

Neumeier, Stefan

Working Paper

Modellierung der Erreichbarkeit von Straßentankstellen: Untersuchung zum regionalen Versorgungsgrad mit Dienstleistungen der Grundversorgung

Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie, No. 09/2012

Provided in Cooperation with:

Johann Heinrich von Thünen Institute, Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries

Suggested Citation: Neumeier, Stefan (2012) : Modellierung der Erreichbarkeit von Straßentankstellen: Untersuchung zum regionalen Versorgungsgrad mit Dienstleistungen der Grundversorgung, Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie, No. 09/2012, Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Braunschweig, <https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:253-201305-dn052039-3>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/76705>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Modellierung der Erreichbarkeit von Straßen- tankstellen

**Untersuchung zum regionalen Versorgungsgrad mit Dienst-
leistungen der Grundversorgung**

Stefan Neumeier

Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie

09/2012

Braunschweig, im Dezember 2012

Herr Dr. Stefan Neumeier ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Ländliche Räume des Johann Heinrich von Thünen-Instituts.

Adresse: Institut für Ländliche Räume
Johann Heinrich von Thünen-Institut,
Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei
Bundesallee 50
38116 Braunschweig

Telefon: +49 531 596-5241

E-Mail: stefan.neumeier@ti.bund.de

Disclaimer: Texts and graphics stemming from research projects under the EFGS Network presented in this report do not necessarily reflect the opinion of the EFGS members or member organisations.

Die Standorte der Straßentankstellen wurden von der POICON GmbH bereitgestellt.

Die *Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie* stellen vorläufige, nur eingeschränkt begutachtete Berichte über Arbeiten aus dem Institut für Betriebswirtschaft, dem Institut für Ländliche Räume und dem Institut für Marktanalyse und Agrarhandelspolitik des Johann Heinrich von Thünen-Instituts dar. Die in den Arbeitsberichten aus der vTI-Agrarökonomie geäußerten Meinungen spiegeln nicht notwendigerweise die der Institute wider. Kommentare sind erwünscht und sollten direkt an die Autoren gerichtet werden.

Zusammenfassung

Erreichbarkeit von Gütern und Dienstleistungen der Grundversorgung spielt sowohl für Standortentscheidungen und die regionale Entwicklung als auch für die individuelle Lebenssituation der Bürger eine wichtige Rolle, denn die Erreichbarkeit bestimmt neben der Qualität des Infrastrukturangebots die regionale Infrastrukturversorgung. Auch für die Diskussion über die Sicherung der Daseinsvorsorge sind aktuelle Informationen über die Erreichbarkeit von Einrichtungen der Daseinsvorsorge notwendig, um sich vor dem Hintergrund des normativen Anspruches der Aufrechterhaltung gleichwertiger Lebensbedingungen in allen Landesteilen ein sachliches und realistisches Bild über die derzeitige Situation als Ausgangsbasis für ggf. notwendige Politikmaßnahmen machen zu können. Vor diesem Hintergrund befasst sich die vorliegende Studie mit der Erreichbarkeit von Tankstellen als eine, insbesondere in ländlichen Räumen, wichtige Schlüsseldienstleistung für die individuelle Mobilität der Bürger. Als Ergebnis der Analyse der Erreichbarkeit von Straßentankstellen auf Basis eines GIS-Erreichbarkeitsmodells lässt sich festhalten, dass, obwohl in Deutschland die Anzahl der Tankstellen seit 1970 stetig zurückgeht und Deutschland im europaweiten Vergleich zu denjenigen Ländern mit der geringsten Tankstellendichte gehört, im Durchschnitt eine Tankstelle innerhalb von 5,4 Minuten Fahrzeit vom Wohnort erreicht wird.

Die regionalisierte Betrachtung zeigt, dass sehr wohl Regionen, v. a. in ländlichen Räumen, existieren, bei denen Entfernungen größer als 15 km in Kauf genommen werden müssen, um die dem Wohnort nächstgelegene Tankstelle zu erreichen. Dies trifft aber nur für einen sehr kleinen Anteil von 0,4 % der Bürger zu. Eine Betrachtung der Erreichbarkeit, differenziert nach Markentankstellen und freien Tankstellen, hat jedoch gezeigt, dass besonders in ländlichen Regionen freie Tankstellen, die ihre Produkte oftmals günstiger anbieten, deutlich schlechter zu erreichen sind als in verstädterten Regionen. Zusammenfassend lässt sich auf Basis der Modellergebnisse schlussfolgern, dass derzeit in Deutschland insgesamt gesehen die wohnortnahe Versorgung der Bevölkerung mit Kraftstoff flächendeckend gewährleistet ist.

Schlüsselwörter: Entwicklung ländlicher Räume, Nahversorgung, Straßentankstellen, Rasterbasierte GIS Erreichbarkeitsanalyse

Summary

Accessibility is as important for location decision and regional development as it is for the individual life situation of the citizens. The reason is that accessibility determines the regional quality and provision of infrastructure. Considering the normative political claim to provide comparable living conditions in all regions of Germany actual empirically sound information about the accessibility of services of general interest are important in order to get an objective and realistic impression about the current situation which can function as input for future policy actions and interventions. Therefore the study focuses on the accessibility of petrol stations as one core service of general interest important for the overall individual mobility of citizens especially in rural areas by analysing the accessibility of street petrol stations based on a raster-based GIS accessibility analysis. The analysed data allows to reason that in spite of the fact that in Germany the number of petrol stations has been steadily declining since 1970 and that Germany belongs to the countries with the lowest density of petrol stations in Europe a petrol station can still be accessed within 5,4 minutes driving time on average throughout the country. Although a regional consideration shows that there exists regions with petrol stations less accessible, mainly in rural areas, an estimation of the affected population reveals that only approximately 0.44 % of Germany's citizens have to cover a distance greater than 15 km to reach the petrol station next to their home. Nevertheless differentiating between the accessibility of branded and independent petrol stations the results clearly show that especially in rural areas independent petrol stations which often offer cheaper products are far less accessible than in rural areas. Nevertheless, all in all according to the model results it can be reasoned that the overall provision of gasoline near the place of residence is nationwide guaranteed in Germany at present.

Keywords: rural development, basic services, street petrol stations, raster based GIS accessibility analysis

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Zusammenfassung	i
Summary	ii
Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VI
1 Hintergrund und Ziele	1
2 Eckdaten zur Mobilität in ländlichen Räumen	3
3 Eckdaten zum Tankstellenmarkt	7
3.1 Charakteristika des Tankstellenmarktes in Deutschland	7
3.2 Entwicklung des Tankstellenbestandes in Deutschland	10
4 Erreichbarkeit	13
4.1 Definition	13
4.2 Berechnungsansätze	14
5 Methodik: GIS-Erreichbarkeitsmodell - Erreichbarkeit von Straßentankstellen	19
5.1 Verkehrsnetz	19
5.2 Tankstellenstandorte	19
5.3 Referenzraster	22
5.4 Methode der Erreichbarkeitsberechnung	22
6 Analyse der Erreichbarkeit von Straßentankstellen	27
6.1 Erreichbarkeit von Straßentankstellen	28
6.1.1 Erreichbarkeit von Straßentankstellen nach BBSR-Kreistypen 2009	28
6.1.2 Erreichbarkeit von Straßentankstellen nach Bundesländern	31

6.1.3	Erreichbarkeit von Straßentankstellen nach Bundesländern und BBSR-Kreistypen 2009 - Synthese	31
6.1.4	Regionale Erreichbarkeit von Straßentankstellen in Deutschland	36
6.2	Grad der Betroffenheit der Bevölkerung	43
6.2.1	Bevölkerung und Tankstellenerreichbarkeit	43
6.2.2	Bevölkerung und Tankstellenerreichbarkeit nach BBSR-Kreistypen 2009	44
6.2.3	Bevölkerung und Tankstellenerreichbarkeit nach Bundesländern	46
6.3	Potenziale von Tankstellenshops als alternativer Nahversorger in ländlichen Räumen	48
7	Synthese und Beurteilung	53
	Literaturverzeichnis	55
	Anhang	59
	Verzeichnis der Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie ab 2010	91

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 1: Anteil einzelner Warengruppen am durchschnittlichen Shopumsatz bei Tankstellen der Mineralölgesellschaften	9
Abbildung 2: Entwicklung der Anzahl der Straßentankstellen seit 1965 in Deutschland. Bis 1990 nur Bundesrepublik, ab 1991 inkl. der neuen Länder	11
Abbildung 3: Vergleich zwischen traditionellem Ansatz und Rasteransatz bei der Berechnung von Erreichbarkeiten	17
Abbildung 4: Überblick über Standorte von Straßentankstellen gemäß POICON-Datensatz „D Tankstellen“	21
Abbildung 5: Methodik der Routenberechnung	25
Abbildung 6: Durchschnittliche Erreichbarkeit von Tankstellen nach BBSR-Kreistypen 2009 und Bundesländern	30
Abbildung 7: Durchschnittliche Erreichbarkeit von Tankstellen nach Bundesländern und BBSR-Kreistypen 2009	33
Abbildung 8: Durchschnittliche Erreichbarkeit von Markentankstellen nach Bundesländern und BBSR-Kreistypen 2009	34
Abbildung 9: Durchschnittliche Erreichbarkeit von freien Tankstellen nach Bundesländern und BBSR-Kreistypen 2009	35
Abbildung 10: PKW Erreichbarkeit von Tankstellen (links), durchschnittliche PKW Erreichbarkeit von Tankstellen pro Gemeinde (rechts), bei 60 km/h	37
Abbildung 11: PKW Erreichbarkeit von Tankstellen innerhalb 15 Minuten (links), durchschnittliche PKW Erreichbarkeit von Tankstellen pro Gemeinde innerhalb 15 Minuten (rechts), bei 60 km/h	38
Abbildung 12: PKW Erreichbarkeit von Markentankstellen (links), durchschnittliche PKW Erreichbarkeit von Markentankstellen pro Gemeinde (rechts), bei 60 km/h	39
Abbildung 13: PKW Erreichbarkeit von Markentankstellen innerhalb 15 Minuten (links), durchschnittliche PKW Erreichbarkeit von Markentankstellen pro Gemeinde innerhalb 15 Minuten (rechts), bei 60 km/h	40
Abbildung 14: PKW Erreichbarkeit von freien Tankstellen (links), durchschnittliche PKW Erreichbarkeit von freien Tankstellen pro Gemeinde (rechts), bei 60 km/h	41

Abbildung 15:	PKW Erreichbarkeit von freien Tankstellen innerhalb 15 Minuten (links), durchschnittliche PKW Erreichbarkeit von freien Tankstellen pro Gemeinde innerhalb 15 Minuten (rechts), bei 60 km/h	42
Abbildung 16:	Fußläufige Erreichbarkeit von Straßentankstellen (links), durchschnittliche fußläufige Erreichbarkeit von Straßentankstellen pro Gemeinde (rechts), bei einer Gehgeschwindigkeit von 1,45 m/s	50
Abbildung 17:	Fußläufige Erreichbarkeit von Straßentankstellen nach BBSR-Kreistypen 2009	51
Abbildung A 1:	AIT-Population Density Grid	63
Abbildung A 2:	Siedlungsstrukturelle Kreistypen 2009 des BBSR	90

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1: Anzahl der Autos pro Haushalt	4
Tabelle 2: Anzahl der Autos pro Haushalt nach Kreistypen	4
Tabelle 3: Anzahl der Straßentankstellen nach Bundesland und BBSR-Kreistyp 2009. Einwohner gemäß AIT-Population Density Grid (Betrachtet wurden nur Rasterzellen, die sich einem BBSR-Kreistyp 2009 zuordnen ließen)	12
Tabelle 4: Erreichbarkeit von Tankstellenstandorten nach BBSR-Kreistypen 2009 und Bevölkerung pro BBSR-Kreistyp 2009 gemäß AIT-Population Density Grid	45
Tabelle 5: Erreichbarkeit von Tankstellenstandorten nach Bundesland und Bevölkerung pro Bundesländer gemäß AIT-Population Density Grid	47

Abkürzungsverzeichnis

ADAC	Allgemeiner Deutscher Automobilclub
AdV	Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland
AIT	Austrian Institute of Technology
AnzV	Anzeigenverordnung
ATKIS	Amtliches Topographisches Kartographisches Informationssystem
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
CPU	Central processing unit
DHN	Deutsches Hauptdreiecksnetz
EC	Eurocity
EFGS	European Forum for GeoStatistics
EPSG	European Petroleum Survey Group
GHz	Gigahertz
GIS	Geographisches Informationssystem
GVHK	Gemeinschaft zur Verbreitung der Hauskoordinaten
IC	Intercity
ICE	Intercity Express
IRPUD	Institut für Raumplanung, Technische Universität Dortmund
IV	Individualverkehr
Kfz	Kraftfahrzeug
LadSchlG	Gesetz über den Ladenschluss
MIV	Motorisierter Individualverkehr
NUTS	Nomenclature des unités territoriales statistiques
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
OSM	Open Streetmap
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PKW	Personenkraftwagen
PLZ	Postleitzahl

SRID	Spatial Reference System Identifier
UTM	Universal Transverse Mercator
Perl	Practical Extraction and Report Language
RAM	Random-Access-Memory
WGS84	World Geodetic System 1984

1 Hintergrund und Ziele

Erreichbarkeitsverhältnisse sind für unterschiedliche Lebenssituationen bedeutend. Unter anderem stellen sie eine Voraussetzung für die wirtschaftliche, soziale und kulturelle Entwicklung von Regionen dar (vgl. HEMETSBERGER, ORTNER, 2008). Eine gute Erreichbarkeit ist zum Beispiel eine Voraussetzung für die Teilhabe einer Region an der wirtschaftlichen Prosperität der Zentren, für die Wahrnehmung potenzieller Entwicklungsmöglichkeiten und die wirtschaftliche Tragfähigkeit von Betriebsstandorten (vgl. HEMETSBERGER, ORTNER, 2008; PLATZER, GMEINHART, 2003). Erreichbarkeit spielt allerdings nicht nur für Standortentscheidungen von Unternehmen und die regionale Entwicklung eine Rolle, sondern auch für die individuelle Lebenssituation der Bürger. Erreichbarkeitsverhältnisse bestimmen neben der Qualität des Infrastrukturangebots den regionalen Versorgungsgrad mit Infrastruktur (vgl. BMVBS: Raumordnungsbericht 2011, S. 55).

