approach to Multiple Testing, in: *Journal of the Statistical Society. Series B (Methodological*, Jhg.) 57, Heft 1, S. 289–300.
- Berglund, Svante (2001): Path-based Accessibility, in: Journal of Transportation and Statistics, Jhg. 4, Heft 2/3, S. 79–92.
- Bill, Ralf (1999a): Grundlagen der Geo-Informationssysteme: Band 1: Hardware, Software und Daten, Heidelberg.
- Bill, Ralf (1999b): Grundlagen der Geo-Informationssysteme: Band 2: Analysen, Anwendungen und neue Entwicklungen, Heidelberg.
- Black, Roy T.; Brown, M. Gordon; Diaz, Julian; Gibler, Karen M.; Grissom, Terry V. (2003): Behavioral Research in Real Estate: A Search for the Boundaries, in: *Journal of Real Estate Practice and Education*, Jhg. 6, Heft 1, S. 85–112.
- Blass, Wolf; Droth, Wolfram; Friedrichs, Jürgen (1978): Diskussion Zur Revision der Sozialraumanalyse, in: Zeitschrift für Soziologie, Jhg. 7, Heft 4, S. 390–406.
- BMJV (2014): Entwurf eines Gesetzes zur Dämpfung des Mietanstiegs auf angespannten Wohnungsmärkten und zur Stärkung des Bestellerprinzips bei der Wohnungsvermittlung (Mietrechtsnovellierungsgesetz MietNovG): Stand: 18.03.2014, Berlin.
- BMVBS (Hg.)(2005): Chancen und Optimierungspotentiale des nichtmotorisierten Verkehrs, Berlin.
- BMVBS (Hg.)(2007): Leipzig Charta zur nachhaltigen europäischen Stadt. Angenommen anlässlich des Informellen Ministertreffens zur Stadtentwicklung und zum territorialen Zusammenhalt in Leipzig am 24./25. Mai 2007, Berlin.
- BMVBS (Hg.)(2011a): Nahversorgung und Nahmobilität: Verkehrsverhalten und Zufriedenheit, BMVBS-Online-Publikationen, Nr. 08/2012, aufgerufen unter: http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2011/0N082011. html, zuletzt geprüft am 17.05.2014.
- BMVBS (Hg.)(2011b): Ohne Auto einkaufen. Nahversorgung und Nahmobilität in der Praxis, Werkstatt: Praxis, Heft 76, Berlin.
- BMVBS (Hg.)(2011c): Weißbuch Innenstadt. Starke Zentren für unsere Städte und Gemeinden, Berlin, Bonn.
- BMVBS (Hg.)(2013): Bericht über die Wohnungs- und Immobilienwirtschaft in Deutschland, Berlin.
- BMVBS/BBSR. (2009): Strategien für Wohnstandorte an der Peripherie der Städte und in Umlandgemeinden, BBSR-Online-Publikationen, 38/2009, aufgerufen un-

- ter: http://www.bbsr.bund.de/cln\_016/nn\_21272/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BBSR0nline/2009/0N382009.html, zuletzt geprüft am 24.05.2014.
- Böhme, Peter; Janssen, Thomas; Weisensee, Manfred; Hamacher, Thomas (2011): Gebäudescharfe und kostengünstige kommunale Wärmebedarfsrechnung mit Open-Source-Software, in: Strobel, Josef; Blaschke, Thomas; Griesebner, Gerald (Hg.): Angewandte Geoinformatik 2011. Beiträge zum 23. AGIT-Symposium Salzburg, Berlin, Offenbach, S. 440–449.
- Böltken, Ferdinand; Meyer, Katrin; Neußer, Wolfgang; Sturm, Gabriele; Waltersbacher, Matthias (2007): LebensRäume Bevölkerungsumfrage des BBR 1985-2007, verfügbar unter: GESIS Datenarchiv (Hg.): ZA4871 Datenfile Version 1.0.0. elektronischer Datensatz, Köln.
- Böltken, Ferdinand; Schneider, Nicole; Spellerberg, Annette (2000): Lebensstile und Mobilitätsbereitschaft, verfügbar unter: GESIS Datenarchiv (Hg.): ZA3376 Datenfile Version 1.0.0, elektronischer Datensatz, Köln.
- Bomke, Bernhard (2012): Wie mischt man ein Stadtquartier? in: *Immobilien Zeitung*, Jhg. 18, Ausgabe 37, 13.09.2012, S. 4.
- Bourassa, Steven C.; Cantoni, Eva; Hoesli, Martin (2007): Spatial Dependence, Housing Submarkets, and House Price Prediction, in: *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Jhg. 35, Heft 2, S. 143–160.
- Bourassa, Steven C.; Hoesli, Martin; Peng, Vincent S. (2003): Do housing submarkets really matter? in: *Journal of Housing Economics*, Jhg. 12, Heft 1, S. 12–28.
- Bracher, Tilman (2011): Stadtverkehr, in: Schwedes, Oliver (Hg.): Verkehrspolitik. Eine interdisziplinäre Einführung, Wiesbaden, S. 274–295.
- Brady, Michael; Irwin, Elena (2011): Accounting for Spatial Effects in Economic Models of Land Use: Recent Developments and Challenges Ahead, in: *Environmental and Resource Economics*, Jhg. 48, Heft 3, S. 487–509.
- Bremer Energie Institut, IWU (Hg.): Datenbasis Gebäudebestand. Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernsierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand, Darmstadt.
- Breusch, Trevor S.; Pagan, Adrian R. (1979): A Simple Test for Heteroscedasticity and Random Coefficient Variation, in: *Econometrica*, Jhg. 47, Heft 5, S. 1287–1294.
- Britton, Harris (2001): Accessibility: Concepts and Applications, in: *Journal of Transportation and Statistics*, Jhg. 4, Heft 2/3, S. 15–30.
- Brunsdon, Chris; Fotheringham, A. Stewart; Charlton, Martin (1998): Geographically Weighted Regression Modelling Spatial Non-Stationarity, in: *Journal of the Royal Statistical Society*, Jhg. 47, Heft 3, S. 431–443.
- Buehler, Ralph; Pucher, John (2011): Sustainable Transport in Freiburg: Lessons from Germany's Environmental Capital, in: *International Journal of Sustainable Transportation*, Jhg. 5, Heft 1, S. 43–70.
- BulwienGesa AG (Hg.)(2012): Regionales Immobilienwirtschaftliches Informationssystem (RIWIS), aufgerufen unter: www.riwis.de, zuletzt geprüft am 20.05.2014.