Bei der Versorgung mit Gütern und Dienstleistungen des täglichen Bedarfs lässt sich, insbesondere in den ländlichen Räumen zunehmend eine räumliche Konzentration feststellen (vgl. KÜPPER, EBERHARDT, 2012, S. 1). Vor diesem Hintergrund sind für die aktuelle Diskussion über die Sicherung der Daseinsvorsorge¹, die im Rahmen der Auseinandersetzung mit dem demographischen Wandel und dessen Auswirkungen auf die ländlichen Räume Deutschlands geführt wird, aktuelle Informationen über die Erreichbarkeit von Einrichtungen der Daseinsvorsorge notwendig, um sich vor dem Hintergrund des normativen Anspruches der Aufrechterhaltung gleichwertiger Lebensbedingungen in allen Landesteilen ein sachliches und realistisches Bild über die derzeitige Situation als Ausgangsbasis für ggf. notwendige Politikmaßnahmen/-interventionen machen zu können (vgl. SCHULZ, BRÖCKER, 2007). Daneben können entsprechende Informationen z. B. auch als Input für Einzugsbereichs-, Potenzial- und ökonometrische Analysen, zur Abgrenzung bzw. Differenzierung von Regionen oder zum regionalen Benchmarking genutzt werden.

Benötigt werden dafür sachliche Bewertungs- und Vergleichsmethoden. Das heißt (1) quantitative belastbare Daten über die reelle Versorgungssituation bzw. den Zugang der (ländlichen) Bevölkerung zu wichtigen Einrichtungen und Institutionen der Daseinsvorsorge (Erreichbarkeitsindizes) und (2) qualitative Informationen darüber, wie die Menschen vor Ort die Situation für sich erfahren und wie sie mit einer „schlechten“ Erreichbarkeit bestimmter Einrichtungen der Daseinsvorsorge umgehen bzw. ob und bei welchen Einrichtungen sie dies überhaupt als Problem wahrnehmen.

¹ Unter Daseinsvorsorge werden Leistungen verstanden, die allgemein der sozialen und der technischen Infrastruktur zugeordnet werden. Darüber, inwieweit darin Einzelhandel und Dienstleistungen einzubeziehen sind, bestehen unterschiedliche Auffassungen (vgl. WINKEL et al., 2007, S. 4).

Der Fokus der folgenden Analyse liegt dabei auf der Modellierung der regionalen Erreichbarkeit von Straßentankstellen mit dem Ziel, quantitative belastbare Daten über die Versorgungssituation zu erhalten (1).

Auf Kreis- oder Regionsebene aggregierte Daten, sogenannte Ausstattungskennziffern, geben nur ein eingeschränktes Bild der Situation wieder, da wichtige intraregionale Disparitäten durch die Aggregation „eingeebnet“ werden. Aktivitätsbasierte² Erreichbarkeitsindikatoren wie z. B. die Erreichbarkeit von Mittel- und Oberzentren, europäischen Agglomerationsräumen, Autobahnen, Flughäfen, IC/EC/ICE- Bahnhöfen bezogen auf Gemeindemittelpunkte, NUTS 3-Mittelpunkte, etc. erlauben größtenteils nur indirekt Rückschlüsse auf die Erreichbarkeit von Einrichtungen und Institutionen der Daseinsvorsorge (z. B. über die Sollaustattung unterschiedlicher Typen Zentraler Orte).

Obwohl im Rahmen der aktuellen Diskussion über die Sicherung der Daseinsvorsorge in ländlichen Räumen die Versorgung mit Gütern und Dienstleistungen der Grundversorgung sowie die Grundversorgung ergänzende Dienstleistungen häufig thematisiert wird, gibt es bislang kaum aktuelle wissenschaftlich belastbare Studien zu dieser Thematik (vgl. KÜPPER, EBERHARDT, 2012, S. 3). Um die Informationsbasis entsprechend zu erweitern, zielt die Studie darauf ab, am Beispiel der Erreichbarkeit von Straßentankstellen als wichtige Schlüssel-dienstleistung für die individuelle Mobilität der Bürger a) ein GIS-gestütztes Erreichbarkeitsmodell zur Ermittlung der Erreichbarkeit von Einrichtungen der Daseinsvorsorge zu konzipieren und zu realisieren, b) für Deutschland einen flächendeckenden aktivitätsbasierten integralen Erreichbarkeitsindikator für Straßentankstellen, auf Basis der Rasterzellen des AIT-Population Density Grid (1 km²), zu ermitteln.

² Auch als „komplexe Erreichbarkeitsindikatoren“ bezeichnet.

2 Eckdaten zur Mobilität in ländlichen Räumen

Unter Mobilität wird allgemein Bewegung, Beweglichkeit verstanden, wobei man i. d. R. zwischen sozialer Mobilität (Veränderungen im sozioökonomischen Status) und räumlicher bzw. geographischer Mobilität (Wanderungen als Verlagerungen von Funktionsstandorten, Verkehr als Bewegung, Transport zwischen Funktionsstandorten) unterscheidet (vgl. LESER et al., 1993, S. 409; JOHNSTON et al., 2000, S. 507). In der vorliegenden Untersuchung geht es um die geographische Mobilität mit Augenmerk auf Verkehr als Bewegung bzw. Transport zwischen Funktionsstandorten.

Die Entwicklung des Mobilitätsverhaltens lässt sich durch eine zunehmende Motorisierung der privaten Haushalte, einen zunehmenden Anteil des Pkw-Verkehrs am gesamten Verkehrsaufkommen, ein mehr und mehr über den Tag verteiltes Verkehrsgeschehen durch hohe Wachstumsraten im Erledigungs-, Einkaufs- und Freizeitverkehr sowie höhere Zeitbudgets für die tägliche Mobilität bei wachsenden Wegelängen charakterisieren (vgl. KÜPPER, STEINRÜCK, 2010, S. 14). Gründe für diese Entwicklung sind nach KÜPPER und STEINRÜCK (2010) die Individualisierung und Freizeitorientierung der Gesellschaft, wachsende Haushaltseinkommen, Zunahme der räumlichen Distanzen zwischen Wohnung und den Orten der übrigen Funktionen des täglichen Lebens sowie die Verkehrspolitik und Politikfelder mit Maßnahmen zur Beeinflussung der Raum- und Siedlungsstruktur (vgl. KÜPPER, STEINRÜCK, 2010, S. 14).

In dünn besiedelten ländlichen Regionen werden gemäß der Ergebnisse einer Studie zur Mobilität in Deutschland (vgl. BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG, 2009) fast zwei Drittel aller Wege mit dem Pkw als Selbst- (46 %) oder Mitfahrer (18 %) zurückgelegt (vgl. KÜPPER, STEINRÜCK, 2010, S. 1). Nur für 4 % der Wege wird der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) genutzt (vgl. KÜPPER, STEINRÜCK, 2010, S. 1). Dies spiegelt die vergleichsweise hohe Bedeutung des motorisierten Individualverkehrs (MIV) und die relativ geringe Bedeutung des ÖPNV für die Mobilität in den ländlichen Räumen wider.

Die insgesamt hohe Bedeutung des motorisierten Individualverkehrs für die Mobilität der Bürger wird auch durch die Ergebnisse der BMVBS-Studie (2009) zur Mobilität in Deutschland bestätigt. Gemäß der Studie besitzen lediglich 11,3 % der Haushalte in Deutschland kein Auto (vgl. Tabelle 1). Diese 11,3 % bestehen zur Hälfte aus Haushalten von Rentnern (ca. 42 %) und jüngeren Erwachsenen (ca. 58 %) (vgl. BMVBS, 2009 und 2009a). Dabei lässt sich beobachten, dass der Anteil der Haushalte ohne Auto an allen Haushalten in den Kernstädten am höchsten ist (21,3 %) und über die verdichteten Kreise (7,3 %) zu den ländlichen Kreisen (7,6 %) abnimmt (vgl. Tabelle 1 und Tabelle 2).

Tabelle 1: Anzahl der Autos pro Haushalt

Anzahl Autos im Haushalt	BBSR-Kreistypen									Gesamt (in %)
	1 (in %)	2 (in %)	3 (in %)	4 (in %)	5 (in %)	6 (in %)	7 (in %)	8 (in %)	9 (in %)	
kein Auto	5,0	1,4	0,7	0,3	0,9	1,4	0,6	0,7	0,4	11,3
1 Auto	11,3	8,2	4,0	1,5	3,0	9,5	3,8	3,9	2,0	47,3
2 Autos	5,0	7,1	3,7	1,0	1,3	7,6	3,5	3,1	1,5	33,8
3 Autos	0,7	1,2	0,6	0,2	0,2	1,4	0,7	0,6	0,4	6,0
4 Autos	0,1	0,3	0,1	0,0	0,0	0,3	0,2	0,1	0,1	1,3
5 Autos	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2
6 Autos	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
7 Autos	-	0,0	0,0	-	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0
8 Autos	-	-	0,0	-	-	-	0,0	-	-	0,0
alle	22,2	18,3	9,0	3,1	5,4	20,4	8,7	8,5	4,4	100,0

- 1 = Kernstädte in Agglomerationsräumen
 2 = Hochverdichtete Kreise in Agglomerationsräumen
 3 = Verdichtete Kreise in Agglomerationsräumen
 4 = Ländliche Kreise in Agglomerationsräumen
 5 = Kernstädte in verdichteten Räumen
 6 = Verdichtete Kreise in verdichteten Räumen
 7 = Ländliche Kreise in verdichteten Räumen
 8 = Ländliche Kreise höherer Dichte
 9 = Ländliche Kreise geringer Dichte

Quelle: Mobilität in Deutschland 2008 – eigene Auswertung über MiT 2008.

Tabelle 2: Anzahl der Autos pro Haushalt nach BBSR-Kreistypen

Anzahl Autos im Haushalt	BBSR-Kreistypen		
	Kernstädte (in %)	Verdichtete Kreise (in %)	Ländliche Kreise (in %)
kein Auto	21,3	7,3	7,6
1 Auto	51,8	45,6	45,4
2 Autos	22,9	38,5	36,9
3 Autos	3,3	6,7	7,7
4 Autos	0,6	1,5	1,8
5 Autos	0,1	0,3	0,2
6 Autos	0,0	0,1	0,2
7 Autos	-	0,1	0,1
8 Autos	-	0,0	0,1
alle	100,0	100,0	100,0

Quelle: Mobilität in Deutschland 2008 – eigene Auswertung über MiT 2008.

Ein Grund dafür ist einerseits, dass im Gegensatz zu städtischen Räumen in ländlichen Räumen der öffentliche Personennahverkehr oftmals nur rudimentär ausgebaut ist oder geringe Taktzeiten aufweist, so dass die Bürger, um mobil zu sein, auf den Pkw angewiesen sind. Andererseits sind die Distanzen, die in ländlichen Räumen zurückgelegt werden müssen, um z. B. den Arbeitsplatz, Arzt oder Supermarkt zu erreichen, häufig besonders groß (vgl. KÜPPER, STEINRÜCK, 2010, S. 5). Zusätzlich haben sich die Anforderungen der Bürger an die

Mobilität und die individuellen Mobilitätsbedürfnisse gewandelt, so dass diese vom ÖPNV immer schwerer befriedigt werden können (vgl. KÜPPER, STEINRÜCK, 2010, S. 6).

Um in ländlichen Räumen mobil zu sein, fungiert daher für die Bürger die Verfügbarkeit eines Pkw als „Schlüssel“ individueller Raum- und Zeitgestaltung (vgl. HEINZE et al., 1982, S. 368). Um mobil zu sein ist jedoch nicht nur die Verfügbarkeit eines Autos, sondern auch die Versorgung mit Kraftstoff bzw. die Erreichbarkeit einer Tankstelle wichtig. Eine im Auftrag des ADAC (2012) durchgeführte Befragung unter Autofahrern hat diesbezüglich ergeben, dass den Konsumenten neben günstigen Kraftstoffpreisen v. a. auch die Nähe einer Tankstelle zum Arbeitsplatz oder Wohnort wichtig ist (vgl. ADAC, 2012, S. 28). Gefragt nach ihrem Tankverhalten gaben 96 % der Befragten an, dass die von ihnen am häufigsten genutzte Tankstelle weniger als 25 km von der Wohnung entfernt ist (vgl. ADAC, 2012, S. 5). 40 % gaben an, jeweils nur eine bestimmte Tankstelle anzufahren, wobei die Mehrheit (ca. 60 %) dabei ausschließlich Markentankstellen aufsucht (vgl. ADAC, 2012, S. 27 ff.). Interessant ist ebenfalls, dass gemäß der Studie ca. 43 % der Befragten erst tanken, wenn der Tank leergefahren ist (vgl. ADAC, 2012, S. 26), was die Bedeutung der Nähe einer Tankstelle zum Arbeitsplatz oder Wohnort nochmals hervorhebt. Insgesamt kommen die Autoren der Studie zu dem Schluss, dass die Erreichbarkeit einer Tankstelle für viele Autofahrer ein wichtiges Kriterium darstellt, das genauso wichtig oder ggf. sogar wichtiger als der Kraftstoffpreis ist (vgl. ADAC, 2012, S. 28).

3 Eckdaten zum Tankstellenmarkt

3.1 Charakteristika des Tankstellenmarktes in Deutschland

In Deutschland existieren zum Jahresbeginn 2011 14.744 Tankstellen. Diese untergliedern sich in sogenannte Bundesautobahntankstellen (377), das sind Tankstellen deren Ein- und Ausfahrten an Bundesautobahnen liegen inklusive der Outlets der Mineralölgesellschaften und sogenannte Straßentankstellen (14.367), definiert als Tankstellen, deren Ein- und Ausfahrten an öffentlichen Straßen, jedoch nicht Bundesautobahnen liegen (vgl. MORGENSTERN, ZIMMERMANN, 2012, S. 10; http://www.symphonyiri.de/Portals/0/ArticlePdfs/Grund2010/Grundgesamtheiten2010_FINAL01DEC2010%2059.pdf, 14.11.2012).

In der Klassifikation der Wirtschaftszweige werden Tankstellen als Einzelhandel mit Motorenkraftstoffen (WZ-Nr. 47.30) definiert (vgl. BUNDESVERBAND DER DEUTSCHEN VOLKSBANKEN UND RAIFFEISENBANKEN, 2012, S. 1). Sie gehören zum Bereich der Nahversorgung, d. h. Waren und Dienstleistungen des kurz- und mittelfristigen Bedarfs in engerem Umfeld der Wohnung, und können als die Grundversorgung³ ergänzende Dienstleistungen angesehen werden. Als Orte der Kraftstoffversorgung sind sie von großer Bedeutung für die Mobilität und damit für die Entwicklung von Wirtschaft und Gesellschaft.

Gemäß einer Untersuchung zum „Tankstellenmarkt 2011 Deutschland“ gehört Deutschland mit weniger als 2 Tankstellen pro 10.000 Einwohnern und ca. 3 Tankstellen pro 10.000 Kfz zu den europäischen Ländern, die über die geringste Tankstellendichte verfügen (vgl. MORGENSTERN, ZIMMERMANN, 2012, S. 15). Im Gegensatz zu vielen anderen europäischen Staaten, bei denen nur rund die Hälfte aller Tankstellen einen das Kerngeschäft ergänzenden Shopbetrieb unterhält, existieren in Deutschland kaum noch Tankstellen, die ihr Kerngeschäft – den Kraftstoffverkauf – nicht durch einen zusätzlichen Shopbetrieb ergänzen (vgl. MORGENSTERN, ZIMMERMANN, 2012, S. 16). Betrachtet man die Ertragsverteilung im Tankstellengeschäft in Deutschland, so läßt sich feststellen, dass der Rohertragsanteil des Kraftstoffverbrauchs in den letzten Jahren kontinuierlich abgenommen hat, während weitere Geschäftsfelder, wie z. B. Autowaschanlagen, Kfz-Reperatur, insbesondere jedoch das Shopgeschäft, d. h. der Einzelhandel mit Artikeln des täglichen Bedarfs, an Bedeutung gewonnen haben (vgl. MORGENSTERN, ZIMMERMANN, 2012, S. 27 ff.). Diese Entwicklung führte dazu, dass sich heute das Tankstellengewerbe v. a. auf die drei Geschäftssäulen Kraftstoffvertrieb, Shopbetrieb und Autowäsche stützt (vgl. BUNDESVERBAND DER DEUTSCHEN VOLKSBANKEN UND RAIFFEISENBANKEN, 2012, S. 2). Vor dem Hintergrund dieser Entwicklung folgern

³ Die Grundversorgung umfasst die Versorgung mit Konsumgütern und Dienstleistungen des täglichen Bedarfs (GILGEN, SARTORIS, 2005, S. 7).

MORGENSTERN und ZIMMERMANN (2012), dass die zentrale Stellung von Shop, Gastronomie und Serviceleistungen künftig erhalten bleibt und eine marktgerechte Sortimentspolitik mehr als in früheren Jahren über weiter wachsende Umsatz- und Ergebnisbeträge in diesen Bereichen und somit letztendlich über die Rentabilität eines Tankstellenbetriebes insgesamt entscheidet (vgl. MORGENSTERN, ZIMMERMANN, 2012, S. 29). Die wachsende Bedeutung von Tankstellen als Orte des Konsums wird durch die Analyse der Transiträume Flughafen, Tankstelle und Bahnhof von KORN (2006) bestätigt.

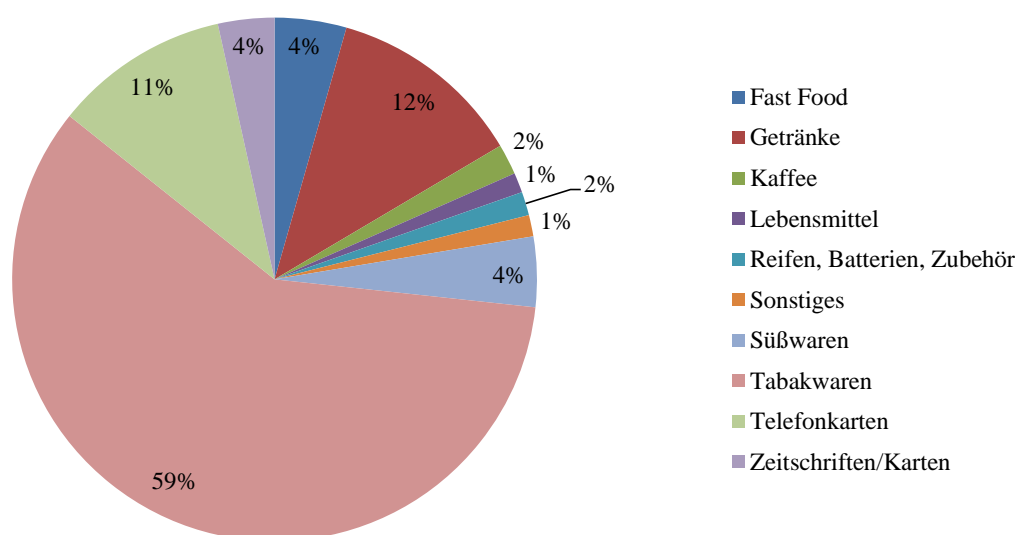
Tankstellen dürfen aufgrund § 6 des Gesetzes über den Ladenschluss an allen Tagen während des ganzen Tages geöffnet sein (vgl. §6 LadSchlG), allerdings dürfen sie während der allgemeinen Ladenschlusszeiten nur Waren verkaufen, welche für die Erhaltung oder Wiederherstellung der Fahrbereitschaft dienen sowie Reisebedarf⁴ (vgl. §6 LadSchlG, KULKE 1994, S. 185). Jedoch wird von der Rechtsprechung die Sortimentgestaltung von Tankstellenshops relativ großzügig interpretiert; erlaubt wird ein den Bedürfnissen der Kundschaft Rechnung tragendes Sortiment (KULKE 1994, S. 185). Dies führt gemäß KULKE (1994) dazu, dass Tankstellenshops eine auffällige Orientierung auf den Verkauf von Waren während der gesetzlichen Ladenschlusszeiten zeigen (KULKE 1994, S. 185). Gemäß KULKE (1994) spiegelt sich diese Entwicklung auch im Kundenverhalten wider. Der Tagesgang der Tankstellenbesucher vezeichnet ein Maximum zwischen 17 und 22 Uhr (KULKE, 1994, S. 186). Wohingegen während der üblichen Ladenöffnungszeiten die meisten Kunden zum Tanken kommen, dominieren während der Ladenschlusszeiten, so KULKE (1994), reine Einkaufsbesuche, bei denen sogar ein großer Anteil der Kunden die Tankstelle ohne PKW aufsucht (KULKE 1994, S. 186). Während diese Entwicklung gemäß HESSE (1999) dazu geführt hat, dass Tankstellen in vielen Regionen den Einzelhandel ersetzen (vgl. HESSE, 1999, S. 23) und nach Selbstaussage der Tankstellenbranche in ländlichen Räumen oftmals die Funktion der „Tante-Emma-Läden“ bzw. der Nahversorger übernehmen (vgl. VARSAMIDIS, ZIMMERMANN, 2009, S. 27), kommen KORN (2006) in einer differenzierten Betrachtung von Transiträumen als Orte des Konsums sowie VALLÉE und LENZ (2007) zu dem Ergebnis, dass dies aktuell noch nicht der Fall ist. Gemäß KORN (2006) bereichern Tankstellenshops zwar das Versorgungsnetz, tragen aber gegenwärtig nicht zum Schluss räumlicher Versorgungslücken bei, die im Zuge des Strukturwandels im Einzelhandel entstanden sind (vgl. KORN, 2006, S. 55). Als Grund dafür gibt KORN (2006) an, dass Tankstellenshops nicht der Deckung des Grundbedarfs dienen, sondern

⁴

Darunter fallen gemäß §6 LadSchlG Zeitungen, Zeitschriften, Straßenkarten, Stadtpläne, Reiselektüre, Schreibmaterialien, Tabakwaren, Schnittblumen, Reisetoyilettenartikel, Filme, Tonträger, Bedarf für Reiseapotheken, Reiseandenken und Spielzeug geringeren Wertes, Lebens- und Genussmittel in kleineren Mengen sowie ausländische Geldsorten.

als sogenannte „susceptible locations“⁵ einzustufen sind, die sich aus Konsumentensicht insbesondere für den Frequenz- und Impulseinkauf eignen; allerdings mit Entwicklungspotenzialen hin zu Convenience-Shops, Versorgungseinkauf und „generative location“⁶ (vgl. KORN, 2006, S. 55 ff.). Ein Charakteristikum von Tankstellenshops sind dabei deren starke Orientierung auf den „Vergesslichkeitsbedarf“ (VALLÉE, LENZ, 2007, S. 26). Derzeit dominieren, wie auch Abbildung 1 zu entnehmen ist, v. a. Tabakwaren und Printmedien bzw. Süßwaren, Getränke und Fastfood das Frequenz- und Impulssortiment der Tankstellen (vgl. KORN, 2006, S. 52; VALLÉE, LENZ, 2007, S. 26; BUNDESVERBAND DER DEUTSCHEN VOLKSBANKEN UND RAIFFEISENBANKEN, 2012, S. 2).

Abbildung 1: Anteil einzelner Warengruppen am durchschnittlichen Shopumsatz bei Tankstellen der Mineralölgesellschaften



Quelle: Eigene Darstellung, Datenquelle: BUNDESVERBAND DER DEUTSCHEN VOLKSBANKEN UND RAIFFEISENBANKEN, 2012, 9.

Gemäß MORGENSTERN und ZIMMERMANN (2012) sehen mehr als 24 % der Kunden den Tankstellenshop als Alternative zur Erledigung des Lebensmitteleinkaufs (vgl. MORGENSTERN, ZIMMERMANN, 2012, S. 46). Ein Ergebnis, das vor dem Hintergrund des i. d. R. recht be-

⁵ Bei „susceptible locations“ partizipiert ein Geschäft an Passantenströmen, die durch handelsfremde Frequenzbringer (z. B. Straße) erzeugt werden. Der Verkauf richtet sich an Personen, die nicht primär des Einkaufs wegen vor Ort sind (vgl. KORN, 2006, S. 13).

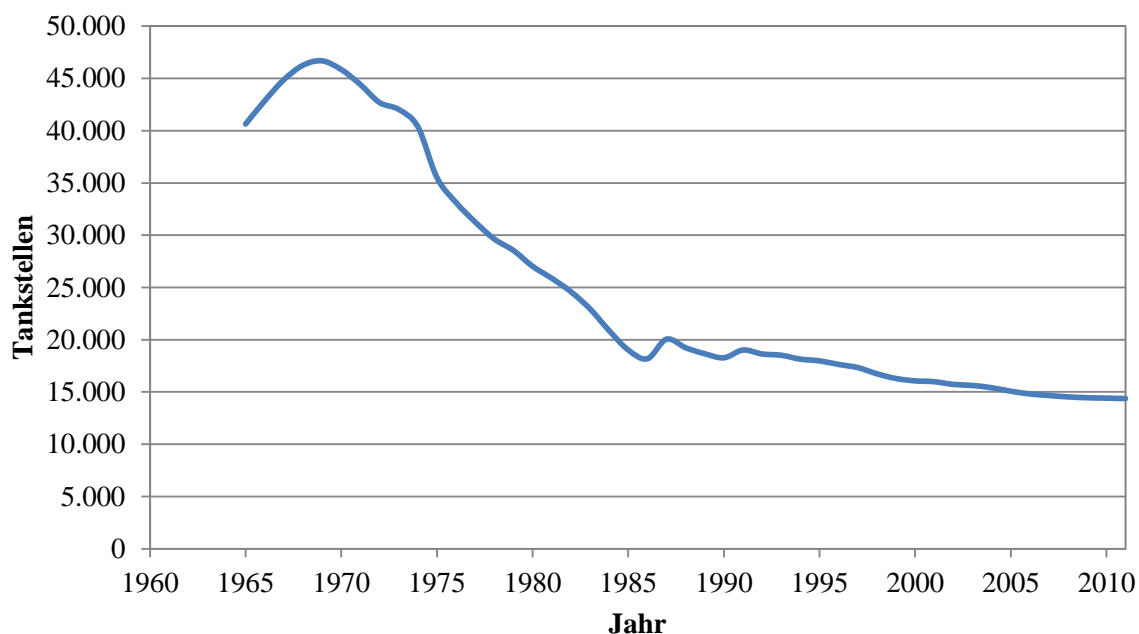
⁶ Bei einer „generative location“ existiert ein eigener Kundenstamm. Die Kunden suchen das Geschäft primär des Einkaufs wegen auf (vgl. KORN, 2006, S. 13).

grenzten Sortiments von Tankstellenshops im Vergleich zum regulären Lebensmitteleinzelhandel überrascht und hinterfragenswert ist. Gemäß ADAC (2012) sind Einrichtungen wie Bistro, Shop, etc. für ca. 15 % - 33 % der Konsumenten wichtig (vgl. ADAC, 2012, S. 32). Obwohl für die Tankstellen das Shopgeschäft an Bedeutung gewonnen hat, scheint es lediglich für einen geringen Anteil der Konsumenten wichtig zu sein, woraus sich folgern lässt, dass für die überwiegende Mehrheit der Kunden nach wie vor der Kraftstoffwerb im Vordergrund steht. Als Fazit lässt sich festhalten, dass Tankstellen neben der reinen Versorgung der Bevölkerung mit Kraftstoff z. T. auch weitere Versorgungsfunktionen innehaben, derzeit v. a. jedoch den Frequenz- und Impulseinkauf bedienen und somit nicht die durch den Strukturwandel im Einzelhandel entstehenden Versorgungslücken kompensieren. Neben ihrer Versorgungsfunktion fungieren Tankstellen v. a. in ländlichen Räumen vereinzelt auch als Treffpunkte für Subkulturen (vgl. HESSE, 1999, S. 23; BARLÖSIUS, NEU, 2008).