- Bundesregierung (2011): Antwort der Bundesregierung auf die kleine Anfrage der Abgeordneten Sabine Leidig, Herbert Behrens, Dr. Dietmar Bartsch, weiterer Abgeordneter und der Fraktion DIE LINKE. Drucksache 17/6376; 30.06.2011.
- Burdack, Joachim; Hesse, Markus (2006): Reife, Stagnation oder Wende? Perpektiven zu Suburbanisierung, Post-Suburbia und Zwischenstadt: Ein Überblick zum Stand der Forschung, in: Berichte zur deutschen Landeskunde, Jhg. 80, Heft 4, S. 381–399.
- Burrough, Peter A. (1986): Principles of geographical information systems for land resources assessment, Oxford, NewYork.
- Bühler, Ralph; Kunert, Uwe (2008): Trends und Determinanten des Verkehrsverhaltens in den USA und Deutschland, Berlin.
- Büttner, Benjamin; Wulfhorst, Gebhard (2012): MORECO Untersuchung der künftigen Wohn- und Mobilitätskosten für private Haushalte in der Region München, München.
- Cai, Qiao; He, Haibo; Man, Hong (2013): Spatial outlier detection based on iterative self-organizing learning model, in: *Neurocomputing*, Heft 117, S. 161–172.
- Carr, Lucas J.; Dunsiger, Shira I.; Marcus, Bess H. (2011): Validation of Walk Score for estimating access to walkable amenities, in: British Journal of Sports Medicine, Jhg. 45, Heft 14, S. 1144–1148.
- Case, Bradford; Clapp, John; Dubin, Robin; Rodriguez, Mauricio (2004): Modeling Spatial and Temporal House Price Patterns: A Comparison of Four Models, in: *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Jhg. 29, Heft 2, S. 167–191.
- CDU, CSU, SPD (Hg.)(2013): Deutschlands Zukunft gestalten. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD, Berlin.
- Charlton, Martin; Fotheringham, Stewart A. (2009): Geographically Weighted Regression. White Paper, Maynooth.
- Chen, Dechang; Lu, Chang-Tien; Kou, Yufeng; Chen, Feng (2008): On Detecting Spatial Outliers, in: *Geoinformatica*, Jhg. 12, Heft 4, S. 455–475.
- Coffee, Neil T.; Lockwood, Tony; Hugo, Graeme; Paquet, Catherine; Howard, Natasha J.; Daniel, Mark (2013): Relative residential property value as a socio-economic status indicator for health research, in: *International Journal of Health Geography*, Jhg. 12, Heft 22, S. 1–10.
- Cornelißen, Waltraud (Hg.)(2005): Gender-Datenreport. Kommentierter Datenreport zur Gleichstellung von Frauen und Männern in der Bundesrepublik Deutschland, erstellt durch das Deutsche Jugendinstitut e.V. in Zusammenarbeit mit dem Statistischen Bundesamt; im Auftrag des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend, München.
- Cortright, Joseph (2009): Walking the Walk. How Walkability Raises Home Values in U.S. Cities, aufgerufen unter: http://www.ceosforcities.org/work/walkingthewalk, zuletzt geprüft am 20.05.2014.
- Crompton, Andrew (2006): Perceived Distance in the City as a Function of Time, in: *Environment and Behavior*, Jhg. 38, Heft 2, S. 173–182.

- Daubitz, Stephan (2011): Mobilität und Armut Die soziale Frage im Verkehr, in: Schwedes, Oliver (Hg.): Verkehrspolitik. Eine interdisziplinäre Einführung, Wiesbaden, S. 181–194.
- Debrezion, Ghebreegziabiher; Pels, Eric; Rietveld, Piet (2007): The Impact of Railway Stations on Residential and Commercial Property Value: A Meta-analysis, in: *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Jhg. 35, Heft 2, S. 161–180.
- Deffner, Jutta (2011): Fuß- und Radverkehr Flexibel, modern und postfossil, in: Schwedes, Oliver (Hg.): Verkehrspolitik. Eine interdisziplinäre Einführung, Wiesbaden, S. 361–390.
- Deutsche Bundesbank (2012): Entwicklung des Bankstellennetzes im Jahr 2011, Frankfurt.
- Die Grünen (1980): Das Bundesprogramm, Bonn.
- Dieterich, Hartmut (2005): Bodenwertbildung und Grundstückswertermittlung, in: Kühne-Bünig, Lidwina; Nordalm, Volker; Steveling, Liselotte (Hg.): Grundlagen der Wohnungs- und Immobilienwirtschaft, Frankfurt, S. 382–392.
- DIFU (Hg.)(2014): Grundlagenforschung zur Baugebietstypologie der Baunutzungsverordnung, Berlin.
- Dijkstra, Edsger W. (1959): A Note on Two Problems in Connexion with Graphs, in: Numerische Mathematik, 1, S. 269—271.
- Dinkel, Michael; Kurzrock, Björn-Martin (2012): Angebots- und Transaktionspreise von selbstgenutzten Wohneigentum im Ländlichen Raum, in: Zeitschrift für Immobilienökonomie, Jhg. 11, Heft 1, S. 5–25.
- Dinkel, Michael; Tran, Minh-Chau (2014): Stadträume zum Gehen. Mehr Gehen Mehr Gesundheit Mehr Stadtqualität, in: Raumplanung, Heft 173, S. 24–29.
- Duany, Andres; Plater-Zyberk, Elisabeth (1996): The Neighborhood, the District, and the Corridor, in: Urban Land Institute (Hg.): Classic Readings in Real Estate and Development, Washington D.C., S. 366–370.
- Duncan, Dustin T.; Aldstadt, Jared; Whalen, John; Melly, Steven J.; Gortmaker, Steven L. (2011): Validation of Walk Score for Estimating Neighborhood Walkability: An Analysis of Four US Metropolitan Areas, in: *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Jhg. 8, Heft 11, S. 4160–4179.
- Effenberger, Karl-Heinz (2010): Vergleich der Wohnungsbestandsqualitäten zwischen Ost- und Westdeutschland, in: Rosenfeld, Martin T. W.; Weiß, Dominik (Hg.): Gleichwertigkeit der Lebensverhältnisse zwischen Politik und Marktmechanismus, Hannover, S. 20–32.
- EHI Retail Institut (Hg.)(2014): EHI handelsdaten.de, aufgerufen unter: http://www.handelsdaten.de/, zuletzt geprüft am 20.05.2014.
- El-Geneidy, Ahmed; Levinson, David M. (2006): Access to Destinations: Development of accessibility measures, St. Paul.
- Elhorst, J. Paul (2013): Spatial Econometrics. From Cross-Sectional Data to Spatial Panels, Dordrecht.

- Emnid TNS (2011): Wohnwünsche im Alter Grafikreport, aufgerufen unter: http://www.bfw-bund.de/nc/pressecenter/pressemitteilungen/detailansicht/tns-emnid-umfrage-wie-wollen-wir-im-alter-wohnen.html?filename=Pressemitteilungen.pdf, zuletzt geprüft am 17.05.2014.
- Enderle, Martin (2009): Verbesserte Markttransparenz durch Immobilienportale im Internet, in: Brunner, Marlies (Hg.): Kapitalanlagen mit Immobilien. Produkte Märkte Strategien, Wiesbaden, S. 361–376.
- Fahrmeir, Ludwig; Künstler, Rita; Pigeot, Iris; Tutz, Gerhard; Fahrmeir-Künstler-Pigeot-Tutz (2007): Statistik: Der Weg zur Datenanalyse, Berlin.
- Farber, Steven; Páez, Antonio (2007): A systematic investigation of cross-validation in GWR model estimation: empirical analysis and Monte Carlo simulations, in: *Journal of Geographical Systems*, Jhg. 9, Heft 4, S. 371–396.
- Farber, Steven; Yeates, Maurice (2006): A Comparison of Localized Regression Models in a Hedonic House Price Context, in: *Canadian Journal of Regional Science*, Jhg. 29, Heft 3, S. 405–420.
- Filzmoser, Peter; Ruiz-Gazen, Anne; Thomas-Agnan, Christine (2013): Identification of local multivariate outliers, in: *Statistical Papers*, S. 1–19. (Published Online: DOI 10.1007/s00362-013-0524-z)
- Fittkau & Maß Consulting (2011): 32. WWW-Benutzer-Analyse W3B. Ergebnisse der Befragung Frühjahr 2011. Privatimmobilien im Internet, Hamburg. (unveröffentlicht)
- Flacke, Werner (2007): Koordinatensysteme in Deutschland, Kranzberg.
- Fotheringham, A. Stewart; Brunsdon, Chris; Charlton, Martin (2002): Geographically weighted regression. The analysis of spatially varing relationships, Chichester.
- Fotheringham, Stewart A. (2009): The Problem of Spatial Autocorrelation and Local Spatial Statistics, in: *Geographical Analysis*, Jhg. 41, Heft 4, S. 398–403.
- Friedrichs, Jürgen; Triemer, Sascha (2008): Gespaltene Städte? Soziale und ethnische Segregation in deutschen Grossstädten, Wiesbaden.
- Fuchte, Karsten (2006): Verkehr und Erreichbarkeit als Kriterien der Wohnstandortwahl, in: IRUPD (Hg.): Dortmunder Beiträge zur Raumplanung, Reihe Verkehr, Band 5, Dortmund.
- Gaddy, Wade E.; Hart, Robert E. (2003): Real estate fundamentals, Chicago.
- Gallenbacher, Jens (2008): Abenteuer Informatik: IT zum Anfassen: von Routenplaner bis Online-Banking, Heidelberg.
- Gans, Paul (2011): Standorttheorie und –politik, in: Rottke, Nico B.; Voitgländer, Michael (Hg.): Immobilienwirtschaftslehre. Band II Ökonomie, Köln, S. 421–446.
- Garbrecht, Dietrich (1981): Gehen. Ein Plädoyer für das Leben in der Stadt, Weinheim.
- Gerkman, Linda (2012): Empirical spatial econometric modelling of small scale neighbourhood, in: *Journal of Geographical Systems*, Jhg. 14, Heft 3, S. 283–298.

- Gerkman, Linda; Ahlgren, Niklas (2011): Pracitcal Proposals for Specifying k-Nearest Neighbours Weights Matrices. Hanken School of Economics, *Working Paper*, Helsinki.
- Gesellschaft für immobilienwirtschaftliche Forschung e. V. (2012): Richtlinie zur Berechnung der Mietfläche für Wohnraum (MF/W), Wiesbaden.
- Geurs, Karst T.; van Wee, Bert (2004): Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions, in: *Journal of Transport Geography*, Jhg. 12, Heft 2, S. 127–140.
- GFI Gemeinschaft zur Förderung der Interessen der Deutschen Frischemärkte e.V. (Hg.)(2014): Menschen mit Märkten Märkte mit Menschen, aufgerufen unter: http://www.grossmaerkte.org/gfi\_wir.html, zuletzt geprüft am 20.05.2014.
- Gibbons, Stephen; Overman, Henry G. (2012): Mostly pointless spatial econometrics?, in: *Journal of Regional Science*, Jhg. 52, Heft 2, S. 172–191.
- Gloßner, Stefan (2014): Unternehmensmobilität im Kontext der Immobilienökonomie. Eine theoretische udn empirische Analyse des Mobilitätsverhaltens gewerblicher Mieter in Deutschland, in IREBS (Hg.): Regensburg Schriften zu Immobilienökonomie und Immobilienrecht, Dissertation, Band 74, Regensburg.
- GMA (2011): Das 1 x 1 der Nahversorgung, Ludwigsburg.
- Goodchild, Michael F. (2007): Citizens as sensors: the world of volunteered geography, in: *GeoJournal*, Jhg. 69, Heft 4, S. 211–221.
- Goodman, John L.; Ittner, John B. (1992): The accuracy of home owners' estimates of house value, in: *Journal of Housing Economics*, Jhg. 2, Heft 4, S. 339–357.
- Gould, Peter R. (1969): Spatial Diffusion, in: Associtation of American Geographers (Hg): Resource Paper, Nr. 4. Washington D.C.
- Grossman, Lev (2006): You Yes, You Are TIME's Person of the Year, in: *TIME Magazine U.S.*, Jhg. 168, Heft 26, S. 615.
- Güleş, Antje (2013): Datenqualitätssicherung für den IRB-Katalog, in: *Informationen zur Raumentwicklung* Heft 6, S. 493–504.
- Gutachterausschuss für Grundstückswerte in der Stadt Frankfurt (Hg.)(2010): Immobilienmarktbericht, Frankfurt.
- Gutachterausschuss für Grundstückswerte in der Stadt Köln (Hg.)(2010): Grundstücksmarktbericht 2010 für die Stadt Köln, Köln.
- Gutfleisch, Ralf (2007): Sozialräumliche Differenzierung und Typisierung städtischer Räume. Ein Methodenvergleich am Beispiel der Stadt Frankfurt am Main, Rhein-Mainische Forschungen, Band 128, Frankfurt.
- Gutfleisch, Ralf; Sturm, Gabriele (2013): Kataloge kleinräumiger kommunalstatistischer Daten im Vergleich was können KOSTAT, IRB, Urban Audit?, in: *Informationen zur Raumentwicklung*, Heft 6, S. 471–493.
- Häder, Michael (2010): Empirische Sozialforschung, Wiesbaden.

- Halle, Martin (2013): Walking for Health, Vortrag auf der Walk21 14. Internationale Konferenz für Fußverkehr und lebenswerte Städte (11.-13. Sept. 2013, München) am 12.09.2014, München.
- Halleck Vega, Solmaria; Elhorst, J. Paul (2013): On spatial econometric models, spill-over effects, and W., Working Paper, Groningen.
- Hamm, Bernd (1977): Zur Revision der Sozialraumanalyse. Ein Beitrag zur Ableitung von Indikatoren der sozialräumlichen Differenzierung in Städten, in: Zeitschrift für Soziologie, Jhg. 6, Heft 2, S. 174–188.
- Handy, Susan L.; Clifton, Kelly J. (2001): Evaluation Neighborhood Accessibility: Possibilities and Practicalities, in: Journal of Transportation and Statistics, Jhg. 4, Heft 2/3, S. 67–78.
- Hansen, Walter G. (1959): How Accessibility Shapes Land Use, in: *Journal of the American Institute of Planners*, Jhg. 25, Heft 2, S. 73–76.
- Harris, Paul; Fotheringham, A. Stewart; Juggins, Steve (2010): Robust Geographically Weighted Regression: A Technique for Quantifying Spatial Relationships Between Freshwater Acidification Critical Loads and Catchment Attributes, in: *Annals of the Association of American Geographers*, Jhg. 100, Heft 2, S. 286–306.
- Heineberg, Heinz (2001): Stadtgeographie. Paderborn, Zürich.
- Helbich, Marco; Brunauer, Wolfgang; Vaz, Eric; Nijkamp, Peter (2013): Spatial Heterogeneity in Hedonic House Price Models: The Case of Austria, in: *Urban Studies*, Jhg. 51, S. 390–411.
- Herzog-Schlagk, Bernd; Lieb, Stefan; Mager, Thomas J.; Monheim, Heiner (2011): Das Trierer Manifest. 21 Anforderungen für die Verkehrswende im 21. Jahrhundert, Trier.
- Hess, Thomas; Mann, Florian (2009): ImmoStudie 2009 Gewerbliche Immobilienvermarktung und die Bedeutung von Immobilienportalen im Internet, München.
- Hesse, Claudia; Bohne, Simon; Evangelinos, Christos; Püschel, Ronny (2012): Erreichbarkeitsmessung: Theoretische Konzepte und empirische Anwendungen, in: Die Professoren des Instituts für Wirtschaft und Verkehr (Hg.): Diskussionsbeiträge aus dem Institut für Wirtschaft und Verkehr, 3/2012, Dresden.
- Hohn, Uta (1991): Die Zerstörung deutscher Städte im Zweiten Weltkrieg: regionale Unterschiede in der Bilanz der Wohnungstotalschäden und Folgen des Luftkrieges unter bevölkerungsgeographischem Aspekt, Dissertation, Dortmund.
- Holler, Manfred J. (1992): Ökonomische Theorie der Verhandlungen, München.
- Holz-Rau, Christian; Schwarze, Björn; Scheiner, Joachim (2010): Wohnstandortinformationen für private Haushalte. Grundlagen und Erfahrungen aus zwei Modellstädten, Dortmund.
- Holzapfel, Helmut (2012): Urbanismus und Verkehr, Wiesbaden.
- Hujer, Reinhard; Knepel, Helmut (1999): Inhaltliche und formale Kriterien der Analyse ökonomischer Systeme, in: Roth, Erwin; Rolling, Heinz (Hg.): Sozialwissenschaftliche Methoden. Lehr- und Handbuch für Forschung und Praxis, München, S. 620–623.