3.2 Entwicklung des Tankstellenbestandes in Deutschland

Um Dienstleistungen in ländlichen Räumen wettbewerbsfähig zu halten, werden diese oft auf Kosten peripherer Gemeinden an zentralen Orten gebündelt (vgl. MAIER et al., 2010, S. 35), sodass eine Ausdünnung des Angebots an Dienstleistungen wie z. B. Einzelhandel, Post und Banken festzustellen ist (vgl. OECD, 2007, S. 18-19). Dies betrifft auch die wohnortnahe Kraftstoffversorgung. Verfolgt man die Entwicklung des Tankstellenbestandes in Deutschland seit 1965 (vgl. Abbildung 2), so bildet die Entwicklung den gestiegenen Wettbewerbsdruck der Branche deutlich ab. Während zwischen 1965 und 1969 die Anzahl der Straßentankstellen noch von 40.640 Tankstellen auf 46.684 Tankstellen anstieg, ist seit 1970 ein kontinuierlicher Rückgang der Straßentankstellen zu beobachten. 2011 existierten gemäß einer Statistik des ADAC noch 14.367 Straßentankstellen (vgl. ADAC, 2012). Allerdings ist in jüngster Zeit eine Stabilisierung zu beobachten. Der wachsende PKW-Bestand und die Entwicklung der Anzahl der Betriebe hat zu einem erheblich vergrößerten Geschäftsvolumen pro Tankstelle geführt, sodass eine Verlagerung zu größeren, effizienteren und moderneren Tankstellen und Shops zu erkennen ist (vgl. BUNDESVERBAND DER DEUTSCHEN VOLKSBANKEN UND RAIFFEISENBANKEN, 2012, S. 2). Die Ausdünnung des Tankstellennetzes führt dabei zu einer zunehmenden räumlichen Konzentration auf frequenzstarke lukrative Standorte (vgl. GYLLENSVÄRD, 1999; KORN, 2006). Leider liegen keine regionalisierten Daten über die Entwicklung des Tankstellenbestandes vor, allerdings läßt sich vermuten, dass insbesondere unrentable Standorte mit vergleichsweise geringem zu erwartenden Kundenaufkommen von Geschäftsaufgaben betroffen sind, v. a. auch in von den Auswirkungen des demographischen Wandels besonders betroffenen ländlichen Räumen.

Abbildung 2: Entwicklung der Anzahl der Straßentankstellen seit 1965 in Deutschland. Bis 1990 nur Bundesrepublik, ab 1991 inkl. der neuen Länder



Quelle: Daten ADAC 2012.

Betrachtet man die Verteilung der Straßentankstellen gemäß dem der folgenden Analyse zugrunde liegenden Datensatz „D Tankstellen“ der POICON GmbH (vgl. Kapitel 4.1.2), gegliedert nach BBSR-Kreistypen 2009 (vgl. Anhang 5), so lässt sich feststellen, dass ca. 20 % der Straßentankstellen auf Kernstädte in Agglomerationsräumen entfallen, ca. 18 % auf hochverdichtete Kreise in Agglomerationsräumen, ca. 8 % auf verdichtete Kreise in Agglomerationsräumen, ca. 4 % auf ländliche Kreise in Agglomerationsräumen, ca. 6 % auf Kernstädte in verstädterten Räumen, ca. 20 % auf verdichtete Kreise in verstädterten Räumen, ca. 10 % auf ländliche Kreise in verstädterten Räumen, ca. 9 % auf ländliche Kreise höherer Dichte und ca. 5 % auf ländliche Kreise geringer Dichte (vgl. Tabelle 1). Ländliche Kreise in Agglomerationsräumen gefolgt von ländlichen Kreisen geringer Dichte weisen somit insgesamt die geringste Dichte an Straßentankstellen auf.

Tabelle 3: Anzahl der Straßentankstellen nach Bundesland und BBSR-Kreistyp 2009. Einwohner gemäß AIT-Population Density Grid (betrachtet wurden nur Rasterzellen, die sich einem BBSR-Kreistyp 2009 zuordnen ließen)

Bundesland	Anzahl der Straßentankstellen		Anzahl der Straßentankstellen je BBSR-Kreistyp 2009 pro Bundesland														
			1			2			3			4			5		
			total	%	Einwohner pro Tankstelle	total	%	Einwohner pro Tankstelle	total	%	Einwohner pro Tankstelle	total	%	Einwohner pro Tankstelle	total	%	Einwohner pro Tankstelle
Schleswig-Holstein	596	4,19		52	8,72	5.692	105	17,62	4.625	39	6,54	4.775	86	14,43	5.152		
Hamburg	275	1,93	275 100,00 6.308														
Niedersachsen	1.472	10,35		214	14,54	5.273	156	10,60	5.490	118	8,02	4.978	159	10,80	4.994		
Bremen	118	0,83	96 81,36 5.577										22	18,64	5.334		
Nordrhein-Westfalen	3.415	24,02	1220 35,72 5.859	1233	36,11	5.211	291	8,52	5.049				63	1,84	4.290		
Hessen	1.136	7,99	181 15,93 6.604	289	25,44	5.525	199	17,52	4.940				31	2,73	6.431		
Rheinland-Pfalz	703	4,94	29 4,13 5.613	38	5,41	6.606	81	11,52	5.824				71	10,10	5.592		
Baden-Württemberg	1.650	11,61	191 11,58 6.903	539	32,67	6.177				22	1,33	6.786	97	5,88	5.891		
Bayern	2.319	16,31	304 13,11 6.435	91	3,92	6.983	220	9,49	4.622	42	1,81	5.622	141	6,08	4.521		
Saarland	165	1,16	61 36,97 6.062	84	50,91	6.088	20	12,12	10.161								
Berlin	342	2,41	342 100,00 9.803														
Brandenburg	426	3,00	22 5,16 6.711							264	61,97	6.171	15	3,52	7.022		
Mecklenburg-Vorpommern	294	2,07											22	7,48	9.058		
Sachsen	607	4,27	130 21,42 7.661				112	18,45	7.239	27	4,45	8.082	49	8,07	5.021		
Sachsen-Anhalt	359	2,53											74	20,61	6.308		
Thüringen	340	2,39											57	16,76	7.093		
Deutschland	14.217	100,00	2851 20,05 6.635	2540 17,87 5.580	1184 8,33 5.318	512 3,60 5.872	887 6,24 5.470										

Bundesland	Anzahl der Straßentankstellen		Anzahl der Straßentankstellen je BBSR-Kreistyp 2009 pro Bundesland											
			6			7			8			9		
			total	%	Einwohner pro Tankstelle	total	%	Einwohner pro Tankstelle	total	%	Einwohner pro Tankstelle	total	%	Einwohner pro Tankstelle
Schleswig-Holstein	596	4,19	90 15,10 3.950	69	11,58	4.876	83	13,93	5.091	72	12,08	4.220		
Hamburg	275	1,93												
Niedersachsen	1.472	10,35	410 27,85 5.653	214	14,54	5.697	138	9,38	5.853	63	4,28	4.600		
Bremen	118	0,83												
Nordrhein-Westfalen	3.415	24,02	507 14,85 4.667	101	2,96	4.298								
Hessen	1.136	7,99	232 20,42 5.100	123	10,83	4.751	81	7,13	4.260					
Rheinland-Pfalz	703	4,94	365 51,92 5.369	119	16,93	7.055								
Baden-Württemberg	1.650	11,61	625 37,88 6.646	176	10,67	7.126								
Bayern	2.319	16,31	357 15,39 4.965	291	12,55	5.279	682	29,41	5.120	191	8,24	6.338		
Saarland	165	1,16												
Berlin	342	2,41												
Brandenburg	426	3,00		67	15,73	5.920				58	13,62	5.795		
Mecklenburg-Vorpommern	294	2,07		35	11,90	6.422	55	18,71	4.801	182	61,90	5.585		
Sachsen	607	4,27	213 35,09 6.415				76	12,52	8.701					
Sachsen-Anhalt	359	2,53	25 6,96 9.156	168	46,80	6.668	46	12,81	5.415	46	12,81	8.119		
Thüringen	340	2,39	76 22,35 5.298	89	26,18	6.974	92	27,06	8.070	26	7,65	6.139		
Deutschland	14.217	100,00	2900 20,40 5.554	1452 10,21 5.900	1253 8,81 5.574	638 4,49 5.783								

- 1 = Kernstädte in Agglomerationsräumen
2 = Hochverdichtete Kreise in Agglomerationsräumen
3 = Verdichtete Kreise in Agglomerationsräumen
4 = Ländliche Kreise in Agglomerationsräumen
5 = Kernstädte in verdichteten Räumen
6 = Verdichtete Kreise in verdichteten Räumen
7 = Ländliche Kreise in verdichteten Räumen
8 = Ländliche Kreise höherer Dichte
9 = Ländliche Kreise geringer Dichte

Quelle: Datenquellen BBSR-Kreistypen 2009; POICON Datensatz „D Tankstellen“; Bevölkerung © EFSG, 2009.

4 Erreichbarkeit

4.1 Definition

Erreichbarkeit ist ein Konzept, „welches in diversen Bereichen wie zum Beispiel Infrastruktur- und Städteplanung, aber auch Marketing verwendet wird. Der Begriff hat heute zahlreiche Bedeutungen. Generell kann darunter die Anzahl der Möglichkeiten für das ökonomische oder soziale Leben verstanden werden, welche mit vertretbarem, dem Zweck entsprechenden Aufwand zugänglich sind. Erreichbarkeit bezeichnet somit die Qualität eines Raumpunktes, die sich aus seinen verkehrlichen Beziehungen zu attraktiven anderen Raumpunkten ergibt. Daraus folgt, dass Erreichbarkeit das eigentliche Hauptprodukt von Transportsystemen ist“ (BLEISCH; KOELLREUTER, 2003, S. 7; vgl. SCHÜRMAN et al., 1997; SCHWARZE, 2005). Insgesamt ist Erreichbarkeit somit kein klares, lineares Konzept, sondern beruht auf einer Vielzahl von Faktoren, die unter dem Themenbereich Erreichbarkeit zusammengefasst werden können (vgl. BAKBASEL, 2009).

Erreichbarkeitsindikatoren sind ein Maß für den Nutzen, welcher Haushaltungen und Unternehmen einer Region aus der Existenz und dem Gebrauch von der für ihre Region relevanten Transportinfrastruktur erwächst (vgl. BLEISCH, KOELLREUTER, 2003, S. 7). Erreichbarkeitsindikatoren reichen von einfachen Ausstattungskennziffern bis hin zu komplexen generischen Indikatoren:

- *Einfache Erreichbarkeitsindikatoren (Ausstattungskennziffern/infrastrukturbasierte Indikatoren)*: Ausstattung eines Gebietes mit Verkehrsinfrastruktur als Indikator der Erreichbarkeit (z. B. Länge/Dichte der Autobahnen oder Anzahl der Bahnhöfe). Einfache Erreichbarkeitsindikatoren liefern Querschnittsinformationen über gesamte Regionen. Sie können zwar wichtige Informationen über eine Region selbst vermitteln, vernachlässigen aber den Netzcharakter von Verkehrsinfrastrukturen, die Verknüpfung mit anderen Regionen und die Tatsache, dass nicht Verkehrsbauten, sondern über diese erreichbare Einrichtungen und Institutionen innerhalb und außerhalb von Regionen das Ziel sind (vgl. SPIEKERMANN, WEGENER, 2008).
- *Komplexe Erreichbarkeitsindikatoren (aktivitätsbasierte Indikatoren)*: „Dieser Indikatortyp verbindet Raumwiderstandseffekte wie Distanz, Reisezeit oder Kosten mit der räumlichen Verteilung von interessierenden Aktivitäten. Es handelt sich somit um eine Konstruktion aus zwei Funktionen, eine für die Attraktivität eines Ziels (Activity Function) und eine für den Aufwand, um dieses Ziel zu erreichen (Impedance Function)“ (BLEISCH, KOELLREUTER, 2003, S. 7). Im Gegensatz zu den einfachen Erreichbarkeitsindikatoren werden bei den komplexen Erreichbarkeitsindikatoren die Verbindungsqualität und die Zielaktivitäten mit einbezogen. Beispiele dafür sind Reisezeit bzw. generalisierte Kosten zu den eines Standortes am nächsten gelegenen Einrichtungen/Institutionen/Städten, die tägliche Erreichbarkeit (akkumulierte Aktivitäten innerhalb eines fixen Zeitbudgets) oder

das Erreichbarkeitspotenzial (akkumulierte Aktivitäten gewichtet mit Reisezeit/-kosten) (vgl. SCHÜRMAN, 2008).

Die komplexen oder aktivitätsbasierten Indikatoren lassen sich gemäß BLEISCH und KOELLREUTER (2003) in folgende zwei Untergruppen unterteilen:

- *Integrale Indikatoren*: Diese messen Erreichbarkeit auf einem Makrolevel. Berechnet werden Aggregate für Regionen in verschiedenen Formen wie z. B. die durchschnittliche Reisezeit vom Ursprungsort, die Tageserreichbarkeit. Sogenannte Gravitationsindikatoren bzw. Potenzialindikatoren gewichten die Ziele aufgrund ihrer Attraktivität und diskontieren jedes Ziel mit einer Raumwiderstandsgröße, sind allerdings aufgrund ihres synthetischen Charakters schwierig zu interpretieren.
- *Raum-Zeit Indikatoren*: Raum-Zeit Indikatoren messen Erreichbarkeit auf einem Mikrolevel. Diese Indikatoren analysieren die Summe der Aktivitäten, welche eine einzelne Person in einer Zeitspanne wahrnehmen kann. Anwendung finden Raum-Zeit Indikatoren v. a. in sozioökonomischen Studien.