- Hurvich, Clifford M.; Tsai, Chih-Ling (1989): Regression and time series model selection in small samples, in: *Biometrika*, Jhg. 76, Heft 2, S. 297–307.
- Iacono, Michael; Krizek, Kevin J.; El-Geneidy, Ahmed (2008): Access to Destinations: How Close is Close Enough? Estimating Accurate Distance Decay Functions for Mulitple Modes and Different Purposes, in: Minnesota Department of Transportation (Hg.): Access to Destinations Study, Band 4, St. Paul.
- Iacono, Michael; Krizek, Kevin J.; El-Geneidy, Ahmed (2010): Measuring non-motorized accessibility: Issues, alternatives, and execution, in: *Journal of Transport Geography*, Jhg. 18, Heft 1, S. 133–140.
- IDANE (2011): Strategie Nachhaltige Entwicklung. Leitlinien und Aktionsplan 2008-2011. Technischer Teil: Massnahmenblätter, Bern.
- ILS NRW (Hg.)(2001): Fussverkehr. Eine Planungshilfe für die Praxis, Dortmund.
- ILS NRW (Hg.)(2003a): Mieterticket & Co., Erfolgsfaktoren siedlungsbezogener Mobilitätsdienstleistungen, Dortmund.
- ILS NRW; ZEFIR (Hg.)(2003b): Sozialraumanalyse Soziale, ethnische und demografische Segregation in den nordrhein-westfälischen Städten. Gutachten für die Enquetekommission Zukunft der Städte in NRW des Landtags Nordrhein-Westfalen, Dortmund/Bochum.
- Immobilien Scout GmbH (Hg.)(2011): Immobilienreport 2011: die wichtigsten Städte, die besten Lagen, die höchsten Renditen. Berlin.
- infas/DLR (2010): Mobilität in Deutschland 2008 Tabellenband, Bonn/Berlin.
- infas/DLR (2010): Mobilität in Deutschland 2008 Ergebnisbericht, Bonn/Berlin.
- Institut für Mobilitätsforschung (Hg.)(2011): Mobilität junger Menschen im Wandel multimodaler und weiblicher, München.
- International Institute of Business Analysis (2009): A Guide to the Business Analysis Body of Knowledge. Version 2.0, Toronto.
- Investitionsbank Berlin (Hg.)(2012): IBB Wohnungsmarktbarometer 2012. Der Berliner Wohnungsmarkt aus Expertensicht, Berlin.
- IVD (2010): IVD-Wohn-Preisspiegel 2008/09, Berlin.
- IW Köln (2012): Energetische Sanierung: Quote ohne Aussagekraft, in: Immobilien-Monitor, Nr. 1, Köln.
- IWU (Hg.)(2011): Deutsche Gebäudetypologie. Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden, Darmstadt.
- Jacobs, Allan B. (1996): An Introduction to Great Streets, in: Urban Land Institute (Hg.): Classic Readings in Real Estate and Development, Washington D.C., S. 358–365.
- Jäger, Wieland (2010): Wissen, Wissensarbeit und Wissensmanagement in Organisation,in: Endreß, Martin; Matys, Thomas (Hg): Die Ökonomie der Organisation die Organisation der Ökonomie, Wiesbaden.

- Johnston, Kevin; Ver Hoef, Jay M.; Krivoruchko, Konstantin; Lucas, Neil (2006): Arc-GIS 9: ArchGIS Geostatistical Analyst Tutorial, Redlands.
- Junker, Rolf; Kühn, Gerd (2006): Nahversorgung in Großstädten. Berlin: DIFU (Hg.): Difu-Beiträge zur Stadtforschung, Band 47, Berlin.
- Just, Tobias (2010): Deutsche Wohnimmobilien Zu Recht wieder geschätzt?, in: Deutsche Bank (Hg.): Deutsche Bank Research. Aktuelle Themen. Nr. 491, Frankfurt.
- Kahnert, Rainer (2002): Zur Situation der Lebensmittel-Nahversorgung in Nordrhein-Westfalen, in ILS NRW (Hg.): Einzelhandel stadt- und regionalverträglich. Diskussionsforum zur Weiterentwicklung der Landesplanung in NRW, Dortmund, S. 34–39.
- Kalogirou, Stamatis (2012): Testing local versions of correlation coefficients, in: Jahr-buch für Regionalwissenschaft, Jhg. 32, Heft 1, S. 45–61.
- Kestens, Yan; Thériault, Marius; Des Rosiers, François (2006): Heterogeneity in hedonic modelling of house prices: looking at buyers' household profiles, in: *Journal of Geographical Systems*, Jhg. 8, Heft 1, S. 61–96.
- Kholodilin, Konstantin A.; Menz, Jan-Oliver; Siliverstovs, Boriss (2007): What Drives Housing Prices Down? Evidence from an International Panel, in: DIW Berlin (Hg.): Discussion Papers, Nr. 758, Berlin.
- Kholodilin, Konstantin A.; Siliverstovs, Boriss (2013): Wohnimmobilien in Großstädten: Kaufpreise steigen auch 2014 schneller als Mieten, in: DIW Berlin (Hg.): DIW Wochenbericht, Nr. 49, Berlin.
- Kiel, Katherine A.; Zabel, Jeffrey E. (1999): The Accuracy of Owner-Provided House Values: The 1978-1991 American Housing Survey, in: *Real Estate Economics*, Jhg. 27, Heft 2, S. 263–298.
- Kippes, Stephan (2010): Marktmonitor Immobilien 2010. Eine empirische Studie zu den Themen Energieeffizienz, Lagefaktoren und Wirtschaftslage auf dem deutschen Immobilienmarkt, Nürtingen-Geislingen.
- Kippes, Stephan (2012): Marktmonitor Immobilien 2012. Eine empirische Studie zur Energieeffizienz, den Auswirkungen der Wirtschaftskrise auf den Immobilienmarkt und der Relevanz unterschiedlicher Lagekriterien, Nürtingen-Geislingen.
- Klauß, Swen; Kirchhof, Wiebke; Gissel, Johanna (2009): Erfassung regionaltypischer Materialien im Gebäudebestand mit Bezug auf die Baualtersklasse, Kassel.
- Knepel, Helmut (1999): Datenorientierte Analyse ökonomischer Systeme, in: Roth, Erwin; Holling, Heinz (Hg.): Sozialwissenschaftliche Methoden. Lehr- und Handbuch für Forschung und Praxis, München, S. 624–641.
- Knight, John R. (2002): Listing Price, Time on Market, and Ultimate Selling Price: Causes and Effects of Listing Price Changes, in: *Real Estate Economics*, Jhg. 30, Heft 2, S. 213–237.
- Knoblauch, Richard L.; Pietrucha, Martin T.; Nitzburg, Marsha (1995): Field Studies of Pedestrian Walking Speed and Start-Up-Time, in: Transportation Research Record, Heft 1538, S. 27–38.

- Koenig, J.G (1980): Indicators of urban accessibility: theory and application, in: *Transportation*, Jhg. 9, Heft 2, S. 145–172.
- Kok, Nils; Jennen, Maarten (2011): The Value of Energy Labels in the European Office Market, Working Paper, aufgerufen unter: http://www.nilskok.com/2011/05/the-value-of-energy-labels-in-the-european-office-market.html, zuletzt geprüft am 21.05.2014.
- Koschinsky, Julia; Lozano-Gracia, Nancy; Piras, Gianfranco (2012): The welfare benefit of a home's location: an empirical comparision of spatial and non-spatial model estimates, in: *Journal of Geographical Systems*, Jhg. 14, Heft 3, S. 319–356.
- KPMG (Hg.)(2008): Sortimente und Warengruppen im deutschen Lebensmitteleinzelhandel eine Bewertung aus Verbrauchersicht. Zusammenfassung der Ergebnisse des Sortimentsmonitors von KPMG, TNS Infratest und Handelsblatt, Köln.
- Kramer, Caroline (2004): Verkehrsverhalten und Mobilität, in: Statistisches Bundesamt (Hg.): Alltag in Deutschland. Analysen zur Zeitverwendung, Band 43, Wiesbaden, S. 23–38.
- Krämer, Walter (2012): Das Signifikanztest-Ritual und andere Sackgassen des Fortschritts in der Statistik, in: AStA Wirtschafts- und Sozialstatistisches Archiv, Jhg. 5, Heft 4, S. 299–308.
- Krizek, Kevin J. (2003): Transit Supportive Home Loans: Theory, Application, and Prospects for Smart Growth, in: *Housing Policy Debate*, Jhg. 14, Heft 4, S. 657–677.
- Kurzrock, Björn-Martin (2007): Einflussfaktoren auf die Performance von Immobilien-Direktanlagen, Köln.
- Kurzrock, Björn-Martin (2011): Immobilienanalyse, in: Rottke, Nico B.; Thomas, Matthias (Hg.): Immobilienwirtschaftslehre. Band 1: Management, Köln, S. 717–762.
- Kuschnerus, Ulrich (2009): Nahversorgungszentren als zentrale Versorgungsbereiche, in: Zeitschrift für deutsches und internationales Bau- und Vergaberecht, Jhg. 11, Heft 1, S. 24–29.
- Landeshauptstadt München (Hg.)(2005): Grünplanung in München, München.
- Landeshauptstadt Wiesbaden (Hg.)(2010): Monitoring zum Wiesbadener Wohnungsmarkt 2010, Wiesbaden.
- Lange, Norbert de (2006): Geoinformatik in Theorie und Praxis, Berlin.
- Lebensmittelzeitung.net (red.) (2014): Top Einkaufsstätten LEH Deutschland 2010, aufgerufen unter: http://www.lebensmittelzeitung.net/business/daten-fak ten/rankings/index.php?suche=1&timer=1400166734&id=135&currPage=1#rank ingTable, zuletzt geprüft am 20.05.2014.
- LeSage, James P. (1999): Spatial Econometrics, Toledo.
- LeSage, James P. (2014): What regional scientists need to know about spatial economtrecis, San Marco.
- LeSage, James P.; Pace, R. Kelley (2009): Introduction to spatial econometrics, Boca Raton.

- LeSage, James P.; Pace, R. Kelley (2012): The biggest myth in spatial econometrics, Working Paper, San Marcos/Baton Rouge.
- Levitt, Steven D.; Syverson, Chad (2008): Market distortions when agents are better informed: the value of information in real estate transactions, in: *The Review of Economics and Statistics*, Jhg. 90, Heft 4, S. 599-611.
- Li, J.; Heap, A. D. (2008): A review of spatial interpolation methods for environmental scientists, Geoscience Australia, Record 2008/23, Canberra.
- Litmann, Todd Alexander (2009): Economic Value of Walkability, aufgerufen unter: http://www.vtpi.org/walkability.pdf, zuletzt geprüft am 20.05.2014.
- Löchl, Michael; Axhausen, Kay W. (2010): Modeling hedonic residential rents for land use and transport simulation while considering spatial effects, in: *Journal of Transport and Land Use*, Jhg. 3, Heft 2, S. 39–63.
- Lorup, Eric; Fisler, Joel; Lüscher, Patrick (2011): Kontinuierliche räumliche Variablen, aufgerufen unter: http://www.gitta.info/, zuletzt geprüft am 20.05.2014.
- Lu, Binbin; Charlton, Martin; Fotheringhama, A. Stewart (2011): Geographically Weighted Regression Using a Non-Euclidean Distance Metric with a Study on London House Price Data, in: *Procedia Environmental Sciences*, Jhg. 7, S. 92–97.
- Madelin, Malika; Grasland, Claude; Mathian, Hélène; Sanders, Léna; Vincent, Jean-Marc (2009): Das "MAUP": Modifiable Areal Unit Problem oder Fortschritt? in: *Informationen zur Raumentwicklung*, Heft 10/11, S. 645–660.
- Manaugh, Kevin; El-Geneidy, Ahmed (2011): Validating walkability indices: How do different households respond to the walkability of their neighbourhood? in: *Tran-portation research Part D: Transport and Environment*, Jhg. 16, Heft 4, S. 309–315.
- MASSKS NRW (Hg.)(1999): Baulandentwicklung an der Schiene, Düsseldorf.
- Matthews, John W.; Turnbull, Geoffrey K. (2007): Neighborhood Street Layout and Property Value: The Interaction of Accessibility and Land Use Mix, in: *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Jhg. 35, Heft 2, S. 111–141.
- Matthews, Stephen A.; Yang, Tse-Chuan (2012): Mapping the results of local statistics: Using geographically weighted regression, in: *Demographic Research*, Vol. 26, S. 151–166.
- Mayntz, Renate; Holm, Kurt; Peter Hübner (1974,): Einführung in die Methoden der empirischen Soziologie, Opladen.
- McCluskey, W.J; McCord, M.; Davis, P.T; Haran, M.; McIlhatton, D. (2013): Prediction accuracy in mass appraisal: a comparison of modern approaches, in: *Journal of Property Research*, Jhg. 30, Heft 4, S. 239–265.
- McCormack, Gavin; Shiell, Alan; Giles-Corti, Billie; Begg, Stephen; Veerman, J. Lennert; Geelhoed, Elizabeth (2012): The association between sidewalk length and walking for different purposes in established neighborhoods, in: *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activy*, Jhg. 9, Heft 92, S. 1–12.
- McCormack, Gavin R.; Giles-Corti, Billie; Bulsara, Max (2008): The relationship between destination proximity, destination mix and physical activity behaviors, in: *Preventive Medicine*, Jhg 46, Heft 1, S. 33–40.