Ausstattungskennziffern auf der einen Seite geben nur ein stark verzerrtes Bild der Erreichbarkeitssituation wieder, da wichtige intraregionale Disparitäten durch die Aggregation „eingeebnet“ werden und sowohl der Netzcharakter der Verkehrsinfrastruktur als auch die Verknüpfung mit anderen Regionen und die Tatsache, dass nicht Verkehrsbauten, sondern über diese erreichbare Einrichtungen und Institutionen innerhalb und außerhalb von Regionen das Ziel sind, vernachlässigt werden. Aktivitätsbasierte Raum-Zeit Indikatoren auf der anderen Seite befassen sich mit der Erreichbarkeit auf dem Mikrolevel einzelner Personen und lassen i. d. R. keine Aussagen zu Regionen zu. Da ein Ziel der Studie darin besteht, Indikatoren über die Situation der Erreichbarkeit von Einrichtungen und Institutionen auf regionaler Ebene zu erarbeiten, konzentriert sich die Studie auf die Konzeption und Erstellung aktivitätsbasierter integraler Erreichbarkeitsindikatoren.

4.2 Berechnungsansätze

Um regionale Erreichbarkeiten zu bestimmen, existieren in der Literatur unterschiedliche Ansätze, die sich grob in drei Kategorien einordnen lassen. 1. Berechnungsansätze, die v. a. in der Regionalökonomie verbreitet sind und auf räumlichen Interaktionsmodellen (z. B. Gravitationsmodellen, Logit-Modellen) basieren, 2. Ansätze der Verkehrswissenschaften, basierend auf der Prognose des Verkehrsgeschehens (z. B. Ermittlung der erwarteten Quell-Ziel-Wahl aller Reisenden mithilfe von Gravitations- und Gelegenheitsmodellen, Bestimmung der im Mittel zu erwartenden Zielwahl z. B. mithilfe der Random Utility Theory) (vgl. SCHULZ, BRÖCKER, 2007; BLEISCH, 2005). 3. Ansätze auf Basis der geographischen Erreichbarkeit.

Bei den regionalökonomischen Erreichbarkeitsmodellen (1) sowie erwähnten Ansätzen der Verkehrswissenschaften (2), auf die hier nicht genauer eingegangen werden soll⁷, wird die Erreichbarkeit i. d. R. anhand der Anzahl von Reisen zwischen unterschiedlichen Zonen eines Gebietes bzw. der Aufspaltung und Zuordnung eines Quellverkehrsaufkommens auf mögliche Zielbezirke oder umgekehrt (vgl. BLEISCH, 2004, S. 55 ff.) statistisch ermittelt.

Die geographische Erreichbarkeit (3) wird häufig anhand der euklidischen Distanz berechnet, da sich herausgestellt hat, dass dieses Verfahren in Gebieten mit einem dichten Verkehrs-wegenetzwerk hinreichend exakte Ergebnisse liefert (vgl. DAHLGREN, 2008, S. 16). Für Gebiete, bei denen das Verkehrs-wegenetz weniger dicht ausgeprägt ist, ist die Berechnung der geographischen Erreichbarkeit anhand der euklidischen Distanz jedoch nicht ausreichend. Der Grund dafür ist, dass aufgrund natürlicher und anthropogener Hindernisse die Wege, die zurückgelegt werden müssen, um von einem Punkt im Raum zu einem anderen Punkt im Raum zu gelangen oftmals deutlich länger sind als die euklidische Distanz (vgl. DAHLGREN, 2008, S. 16). Bei der Betrachtung von Erreichbarkeiten in Gebieten mit weniger dicht ausgeprägtem Verkehrsnetz, wie z. B. in ländlichen Räumen, sollte daher die Distanz innerhalb des Verkehrsnetzes als Entfernungsmaß in die Berechnungen mit einfließen. Daher wird die geographische Erreichbarkeit i. d. R. unter Berücksichtigung realer Wegenetze und Reisezeiten innerhalb des Wegenetzes mittels Geoinformationssystemen (GIS) über Verfahren der Netzwerkanalyse berechnet. Zur Berechnung aktivitätsbasierter Erreichbarkeitsindikatoren unter Berücksichtigung des Verkehrsnetzes mittels GIS haben sich v. a. die folgenden zwei methodischen Berechnungsansätze etabliert:

- *Traditioneller Ansatz zur Berechnung aktivitätsbasierter Erreichbarkeitsindikatoren:* Für eine begrenzte Anzahl von Startpunkten (z. B. Landkreismittelpunkten) wird die Erreichbarkeit einer begrenzten Anzahl von Zielen über eine „Shortest-Path“ Netzwerkanalyse ermittelt. Häufig werden außerdem noch feste Vorgaben für Zeit- oder Kostenbudgets vorgegeben. Das Ergebnis sind Einzugsbereiche bzw. Zeit-/Kostenmatrizen; die sich ergebenden Isochronen ermöglichen keine weitere interne Differenzierung (vgl. Abbildung 3 links).

⁷ Eine Einführung zu diesen Modelle geben z. B. BLEISCH (2005) oder SCHULZ, BRÖCKER (2007).

Vorteile

- Einfache Implementierung
- Schnelle Berechnung
- Klare Begrenzung der Einzugsbereiche
- Reduzierte Matrizen
- Geringe Anforderungen an Daten

Nachteile

- Geringe Flexibilität
- Keine flächendeckenden Ergebnisse
- Keine vollständigen Matrizen
- Keine Kontrolle über Netzzüge
- Geringe Kontrolle über Abgrenzung der Isochronen
- Keine interne Differenzierung der Isochronen

- *Rasteransatz zur Berechnung aktivitätsbasierter Erreichbarkeitsindikatoren:* Im Gegensatz zum traditionellen Ansatz ermöglicht der Rasteransatz die Betrachtung der Erreichbarkeit einer hohen Anzahl von Zielen, basierend auf einer nahezu unbegrenzten Zahl von Startpunkten (Rasterzellen), und kommt ohne Vorgaben von Zeit- oder Kostenbudgets aus. Das Ergebnis sind, ebenso wie beim traditionellen Ansatz, Einzugsbereiche bzw. Zeit-/Kostenmatrizen, jedoch mit dem Unterschied, dass diese flächendeckend sind. Die sich ergebenden Isochronen ermöglichen eine weitere interne Differenzierung (vgl. Abbildung 3 rechts). Im Gegensatz zum kontinuierlichen „Vektorraum“ liegt dem Rastermodell ein diskreter „Rasterraum“ zugrunde, bei dem die einzelne Rasterzelle ein unteilbares flächiges Grundelement darstellt (STREIT, 2011). „Anders als beim Vektordatenmodell wird bei Rasterdatenmodellen der Raum grundsätzlich mit Hilfe zweidimensionaler Objekte in beliebiger Form und Größe, aber ohne gegenseitige Überschneidung bzw. Lücken abgebildet. Die Merkmalsausprägungen werden als Zahlenwerte, die jeder Zelle zugeordnet sind, abgespeichert“ (REUDENBACH, SCHULZE, 2010, S. 27). Aufgrund seiner gegenüber dem Vektormodell einfacheren Geometrie (Form und Größe der Rasterzellen sind mit der Definition des Rasters einheitlich vorgegeben) hat das Rastermodell den Vorteil, dass man mit den ganzzahligen Indexwerten der Rasterzellen deutlich besser rechnen kann als mit den Vektorkoordinaten (STREIT, 2011). Daher lassen sich zum Beispiel Flächenberechnungen für zusammengehörige Rasterzellenmengen relativ einfach bewerkstelligen (z. B. durch Mittelwertbildung der Zahlenwerte innerhalb bestimmter Rasterzellen) (STREIT, 2011). „In praktischen Anwendungen verwendet man meistens jedoch die euklidische Metrik, wobei allerdings zuvor ein gedanklicher Kunstgriff notwendig ist: Man unterlegt das Rastermodell mit einem vektoriellen Gittermodell so, dass die durch jeweils vier Gitterlinien definierte polygonale Gitterfläche gerade der zugehörigen Rasterzelle entspricht. Jeder Gitterfläche kann man dann ihren vektoriell definierten Mittelpunkt (Schwerpunkt) zuordnen. Die euklidische Distanz solcher Gitterflächen-Mittelpunkte fasst man dann als Distanz der entsprechenden Rasterzellen auf“ (STREIT, 2011).

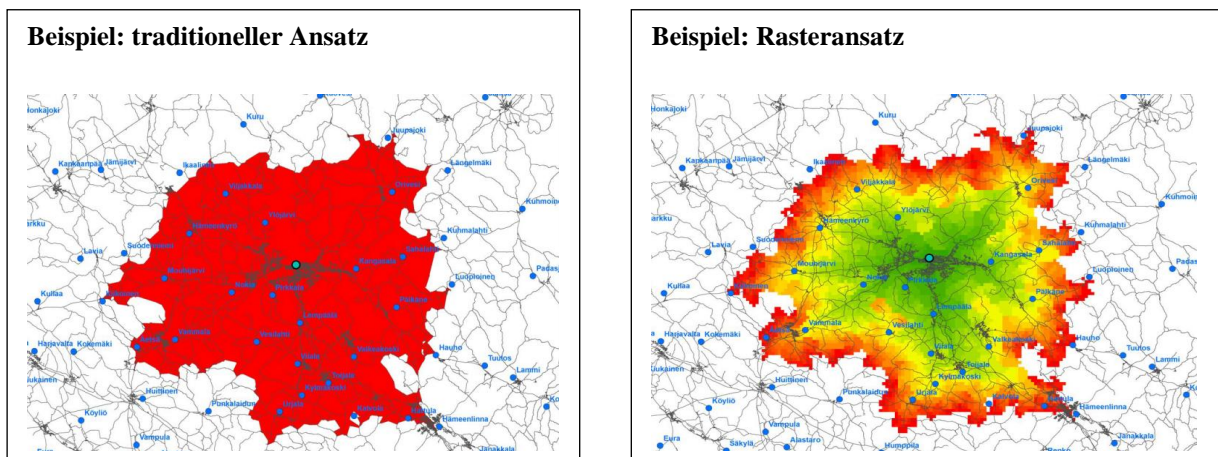
Vorteile

- Hohe Flexibilität
- Größere Kontrolle über relevante Parameter
- Flächendeckende Ergebnisse
- Vollständige Matrizen
- Interne Differenzierungen
- Möglichkeiten zu beliebiger Aggregation der Ergebnisse (unterschiedliche Regionen)

Nachteile

- Komplexe Implementierung
- Lange Berechnungsdauer
- Keine ‚exakten‘ Einzugsbereiche
- Große erzeugte Datenmengen

Abbildung 3: Vergleich zwischen traditionellem Ansatz und Rasteransatz bei der Berechnung von Erreichbarkeiten



Quelle: SCHÜRMAN (2008).

5 Methodik: GIS-Erreichbarkeitsmodell - Erreichbarkeit von Straßentankstellen

Aufgrund der höheren Genauigkeit und Flexibilität des Rasteransatzes wurden die Erreichbarkeitsindikatoren im Rahmen der Studie auf Basis des Rasteransatzes ermittelt. Die Vorgehensweise zur Indikatorberechnung gliedert sich dementsprechend in folgende Hauptschritte:

1. Erzeugung eines routingfähigen Verkehrsnetzwerkes;
2. Einbinden der Tankstellenstandorte in das Verkehrsnetzwerk;
3. Erzeugung eines Rastersystems für die abzubildende Region;
4. Berechnung eines Erreichbarkeitsindizes für Standorte von Tankstellen.

Als geographisches Bezugssystem liegt den Berechnungen das „DHDN / 3-degree Gauss-Krüger Zone 3“ (SRID/EPSSG: 31467; Maßeinheit Meter) zugrunde. Die Datenaufbereitung und Analyse wurde auf einem Desktop-Rechner, ausgestattet mit einer IntelCore i5-2500 CPU mit 3,3 GHz und 16 GB RAM, unter Verwendung von PostgreSQL 9.1.1, Postgis 1.5.3 und Perl 5.14.2 durchgeführt.

5.1 Verkehrsnetz

Um die Erreichbarkeit der Tankstellenstandorte auf Basis des Verkehrsnetzes ermitteln zu können, werden neben den Zentroiden der Rasterzellen⁸ des zugrunde liegenden Rasters sowie den Standortkoordinaten der Zieladressen flächendeckend routingfähige Straßendaten für die Bundesrepublik Deutschland benötigt. Im Rahmen der Analyse wurde auf ein kommerzielles routingfähiges Verkehrsnetz, zurückgegriffen.