- Mennis, Jeremy (2006): Mapping the Results of Geographically Weighted Regression, in: *The Cartographic Journal*, Jhg. 43, Heft 2, S. 171–179.
- Merki, Christoph Maria (2008): Verkehrsgeschichte und Mobilität, Stuttgart.
- Metzger, Bernhard (2008): Wertermittlung von Immobilien und Grundstücken, München.
- Miles, Jeremy; Shevlin, Mark (2000): Applying Regression and Correlation: A Guide for Students and Researchers, London.
- Mitchell, Andy (1999): The ESRI Guide to GIS Analysis. Volume 1: Geographic Patterns & Relationships, Redlands.
- Monheim, Heiner (2011): Integration im Umweltverbund und Förderung der Nahmobilität Chancen für effizienten Verkehr (Vortrag auf dem 5. ÖPNV-Innovationskongress 2011), aufgerufen unter: http://www.innovationskongress-bw.de/rueckblick2011. html, zuletzt geprüft am 21.05.2014.
- Moran, Patrick Alfred Pierce (1950): Notes on Continuous Stochastic Phenomena, in: *Biometrica*, Jhg. 37, Heft 1/2, S. 17–23.
- Morris, J. M.; Dumble, P. L.; Wigan, M. R. (1979): Accessibility indicators for transport planning, in: *Transport Research A*, Jhg. 13, Heft 2, S. 91–109.
- Müller, Sascha; Rau, Andrea; Vogel, Jens (2014): Carsharing. Neue Herausforderungen für Kommunen und Landkreise, in: *Raumplanung*, Heft 173, S. 42–48.
- Muncke, Günter (1996): Standort- und Marktanalyse in der Immobilienwirtschaft Ziele, Gegenstand, methodische Grundlagen, Datenbasis und Informationslücken, in: Schulte, Karl-Werner (Hg.): Handbuch Immobilien-Projektentwicklung, Köln, S. 101–164.
- Mur, Jesús; Angulo, Ana (2009): Model selection strategies in a spatial setting: Some additional results, in: *Regional Science and Urban Economics*, Jhg. 39, Heft 2, S. 200–213.
- Neis, Pascal; Zielstra, Dennis; Zipf, Alexander (2012): The Street Network Evolution of Crowdsourced Maps: OpenStreetMap in Germany 2007–2011, in: Future Internet, Jhg. 4, Heft 1, S. 1–21.
- Odeh, O. Oluwarotimi; Featherstone, Allen M.; Bergtold, Jason S. (2010): Reliability of Statistical Software, in: *American Journal of Agricultural Economics*, Jhg. 92, Heft 5, S. 1472–1489.
- OECD (Hg.)(2004): Handbook on hedonic indexes and quality adjustments in price indexes, in: STI Working Paper, Nr. 9, Paris.
- OECD (Hg.)(2006): Recent house price developments: The role of fundamentals, Working Papers, Nr. 475, Paris.
- OpenStreetMap (2014): Stats, aufgerufent unter http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Stats, zuletzt geprüft am 20.05.2014.
- Osland, Liv (2010): An Application of Spatial Econometrics in Relation to Hedonic House Price Modeling, in: *Journal of Real Estate Research*, Jhg. 32, Heft 3, S. 289–320.

- Oswald, Frank; Kaspar, Roman; Frenzel-Erkert, Ursula; Konopnik, Nadine (2013): "Hier will ich wohnen bleiben!". Ergebnisse eines Frankfurter Forschungsprojekts zur Bedeutung des Wohnens in der Nachbarschaft für gesundes Altern, Frankfurt.
- Páez, Antonio; Scott, Darren M. (2005): Spatial statistics for urban analysis: A review of techniques with examples, in: *GeoJournal*, Jgh. 61, Heft 1, S. 53–67.
- Peters, Sibylle; Reinhardt, Kai; Seidel, Holger (2006): Standortentscheidungen messen und bewerten. Wissen verlagern, Wiesbaden.
- Peto, Robert; French, Nick; Bowman, Gillian (1996) Price and worth Developments in valuation methodology, in: *Journal of Property Valuation*, Jhg. 14, Heft 4, S. 79–100.
- Pinkse, Joris; Slade, Margaret E. (2010): The future of spatial econometrics, in: *Journal of Regional Science*, Jhg. 50, Heft 1, S. 103–117.
- Pivo, Gary; Fisher, Jeffrey D. (2011): The Walkability Premium in Commercial Real Estate Investments, in: *Real Estate Economics*, Jhg. 39, Heft 2, S. 185–219.
- Planersocietät-Stadtplanung (2006): Pilotprojekt Nahmobilität Frankfurter Nordend Handlungskonzept, Dortmund/Frankfurt.
- Porta, Sergio; Renne, John Luciano (2005): Linking urban design to sustainability: formal indicators of social urban sustainability field research in Perth, Western Australia, in: *Urban Design International*, Jhg. 10, Heft 1, S. 51–64.
- Powe, N. A.; Garrod, G. D.; Willis, K. G. (1995): Valuation of urban amenities using an hedonic price model, in: *Journal of Property Research*, Jhg. 12, Heft 2, S. 137–147.
- Ramm, Frederik; Topf, Jochen (2010): OpenStreetMap. Die freie Weltkarte nutzen und mitgestalten, Berlin.
- RatSWD (Hg.)(2009): Möglichkeiten zur Bildung eines Regionalindex Wohnkosten unter Verwendung von Angebotsdaten, RatSWD Research Notes, Nr. 34, Berlin.
- RatSWD (Hg.)(2014): Wie schafft es die Zahl in die Politik? Indikatorensätze im Spannungsfeld zwischen politisch Gewünschtem und statistisch Machbarem, RatSWD Working Paper Series, Nr. 235, Berlin.
- Rauterkus, Stephanie Yates; Miller, Norman G. (2011): Residential Land Values and Walkability, in: *Journal of Sustainable Real Estate*, Jhg. 3, Heft 1, S. 23–43.
- Rauterkus, Stephanie Yates; Thrall, Grant I.; Hangen, Eric (2010): Location Efficiency and Mortgage Default, in: *Journal of Sustainable Real Estate*, Jhg. 2, Heft 1, S. 117–141.
- Redfearn, Christian L. (2009): How informative are average effects? Hedonic regression and amenity capitalization in complex urban housing markets, in: *Regional Science and Urban Economics*, Jhg 39, Heft 3, S. 297–306.
- Rothenberg, Jerome; Galster, George C.; Butler, Richard V.; Pitkin, John R. (1991): The Maze of urban housing markets. Theory, evidence, and policy, Chicago.
- Rottke, Nico B. (2011): Immobilienwirtschaftslehre als wissenschaftliche Disziplin, in: Rottke, Nico B.; Thomas, Matthias (Hg.): Immobilienwirtschaftslehre. Band 1: Management, Köln, S. 27–64.

- Rottke, Nico B. (2011): Theoretisches Fundament der Immobilienwirtschaftslehre, in: Rottke, Nico B.; Thomas, Matthias (Hg.): Immobilienwirtschaftslehre. Band 1: Management, Köln, S. 73–87.
- Saelens, Brian E.; Sallis, James F. (2002): Neighborhood Environment Walkability Scale, aufgerrufen unter: http://www.activelivingresearch.org/node/10649, zuletzt geprüft am 20.05.2014.
- Schabenberger, Oliver; Gotway, Carol A. (2005): Statistical Methods for Spatial Data Analysis, Boca Raton.
- Scheiner, Joachim (2008): Verkehrskosten der Randwanderung privater Haushalte, in: Raumforschung und Raumordnung, Jhg. 66, Heft 1, S. 52–62.
- Scheiner, Joachim (2010): Interrelations between travel mode choice and trip distance: trends in Germany 1976–2002, in: *Journal of Transport Geography*, Jhg. 18, Heft 1, S. 75–84.
- Schendera, Christian F. G. (2007): Datengualität mit SPSS, München.
- Schendera, Christian F. G. (2008): Regressionsanalyse mit SPSS, München.
- Schmidt, Arne (2009): Normalverteilungsannahme und Transformation bei Regressionen, in: Albers, Sönke (Hg.): Methodik der empirischen Forschung, Wiesbaden.
- Schmiedel, Reinhard (1984): Bestimmung verhaltensähnlicher Personenkreise für die Verkehrsplanung, Dissertation, Karlsruhe.
- Schmoll, Fritz; Bischoff, Bernhard (2005): Basiswissen Immobilienwirtschaft, Berlin.
- Schmucki, Barbara (2001): Der Traum vom Verkehrsfluss. Städtische Verkehrsplanung seit 1945 im deutsch-deutschen Vergleich, Dissertation, Frankfurt/Main.
- Schnell, Rainer; Hill, Paul Bernhard; Esser, Elke (1999): Methoden der empirischen Sozialforschung, München.
- Schwarze, Björn (2005): Erreichbarkeitsindikatoren in der Nahverkehrsplanung, in: IRUPD (Hg.): Arbeitspapier, Heft 184, Dortmund.
- Scout24 (Hg.): Match Survey 2009 So sucht und findet Deutschland, München.
- Senatsverwaltung Berlin (Hg.)(2009): 06.05 Versorgung mit öffentlichen, wohnungsnahen Grünanlagen. Berlin.
- Shafir, Elldar; Diamond, Peter; Tversky, Amos (1997): Money Illusion, in: *The Quarterly Journal of Economics*, Jhg. 62, Heft 2, S. 341–374.
- Siedentop, Stefan; Roos, Sebastian; Fina, Stefan (2013): Ist die "Autoabhängigkeit" von Bewohnern städtischer und ländlicher Siedlungsgebiete messbar?, in: Raumforschung und Raumordnung, Jhg. 71, Heft 4, S. 329–341.
- Sirmans, G. Stacy; Macpherson, David A.; Zietz, Emily N. (2005): The Composition of Hedonic Pricing Models, in: *Journal of Real Estate Literature*, Jhg. 13, Heft 1, S. 3–43.
- Skogan, Wesley G. (1999): Measuring What Matters: Crime, Disorder, and Fear, in: U.S. Department of Justice (Hg.): Measuring What Matters. Proceedings from the Policing Research Institute Meetings, Research Report, Washington, S. 37–53.

- Smith, Michael John de; Goodchild, Michael F.; Longley, Paul (2009): Geospatial analysis. A comprehensive guide to principles, techniques and software tools, Leicester.
- SMWA (Hg.)(2007): Nahversorgung im Freistaat Sachsen Strukturanalyse Nahversorgungsmodelle Lösungsansätzeaufgerufen unter: http://www.smwa.sachsen.de/set/431/Nahversorgung%20im%20Freistaat%20Sachsen%20%28Internet%29.pdf, zuletzt geprüft am 20.05.2014.
- Sodeur, Wolfgang; Hoffmeyer-Zlotnik, Jürgen H.P (2005): Regionalisierung von statistischen Daten: Eine Einführung, in: Arbeitsgruppe Regionale Standards (Hg.): Regionale Standards Ausgabe 2005, Mannheim, S. 8–16.
- Sorensen, Emma (2009): ComScore Global Top 10 Players, aufgerufen unter: http://www.propertyportalwatch.com/2009/04/comscore-global-top-10-players/, zuletzt geprüft am 21.05.2014.
- Spannowsyk, Willy (2012): BauGB § 34, Stand: 01.08.2012, in: Spannowsyk, Willy; Uechtritz, Michael (Hg.): Beck 'scher Online-Kommentar Öffentliches Baurecht, München..
- Spars, Guido (2011): Leerstand als Koordinationsproblem, in: Rottke, Nico B.; Voigtländer, Michael (Hg.): Immobilienwirtschaftslehre. Band II Ökonomie, Köln, S. 447–468.
- Spissu, Erika; Eluru, Naveen; Pendyala, Ram M.; Bhat, Chandra R.; Konduri, Karthik (2007): A comparativ analysis of weekday time use and activity patterns between italy and the united states, Working Paper, aufgerufen unter: http://www.caee.utexas.edu/prof/bhat/ABSTRACTS/Italy\_US\_TimeUseComparison\_1Aug07.pdf, zuletzt geprüft am 12.06.2014.
- Stadt Bamberg (Hg.)(1999): Fußgängererhebung des Stadtplanungsamtes Bamberg, Bamberg.
- Stadt Frankfurt am Main Der Magistrat (Hg.)(2010a): Statistisches Jahrbuch Frankfurt am Main 2010, Frankfurt.
- Stadt Frankfurt am Main Der Magistrat (Hg.)(2010b): Wohnungsmarktbericht 2010, Frankfurt.
- Stadt Köln (Hg.) (2010): Statistisches Jahrbuch Köln 2008/2009, Köln.
- Statistisches Bundesamt (Hg.)(2011): Wirtschaftsrechnungen Einnahmen und Ausgaben privater Haushalte, Fachserie 15 Reihe 1, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (Hg.)(2013): Bevölkerung und Erwerbstätigkeit. Bevölkerung mit Migrationshintergrund Ergebnisse des Mikrozensus 2012, Fachserie 1 Reihe 2.2, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (Hg.)(2014): Preise Verbraucherpreisindizes für Deutschland, Fachserie 17 Reihe 7, Wiesbaden.
- Stephens, Darrel W. (1999): Measuring What Matters: Crime, Disorder, and Fear, in: U.S. Department of Justice (Hg.): Measuring What Matters, Research Report, Washington.
- STMWI (Hg.)(2011): Nahversorgung in Bayern. Bedeutung aktuelle Situation Alternativen, München.