5.2 Tankstellenstandorte

Als Eingangsdatensatz für die Standorte der Tankstellen dient die Datenbank „D Tankstellen“ der POICON GmbH. Dieser Datensatz beinhaltet die Standortkoordinaten inkl. Adressinformation und Markenzuordnung von 14.217⁹ Straßentankstellenstandorten in Deutschland

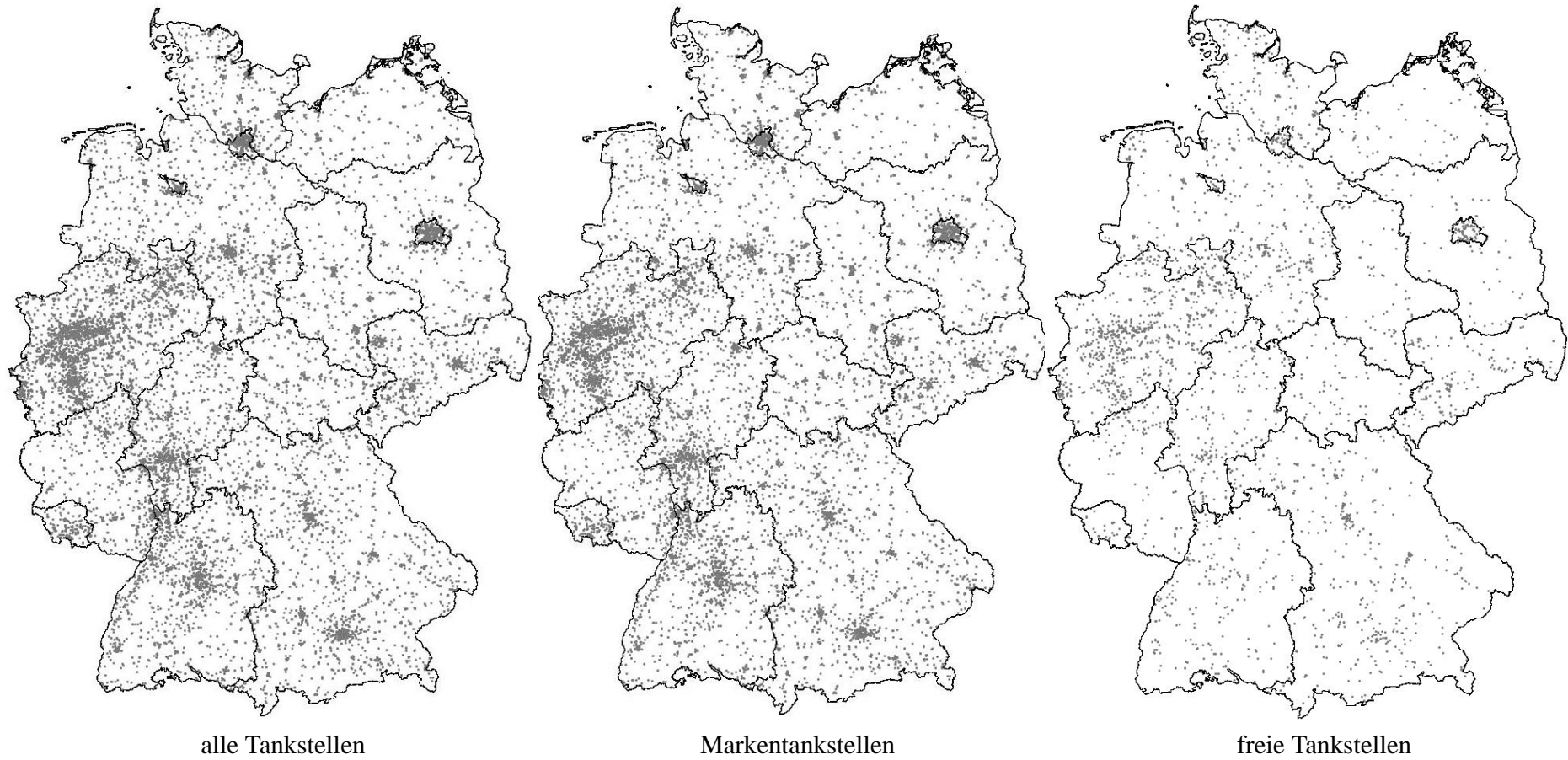
⁸ Mathematisch exakter Mittelpunkt eines regelmäßigen oder unregelmäßigen Polygons. Hier der Mittelpunkt der quadratischen Rasterzelle.

⁹ Insgesamt beinhaltet der Datensatz „D Tankstellen“ von POICON 14.222 Tankstellenstandorte. Allerdings hat sich herausgestellt, dass fünf aufgenommene Standorte sich außerhalb Deutschlands (1xBelgien, 2xFrankreich, 1xNiederlande, 1xÖsterreich) befinden. Diese fünf Standorte wurden nicht in die Analyse mit einbezogen.

(Stand 06.09.2012). Fünf Tankstellenstandorte des Eingangsdatensatzes mit Adressen aus Deutschland lagen gemäß der Koordinateninformationen außerhalb des Gebietes der Bundesrepublik. Diese offensichtlich fehlerhaften Standortangaben wurden mit Hilfe der Hauskoordinaten der GVHK bzw. AdV korrigiert. Gemäß der aktuellen Tankstellenstatistik existieren in Deutschland im Jahr 2011 14.367 Straßentankstellen¹⁰ (vgl. ADAC, 2012). Insgesamt weist der Datensatz der Tankstellenstandorte somit 150 Straßentankstellen (ca. 1 %) weniger auf als gemäß der aktuellen Tankstellenstatistik existieren, sodass der Eingangsdatensatz für die Erreichbarkeitsanalyse ca. 98,96 % der Standorte der Straßentankstellen Deutschlands beinhaltet. Die Standortkoordinaten der Straßentankstellen wurden vom ursprünglichen Bezugssystem WGS84 UTM Zone 33N (SRID/EPSSG: 3035) in das Bezugssystem DHDN / 3-degree Gauss-Krüger Zone 3 (SRID/EPSSG: 31467) transformiert. Abbildung 4 gibt einen Überblick über Verteilung der Standorte der Straßentankstellen in Deutschland insgesamt sowie unterteilt in Markentankstellen und freie Tankstellen. Wie zu sehen ist, ist das Tankstellennetz v. a. in den Ballungsräumen relativ dicht und nimmt zu den peripheren Räumen hin deutlich ab. Zu erkennen ist auch, dass das Tankstellennetz in den neuen Bundesländern mit Ausnahme der Ballungszentren insgesamt eine geringere Dichte als in den alten Bundesländern aufweist. Auffällig ist die hohe Tankstellendichte in Nordrhein-Westfalen sowie in der „Rheinebene“. Betrachtet man die Verteilung der Straßentankstellen, getrennt nach Markentankstellen und freien Tankstellen, so fällt auf, dass das Tankstellennetz der freien Tankstellen weniger dicht ausgebaut ist. Insbesondere in den Bundesländern Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt und Rheinland-Pfalz sowie im Osten Bayerns ist das Netz der freien Tankstellen gemäß dem Datensatz „D-Tankstellen“ vergleichsweise dünn ausgeprägt.

¹⁰ Erfasst sind nur Straßentankstellen ohne reine Biodiesel- bzw. Erdgastankstellen.

Abbildung 4: Überblick über Standorte von Straßentankstellen gemäß POICON-Datensatz „D Tankstellen“



Quelle: POICON GmbH; Eigene Berechnung.

5.3 Referenzraster

Der vorliegenden Analyse wurde das Austrian Institute of Technology (AIT) -Population Density GRID (vgl. STEINOCHER, KÖSTL, WEICHSELBAUM, 2011) für Deutschland, das auf dem European geostatistical 1km grid „Grid_ETRS89_LAEA_1k“ von Eurostat basiert, zugrunde gelegt (vgl. www.efgs.info, 17.04.2012). Das European geostatistical 1km grid wurde mithilfe von Corine Land Cover 2006 Daten gemäß der INSPIRE-Richtlinie für geographische Raster erstellt und deckt Bereiche ab, die nach Corine Land Cover 2006 als besiedelt klassifiziert wurden. Gebiete, die als unbesiedelt klassifiziert wurden, werden vom Raster somit nicht erfasst.

Das AIT-Population Density GRID erweitert das European geostatistical 1km grid um Attributinformationen zur absoluten Bevölkerung für 2006 gemäß EUROSTAT für jede Rasterzelle. Die Bevölkerungsdaten wurden dazu mittels eines Verteilungsmodells über einen disaggregativen Ansatz den jeweiligen Rasterzellen zugeordnet¹¹.

Das der Analyse zugrunde gelegte Raster für Deutschland umfasst insgesamt 209.203¹² Rasterzellen mit einer Kantenlänge von 1.000 m. Um das Raster mit den übrigen Eingangsdaten der Analyse nutzen zu können, wurde es von der Ursprungsprojektion WGS 1984 UTM Zone 33N (SRID/EPSC: 3035) nach DHDN / 3-degree Gauss-Krüger Zone 3 (SRID/EPSC: 31467) umprojiziert (vgl. Abbildung A 1 im Anhang).

5.4 Methode der Erreichbarkeitsberechnung

Auf Grundlage der Koordinaten der Rasterzellenmittelpunkte, des Verkehrsnetzes und der geocodierten Standorte der Straßentankstellen wurde in einem weiteren Arbeitsschritt für jeden Rasterzellenmittelpunkt die kürzeste Entfernung zur nächstgelegenen Standortadresse ermittelt. Implizit liegt der Erreichbarkeitsberechnung somit die vereinfachte Annahme zugrunde dass von einer Startadresse die jeweils nächstgelegene Tankstelle bei Wahl der jeweils kürzesten Wegstrecke aufgesucht wird. Die Berechnung der kürzesten Entfernung erfolgte auf

¹¹ Siehe STEINOCHER, KÖSTL, WEICHSELBAUM (2011) für weiterführende Informationen zur Methodik der Disaggregation.

¹² Dabei handelt es sich um eine Teilmenge der Rasterzellen des AIT-Population Density GRID für Deutschland, da Rasterzellen, denen keine Bundesland, Landkreis oder BBSR-Kreistypen 2009 -informationen zugeordnet werden konnten, nicht in die Analyse mit einbezogen wurden. Bei den betroffenen Zellen handelt es sich um Rasterzellen an den Grenzen Deutschlands zu den Nachbarländern, bei denen aufgrund von geographischen Abweichungen in den einzelnen der Analyse zugrunde liegenden Daten keine Verschneidung der Daten möglich war.

Basis des „Dijkstra shortest path“ Algorithmus (vgl. DIJKSTRA, 1959) und wurde mittels des Perl-Moduls „Graph-0.94“¹³ realisiert.

Für 1.484 (ca. 0,71 %) – bei Betrachtung aller Tankstellen sowie Markentankstellen – bzw. 1.421 (0,68 %) – bei Betrachtung der freien Tankstellen – der 209.203 Startpunkte ließ sich aufgrund fehlerhafter Topologie¹⁴ keine Distanzberechnung zur dem Startpunkt nächstgelegenen Tankstelle auf Grundlage des Verkehrsnetzes durchführen.

Zur Kompensation wurde den betroffenen Rasterzellen die euklidische Distanz zum nächstgelegenen Zielpunkt (Tankstellenstandort) zugeordnet. Der Workflow für die Distanzberechnung gliedert sich dabei in folgende Teilschritte (vgl. Anhang 3: „Workflow – Aufbau eines routingfähigen Straßennetzes“):

1) Aufbau einer Netzwerktopologie

- a) Aufbau einer Netzwerktopologie für das Verkehrswegenetz;
- b) Bestimmung der den Start-/Zielkoordinaten nächstgelegenen Linien des Verkehrsnetzes;
- c) Bestimmung des den Start-/Zielkoordinaten nächstgelegenen Punktes auf der nächstgelegenen Linie des Verkehrsnetzes;
- d) Ergänzung des Verkehrsnetzes um die Wege zwischen Start-/Zielkoordinaten und dem diesen Koordinaten nächstgelegenen Punkt auf dem Verkehrsnetz;
- e) Ursprüngliche Linien im Verkehrsnetz an „Schnittpunkten“ mit den neu eingefügten Linien splitten;
- f) Aufbau einer routingfähigen Netzwerktopologie bzw. eines Netzwerkgraphs: Basierend auf dem Liniennetz der Straßen wurde ein topologisches Verkehrsweegenetz aufgebaut, indem jeder Straßenkreuzung zunächst eine eindeutige Knoten-ID zugeteilt wurde und diese Knoten-ID anschließend entsprechend den Start- und Endpunkten der einzelnen Linien sowie den geocodierten Standortadressen und Rasterzellen-centroiden zugeordnet wurde.

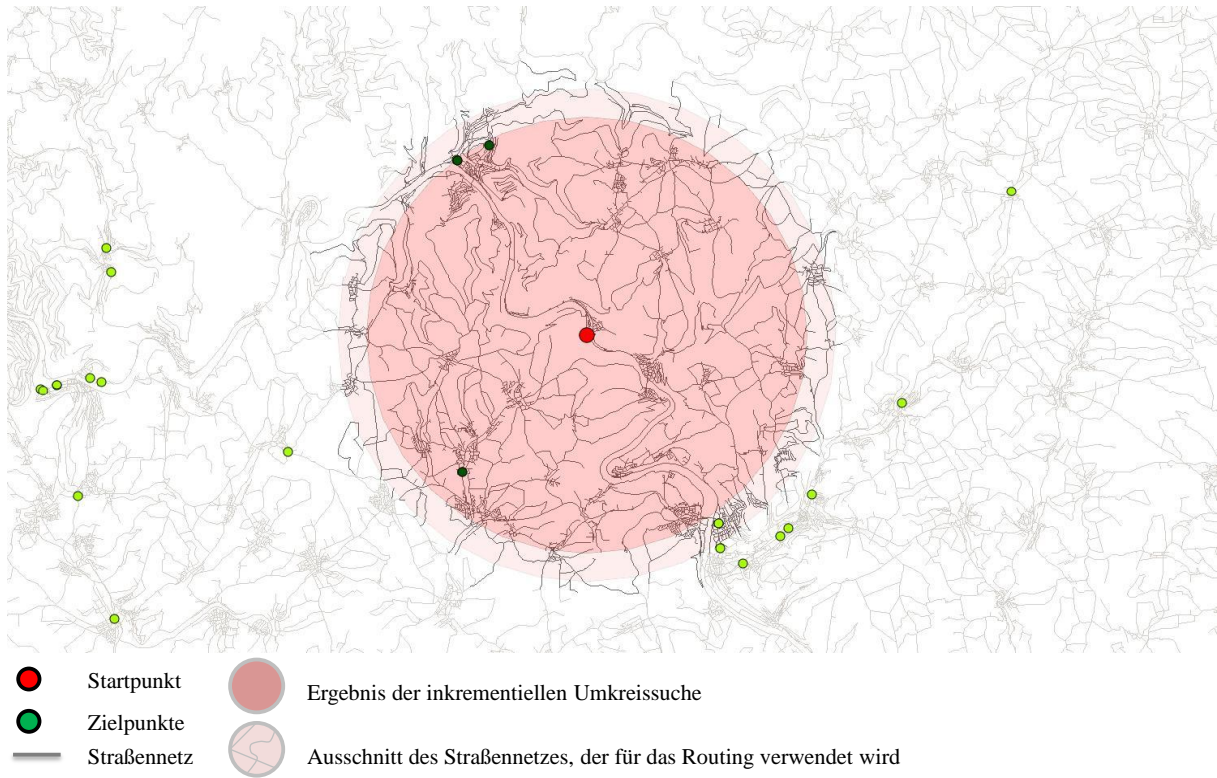
¹³ <http://search.cpan.org/~jhi/Graph-0.94/lib/Graph.pod>; Funktion „SP_Dijkstra“ (17.10.2011).