- Strunck, Alexander (2010): Raumzeitliche Qualitätsuntersuchung von OpenStreetMap, Diplomarbeit, Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn.
- Sturm, Gabriele (2006): Möglichkeiten und Grenzen der Innerstädtischen Raumbeobachtung des BBR für das Monitoring einzelner Stadtregionen, in: Planungsverband Ballungsraum Frankfurt/Rhein-Main (Hg.): Dokumentation Monitoring der sozialen Stadt- und Regionalentwicklung Rhein-Main, Frankfurt.
- Sturm, Gabriele; Güleş, Antje (2013): Wohnstandorte von Großstadtfamilien Kommunalstatistiken im Vergleich, in: *Informationen zur Raumentwicklung*, Heft 6, S. 541–554.
- Sustainable Cities (2014): The Aalborg process for local sustainability, aufgerufen unter: http://www.sustainablecities.eu/aalborg-process/document/, zuletzt gepfürt am 20.05.2014.
- Tabachnick, Barbara G.; Fidell, Linda S. (2009): Using multivariate statistics, Boston.
- Tashev, Ivan; Couckuyt, Jeffrey; Black, Neil; Krumm, John; Panabaker, Ruston; Seltzer, Michael (2007): Pedestrian route production, US Patentnummer 8090532, angemeldet am 14.12.2007, zugelassen am 03.01.2012.
- Teilnehmer der Europäischen Konferenz über zukunftsbeständige Städte und Gemeinden (1994): Charta von Aalborg. Charta der Europäischen Städte und Gemeinden auf dem Weg zur Zukunftsbeständigkeit, Aalborg.
- Thissen, David; Steinberg, Lynne; Kuang, Daniel (2002): Quick and Easy Implementation of the Benjamini-Hochberg Procedure for Controlling the False Positive Rate in Multiple Comparisons, in: *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, Jhg. 27, Heft 1, S. 77–83.
- Tobler, Waldo (1970): A computer movie simulating urban growth in the Detroit region, in: *Economic Geography*, Jhg. 46, Heft 2, S. 234–240.
- Trotz, Raymond (Hg.)(2004): Immobilien Markt- und Objektrating. Ein praxiserprobtes System für die Immobilienanalyse, Köln.
- Tu, Charles C.; Eppli, Mark J. (1999): Valuing New Urbanism: The Case of Kentlands, in: *Journal of Real Estate Economics*, Jhg. 27, Heft 3, S. 425–451.
- Turnbull, Geoffrey K.; Dombrow, Jonathan; Sirmans, C.F (2006): Big House, Little House: Relative Size and Value, in: *Real Estate Economics*, Jhg 34, Heft 3, S. 439–456.
- Tversky, Amos; Kahneman, Daniel (1974): Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases, in: *Science*, Jhg. 185, Heft 4157, S. 1124–1131.
- Urban, Dieter; Mayerl, Jochen (2008): Regressionsanalyse: Theorie, Technik und Anwendung, Wiesbaden.
- van Wee, Bert; Rietveld, Piet; Meurs, Henk (2006): Is average daily travel time expenditure constant? In search of explanations for an increase in average travel time, in: *Journal of Transport Geography*, Jhg. 14, Heft 2, S. 109–122.
- Verband Deutscher Städtestatistiker (Hg.)(2008): Lebensqualität aus Bürgersicht. Deutsche Städte im Vergleich, Frankfurt.

- Verband Norddeutscher Wohnungsunternehmen (2014): CarSharing bei Wohnungsunternehmen, Pressemitteilung am 04.02.2014, Hamburg.
- Walberg, Dietmar; Holz, Astrid; Gniechwitz, Timo; Schulze, Torsten (2011): Wohnungsneubau in Deutschland 2011. Modernisierung oder Bestandsersatz, Kiel.
- Walk Score (Hg.) (2011): Walk Score Methodology, aufgerufen unter: http://www.walkscore.com/, zuletzt geprüft am 20.05.2014.
- Walk Score (2013): Walk Score, aufgerufen unter: http://www.walkscore.com/, zuletzt geprüft am 20.05.2014.
- Walk21 (Hg.) (2006): Internationale Charta für das Gehen, aufgerufen unter: http://www.walk21.com/charter/documents/internat.pdf, zuletzt geprüft am 20.05.14.
- Wehap, Wolfgang (1997): Gehkultur. Mobilität und Fortschritt seit der Industrialisierung aus fussläufiger Sicht, in: Grazer Beiträge zur europäischen Ethnologie, Band 7, Frankfurt am Main.
- Weidmann, Ulrich (1993): Transporttechnik der Fussgänger. Transporttechnische Eigenschaften des Fussgängerverkehrs, in: Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau (Hg.): Schriftenreihe des IVT, Band 90, Zürich.
- Weise, Peter; Brandes, Wolfgang; Eger, Thomas; Kraft, Manfred (2002): Neue Mikroökonomie, Heidelberg.
- What Works Clearinghouse (red.) (2011): Procedures and Standards Handbook (Version 2.1), aufgerufen unter: http://ies.ed.gov/ncee/wwc/pdf/reference\_resources/wwc\_procedures\_v2\_1\_standards\_handbook.pdf, zuletzt geprüft am 21.05.14.
- Wheeler, David; Tiefelsdorf, Michael (2005): Multicollinearity and correlation among local regression coefficients in geographically weighted regression, in: *Journal of Geographical Systems*, Jhg 7, Heft 2, S. 161–187.
- Witlox, Frank (2007): Evaluating the reliability of reported distance data in urban travel behaviour analysis, in: *Journal of Transport Geography*, Jhg. 15, Heft 3, S. 172–183.
- Wolverton, Marvin L. (1997): Empirical study of the relationship between residential lot price, size and view, in: *Journal of Property Valuation and Investment*, Jhg. 15, Heft 1, S. 48–57.
- Wyatt, Peter (1996): Using a geographical information system for property valuation, in: *Journal of Property Valuation and Investment*, Jhg. 14, Heft 1, S. 67–79.
- Yavas, Abdullah; Yang, Shiawee (1995): The strategic role of listing price in marketing real estate: theory and evidence, in: *Real Estate Economics*, Jhg. 23, Heft 3, S. 347–368.
- Yu, Danlin (2009): Spatial interpolation via GWR, a plausible alternative?, in: 17th International Conference on Geoinformatics proceedings, Fairfax, 12-14 August, S. 1-5.
- ZEW (2010): Determinanten für die langfristige Wertentwicklung von Wohnimmobilien, Mannheim.

- Zielstra, Dennis; Hochmair, Hartwig H. (2011): Comparative Study of Pedestrian Accessibility to Transit Stations Using Free and Proprietary Network Data, in: Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Heft 2217, S. 145–152.
- Zielstra, Dennis; Hochmair, Hartwig H. (2012): Using free and proprietary data to compare shortest path lengths for effective pedestrian routing in street networks, in: Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2299, S. 41–47.
- Zielstra, Dennis; Zipf, Alexander: Quantitative Studies on the Data Quality of Open-StreetMap in Germany, in: Weibel, R.; Fabrikant, S. (Hg.): Proceedings of the Sixth International Conference on Geographic Information Science, Zürich, S. 20–26.

## Gesetzestexte, Normen und Verordnungen

Baugesetzbuch (BauGB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 2004 (BGBl. I S. 2414), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 11. Juni 2013 (BGBl. I S. 1548) geändert worden ist.

DIN 32736:2000-08, Gebäudemanagement - Begriffe und Leistungen.

DIN 31051:2012-09, Grundlagen der Instandhaltung.

EN ISO 19113:2005, Geoinformation - Qualitätsgrundsätze.

Sachwertrichtlinie (SW-RL) veröffentlicht am Donnerstag, 18. Oktober 2012, BAnz AT 18.10.2012 B1.

## Lebenslauf

seit Okt. 2014: Projektentwickler bei der ISARIA Wohnbau AG,

München

Feb. 2011–Sep. 2014: Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet

Immobilienökonomie der Technischen Universität

Kaiserslautern

Okt. 2005–Jan.2011: Studium der Raum- und Umweltplanung an der

Technischen Universität Kaiserslautern und der

University of Aberdeen (UK), Abschluss: Diplom-Ingenieur