¹⁴ Eine Fehleranalyse hat ergeben, dass dies einerseits darauf zurückzuführen ist, dass einzelne Linienzüge im Verkehrsnetz nicht mit dem übrigen Verkehrsnetz verbunden sind, andererseits Linienschnittpunkte nicht als Straßenkreuzung definiert oder aber bezüglich ihrer Lage nicht mit den definierten Straßenkreuzungen identisch sind. Die Unterschiede für alle Tankstellen/Markentankstellen und freien Tankstellen ergeben sich aus der unterschiedlichen Größe des für die jeweilige Entfernungsberechnung zugrunde gelegten Ausschnitts des Verkehrsnetzes.

- 2) Berechnung der kürzesten Distanz zwischen allen Start- und Zielkoordinaten im Netzwerk (vgl. Anhang 5)
 - a) Da sich herausgestellt hat, dass mit der Größe des in die Routenberechnung einbezogenen Verkehrsnetzes auch die benötigte Rechenzeit zunimmt, wurde der eigentlichen Routenberechnung eine inkrementielle Umkreissuche vorausgeschaltet. Ausgehend von einem Radius von 3.000 m um den Startpunkt wird der Radius solange um 1.000 m erweitert, bis die nächstgelegenen (euklidische Distanz) 3 Zielkoordinaten gefunden wurden. Im Anschluss daran wurde für die Entfernungsberechnung nur derjenige Ausschnitt des Routennetzes herangezogen, der sich im Umkreis der maximal ermittelten euklidischen Distanz zuzüglich 1.000 m zum jeweils betrachteten Startpunkt befindet (vgl. Abbildung 5). Sonderfälle, bei denen der Weg zwischen Start und Ziel über Verkehrswege außerhalb des ermittelten Radius führt, wurden im Anschluss an die Routenberechnung gesondert behandelt. Durch diese Vorgehensweise ließ sich eine Reduktion der zu berechnenden Distanzen von 2.974.239.051¹⁵ Routinganfragen auf 627.609 Routinganfragen¹⁶ erreichen.
 - b) Ermittlung der kürzesten Entfernung zwischen Startkoordinaten und Zielkoordinaten mittels des „Dijkstra shortest path“ Algorithmus.
 - c) Zuordnung der ermittelten Entfernung zu den Rasterzellen des Analyserasters.

¹⁵ 209.203*14.217 (Startpunkte * Zielpunkte).

¹⁶ 209.203* 3 (Startpunkte * nächstgelegene drei Zielpunkte).

Abbildung 5: Methodik der Routenberechnung

Quelle: Eigene Darstellung.

6 Analyse der Erreichbarkeit von Straßentankstellen

Daten über Anzahl der Tankstellen, Einwohner oder Kfz je Tankstelle (vgl. Kapitel 3) geben zwar einen ersten Hinweis auf die Situation des Tankstellenmarktes insgesamt, liefern jedoch keine Informationen über die spezifische regionale Versorgungssituation in den einzelnen Gemeinden und Kreisen. Auch bleibt unklar, in welchen Regionen sich als Folge der Ausdünnung des Tankstellennetzes eventuell Versorgungsdefizite abzeichnen. Um sich vor dem Hintergrund der aktuellen Diskussion über die Sicherung der Daseinsvorsorge ein dezidiertes Bild über die realen Erreichbarkeitsverhältnisse des wohnortnahen Zugangs zu Kraftstoff machen zu können und Diskussionen über Defizite nicht auf Basis von reinen Vermutungen oder persönlichen Erfahrungen zu führen, werden daher exakte regionalisierte quantitative Informationen über die Erreichbarkeitssituation von Tankstellen benötigt.

Dabei ist es schwierig zu definieren, was unter „wohnortnah“ zu verstehen ist. Gemäß einer Untersuchung des AMTES FÜR RAUMENTWICKLUNG UND GEOINFORMATION DES KANTONS ST. GALLEN, 2008, werden von den meisten Menschen 15 Minuten Reisezeit akzeptiert, um zu einem Dienstleistungsangebot der Grundversorgung zu gelangen (vgl. AMT FÜR RAUMENTWICKLUNG UND GEOINFORMATION, KANTON ST. GALLEN, 2008). Erreichbarkeiten von 15 Minuten können daher für die Versorgung mit Einrichtungen der Grundversorgung sowie die Grundversorgung ergänzenden Dienstleistungen als ausreichend angesehen werden.

Gemäß einer Studie des ADAC (2012) gaben, gefragt nach der Entfernung zur häufigst genutzten Tankstelle, 96 % der Befragten an, dass diese weniger als 25 km betrage (vgl. ADAC 2012, S. 5). Allerdings enthält die Studie des ADAC (2012) keine Informationen zur Zeit, die durchschnittlich benötigt wird, die Tankstelle zu erreichen. Eine Erreichbarkeit von kleiner gleich 15 Minuten kann daher auch als Anhaltswert für die „optimale“ wohnortnahe Erreichbarkeit von Tankstellen angenommen werden.

Allerdings ist dabei zu beachten, dass Tankstellen hier eine gewisse Sonderstellung einnehmen, da der Besuch einer Tankstelle häufig mit anderen Tätigkeiten (z. B. einkaufen, Fahrt vom/zum Arbeitsplatz) verbunden wird. Das heißt, dass im Gegensatz zu anderen Dienstleistungsangeboten der Grundversorgung der Besuch einer Tankstelle oftmals nicht das alleinige Ziel darstellt, sondern mit anderen Besorgungen gekoppelt wird. In der Praxis bedeutet das, dass nicht immer die nächste Tankstelle angefahren wird, sondern z. T. auch eine weiter entfernt liegende Tankstelle z. B. in der Nähe eines regelmäßig aufgesuchten Supermarktes.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Erreichbarkeitsanalyse zur Erreichbarkeit von Straßentankstellen in Deutschland vorgestellt. Dabei ist zu beachten, dass Erreichbarkeitsverhältnisse nicht statisch sind, sondern sich im Zeitverlauf verändern und somit eine starke Dynamik aufweisen. In diesem Sinne stellen die Ergebnisse somit eine Momentaufnahme für den Referenzzeitraum 2011/2012 dar. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass die Ergebnisse in starkem Maße abhängig vom der Berechnung zugrunde liegenden Er-

reichbarkeitsmodell sind. Die Ergebnisse der Modellberechnung spiegeln somit nicht die Realität wider, sondern, wie jedes andere Ergebnis einer Modellberechnung auch, einen idealtypischen Zustand (vgl. JOHNSTON et al., 2000, S. 508 ff.). In der Erreichbarkeitsberechnung werden nur Tankstellen innerhalb Deutschlands berücksichtigt. Tankstellen im grenznahen Ausland wurden nicht in die Berechnung mit einbezogen, was zur Folge hat, dass in den Bereichen um die Landesgrenzen die Modellergebnisse stärker von der Realität abweichen als in grenzfernen Regionen. Basis für die Berechnungen bilden jeweils die Rasterzellen des AIT-Population Density Grids.

6.1 Erreichbarkeit von Straßentankstellen

Die Entfernung, die in Deutschland zurückgelegt werden muss, um eine Tankstelle zu erreichen, variiert, so die Modellergebnisse, zwischen 49 Kilometern (Rasterzelle in der Gemeinde Grambow, Kreis Uecker-Randow) und 18 Metern (Rasterzelle in der Gemeinde Forchheim, Kreis Forchheim). Im Bundesdurchschnitt müssen 5,4 Kilometer zurückgelegt werden, um die nächste Tankstelle zu erreichen. Ähnliche Erreichbarkeiten ergeben sich für Markentankstellen. Auch hier variiert die Erreichbarkeit zwischen 55 Kilometern (Rasterzelle in der Gemeinde Bad Brambach, Kreis Vogtlandkreis) und 18 Metern (Rasterzelle in der Gemeinde Forchheim, Kreis Forchheim). Im Durchschnitt muss man 6,0 Kilometer zur nächsten Markentankstelle zurücklegen. Etwas schlechter ist die Situation bei freien Tankstellen, die ihre Produkte z. T. günstiger anbieten als Markentankstellen. Hier beträgt die maximale Entfernung, die zurückgelegt werden muss, 70 km (Rasterzelle in der Gemeinde Mescherin, Kreis Uckermark) und die minimale Entfernung 19,6 m (Rasterzelle in der Gemeinde Viernheim, Kreis Bergstraße). Im Durchschnitt beträgt die Entfernung zur nächsten freien Tankstelle 10,5 km.

6.1.1 Erreichbarkeit von Straßentankstellen nach BBSR-Kreistypen 2009

Gegliedert nach BBSR-Kreistypen 2009 lässt sich erkennen, dass die durchschnittliche Entfernung, die zur nächsten Tankstelle zurückgelegt werden muss, von den „Kernstädten in Agglomerationsräumen“ zu den „Ländlichen Kreisen geringer Dichte“ zunimmt (Ø 1,9 km „Kernstädte in Agglomerationsräumen“; Ø 7,8 km „Ländliche Kreise geringer Dichte“).

Das gleiche Bild ergibt sich bei der Betrachtung der Erreichbarkeit, unterteilt in Markentankstellen sowie freie Tankstellen (vgl. Abbildung 6). Bei den Markentankstellen liegt die Spannweite der durchschnittlichen Entfernung zwischen 2,0 km im Kreistyp „Kernstädte in Agglomerationsräumen“ und 9,0 km im Kreistyp „Ländliche Kreise geringer Dichte“. Insgesamt ist die durchschnittliche Entfernung, die zurückgelegt werden muss, um eine freie Tankstelle zu erreichen, in allen Kreistypen höher als bei Markentankstellen. Die Spannweite der

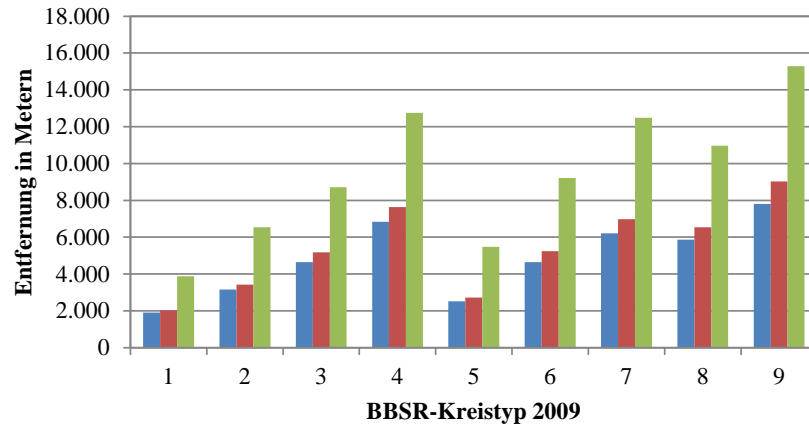
durchschnittlichen Entfernung liegt bei den freien Tankstellen zwischen 3,9 km im Kreistyp „Kernstädte in Agglomerationsräumen“ und 15,3 km im Kreistyp „Ländliche Kreise geringer Dichte“. Diese Beobachtung legt die Vermutung nahe, dass zwischen BBSR-Kreistyp 2009 und Entfernung zur nächsten Tankstelle ein Zusammenhang besteht.

Statistisch bestätigt wird der vermutete Zusammenhang zwischen Entfernung und BBSR-Kreistyp 2009 durch Betrachtung des Zusammenhangsmaßes η ¹⁷. Die Berechnung des Zusammenhangs zwischen BBSR-Kreistyp 2009 und Entfernung zur nächsten Tankstelle ergibt mit $\eta \sim 0,4$ einen mittleren statistischen Zusammenhang. Dasselbe Bild liefert die Betrachtung der Erreichbarkeit, unterteilt in Markentankstellen ($\eta \sim 0,4$) sowie freie Tankstellen ($\eta \sim 0,4$). Als Fazit lässt sich somit festhalten: Mit $\eta^2 = 0,16$ (Markentankstellen: $\eta^2 = 0,18$; freie Tankstellen: $\eta^2 = 0,14$) kann die Lage innerhalb eines bestimmten BBSR-Kreistyps 2009 dazu beitragen, die quadratische Gesamtstreuung der Entfernungen zur nächsten Straßentankstelle zu erklären.

Die Modellergebnisse zusammen mit der Bestätigung der Existenz eines statistischen Zusammenhangs zwischen BBSR-Kreistyp 2009 und Entfernung zur nächsten Tankstelle legen nahe, dass in Deutschland mit zunehmender Peripheralität auch die Entfernung zur nächsten Tankstelle zunimmt.

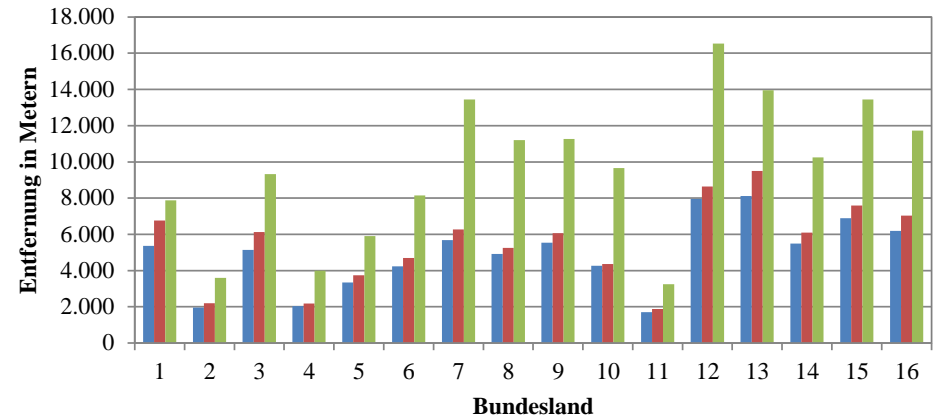
¹⁷ η (Eta): η ist ein Zusammenhangsmaß, das es ermöglicht, den statistischen Zusammenhang zwischen einer nominalen unabhängigen und einer metrisch skalierten abhängigen Variablen zu berechnen. Der Wertebereich von η liegt zwischen 0 und 1. $\eta=0$: kein Zusammenhang; $0 < \eta < 0,2$: sehr schwacher Zusammenhang; $0,2 < \eta < 0,4$: schwacher Zusammenhang; $0,4 < \eta < 0,6$: mittlerer Zusammenhang; $0,6 < \eta < 0,8$: starker Zusammenhang; $0,8 < \eta < 1$: sehr starker Zusammenhang; $\eta=1$: perfekter Zusammenhang. η ermöglicht keine Aussagen über die Richtung des Zusammenhangs.

Abbildung 6: Durchschnittliche Erreichbarkeit von Tankstellen nach BBSR-Kreistypen 2009 bzw. Bundesländern



■ alle Tankstellen ■ Markentankstellen ■ freie Tankstellen

- 1 = Kernstädte in Agglomerationsräumen
- 2 = Hochverdichtete Kreise in Agglomerationsräumen
- 3 = Verdichtete Kreise in Agglomerationsräumen
- 4 = Ländliche Kreise in Agglomerationsräumen
- 5 = Kernstädte in verstädterten Räumen
- 6 = Verdichtet Kreise in verstädterten Räumen
- 7 = Ländliche Kreise in verstädterten Räumen
- 8 = Ländliche Kreise höherer Dichte
- 9 = Ländliche Kreise geringer Dichte



■ alle Tankstellen ■ Markentankstellen ■ freie Tankstellen

- 1 = Schleswig-Holstein
- 2 = Hamburg
- 3 = Niedersachsen
- 4 = Bremen
- 5 = Nordrhein-Westfalen
- 6 = Hessen
- 7 = Rheinland-Pfalz
- 8 = Baden Württemberg
- 9 = Bayern
- 10 = Saarland
- 11 = Berlin
- 12 = Brandenburg
- 13 = Mecklenburg-Vorpommern
- 14 = Sachsen
- 15 = Sachsen-Anhalt
- 16 = Thüringen

Quelle: Eigene Berechnung.

6.1.2 Erreichbarkeit von Straßentankstellen nach Bundesländern

Innerhalb der Bundesländer variiert die durchschnittliche Entfernung zur nächsten Tankstelle z. T. beträchtlich (vgl. Abbildung 4). Im Bundesländervergleich unterscheiden sich die durchschnittlichen Wege zur nächsten Tankstelle zwischen ~2 km (Berlin) und ~8 km (Mecklenburg-Vorpommern). Am kürzesten sind die Wege in den Stadtstaaten Berlin, Hamburg und Bremen (~2 km) gefolgt von Nordrhein-Westfalen (~3 km), Hessen und Saarland (~4 km), Baden Württemberg, Niedersachsen, Schleswig-Holstein (~5 km), Sachsen, Bayern, Rheinland-Pfalz, Thüringen (~ 6 km), Sachsen-Anhalt (~7), Brandenburg (~7 km) und Mecklenburg-Vorpommern (~8 km).

Ein möglicher statistischer Zusammenhang zwischen Entfernung zur nächsten Tankstelle und Bundesland lässt sich wiederum durch die Analyse des Zusammenhangsmaßes η feststellen. Die Berechnung des Zusammenhangs zwischen Bundesland und Entfernung zur nächsten Tankstelle ergibt mit $\eta \sim 0,3$ einen schwachen statistischen Zusammenhang. Die Betrachtung der Erreichbarkeit, unterteilt in Markentankstellen ($\eta \sim 0,4$) sowie freie Tankstellen ($\eta \sim 0,4$), ergibt hier einen mittleren statistischen Zusammenhang. Als Fazit lässt sich somit festhalten: Mit $\eta^2 = 0,12$ (Markentankstellen: $\eta^2 = 0,13$; freie Tankstellen: $\eta^2 = 0,14$) kann die Lage innerhalb eines bestimmten Bundeslandes dazu beitragen, die quadratische Gesamtstreuung der Entfernungen zur nächsten Straßentankstelle zu erklären.

Ähnlich wie bereits bei den BBSR-Kreistypen 2009 legen die Modellergebnisse zusammen mit der Bestätigung der Existenz eines statistischen Zusammenhangs zwischen Bundesland und Entfernung zur nächsten Tankstelle nahe, dass auch die Lage einer Rasterzelle des Analyserasters innerhalb eines Bundeslandes die Entfernung, die in Deutschland zur nächsten Tankstelle zurückgelegt werden muss, beeinflusst. Allerdings deutet das ermittelte Zusammenhangsmaß $\eta = 0,3$ darauf hin, dass der Einfluß relativ gering ist.

6.1.3 Erreichbarkeit von Straßentankstellen nach Bundesländern und BBSR-Kreistypen 2009 - Synthese

Abbildungen 7-9 fassen für alle Tankstellen (Abbildung 7), Markentankstellen (Abbildung 8) sowie freie Tankstellen (Abbildung 9), gegliedert nach BBSR-Kreistypen 2009 und Bundesländern, die durchschnittliche Entfernung zusammen, die pro Bundesland und BBSR-Kreistyp 2009 gemäß dem Erreichbarkeitsmodell zur nächsten Tankstelle zurückgelegt werden muss.

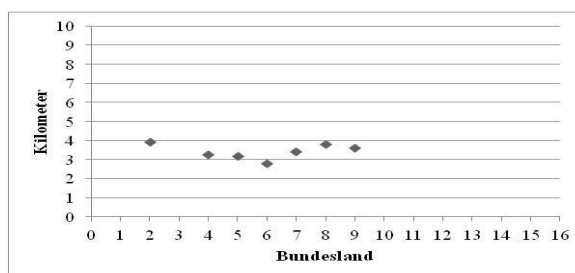
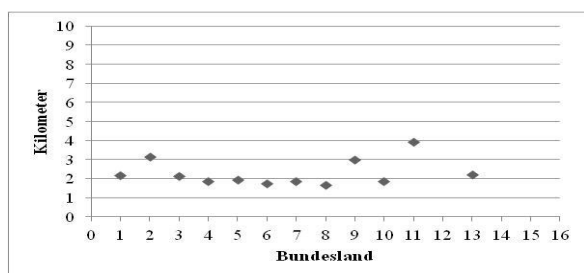
Auffällig sind im Bundesländervergleich die vergleichsweise langen Wege (3,9 km) im Kreistyp „Kernstädte in Agglomerationsräumen“ im Saarland sowie die – von wenigen Ausnahmen abgesehen – insgesamt tendenziell längeren Wege in den neuen Bundesländern insbesondere im Kreistyp „Ländliche Kreise geringer Dichte“. Auch hier ähnelt die Erreichbarkeit von Markentankstellen derjenigen von Tankstellen insgesamt.

Die Erreichbarkeit von freien Tankstellen nach Bundesland und BBSR-Kreistyp 2009 weist, bis auf wenige Ausnahmen, interessanterweise ein ähnliches Muster auf wie bei allen Tankstellen/Markentankstellen, allerdings bei höheren durchschnittlichen Entfernungen.

Als Zwischenfazit lässt sich festhalten, dass in allen Bundesländern die durchschnittliche Entfernung, die zur nächsten Tankstelle zurückgelegt werden muss, von den Agglomerationsräumen zu den ländlichen Räumen deutlich zunimmt. Markentankstellen sind v. a. in ländlichen Räumen besser zu erreichen als freie Tankstellen. In allen Kreistypen sind die durchschnittlichen Wege, die zur nächsten freien Tankstelle zurückgelegt werden müssen, deutlich länger als die Wege zur nächsten Markentankstelle. Insgesamt sind in den alten Bundesländern die Distanzen, die zur nächsten Tankstelle zurückgelegt werden müssen, sowohl bei der Betrachtung aller Tankstellen als auch differenziert nach Markentankstellen und freien Tankstellen in der Tendenz kürzer als in den neuen Bundesländern.

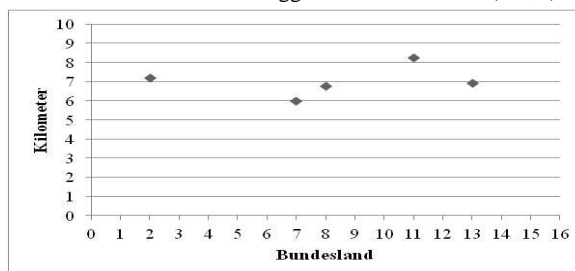
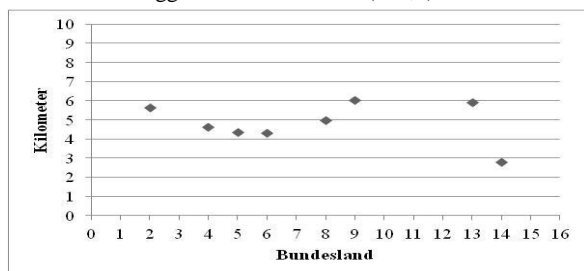
Allerdings hat die Analyse auch gezeigt, dass zwischen der Lage des Ausgangspunktes innerhalb eines Bundeslandes lediglich ein schwacher sowie innerhalb eines BBSR-Kreistyps 2009 nur ein mittlerer Zusammenhang besteht. Insgesamt werden lediglich 16 % der Gesamtstreuung der Entfernung zur nächsten Tankstelle durch den Faktor „Lage innerhalb eines BBSR-Kreistyps 2009“ und 12 % der Gesamtstreuung durch den Faktor „Lage innerhalb eines bestimmten Bundeslandes“ aufgeklärt.

Abbildung 7: Durchschnittliche Erreichbarkeit von Tankstellen nach Bundesländern und BBSR-Kreistypen 2009



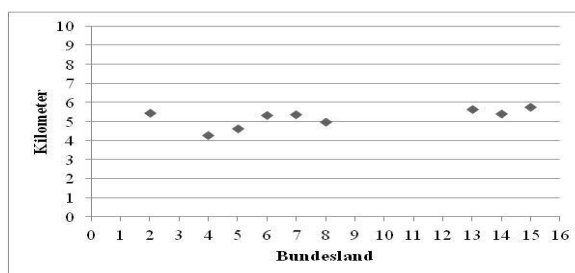
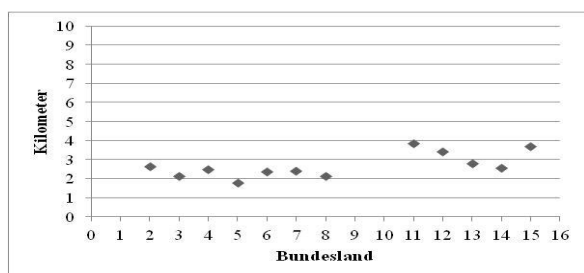
Kernstädte in Agglomerationsräumen (Ø 1,9)

Hochverdichtete Kreise in Agglomerationsräumen (Ø 3,2)



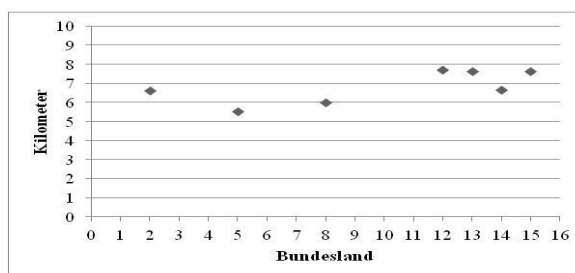
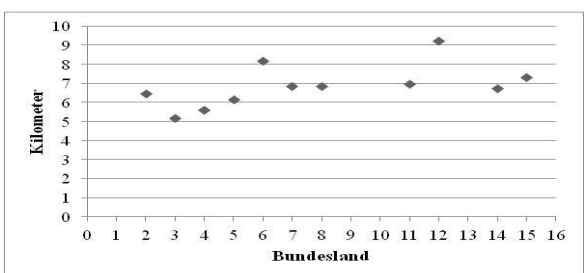
Verdichtete Kreise in Agglomerationsräumen (Ø 4,6)

Ländliche Kreise in Agglomerationsräumen (Ø 6,8)



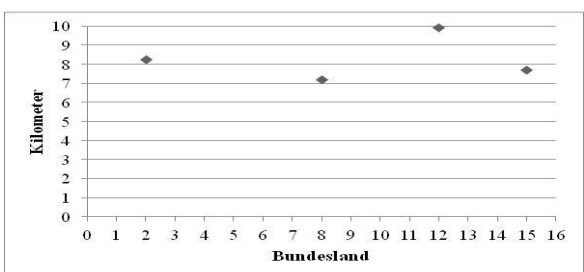
Kernstädte in verstärkten Räumen (Ø 2,5)

Verdichtete Kreise in verstärkten Räumen (Ø 4,7)



Ländliche Kreise in verstärkten Räumen (Ø 6,2)

Ländliche Kreise höherer Dichte (Ø 5,9)

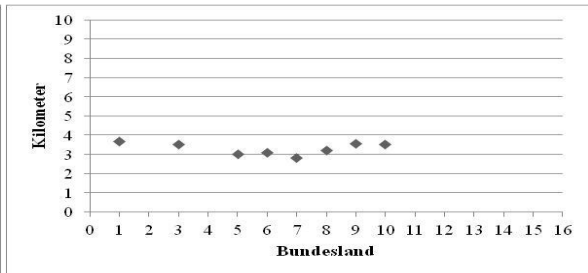
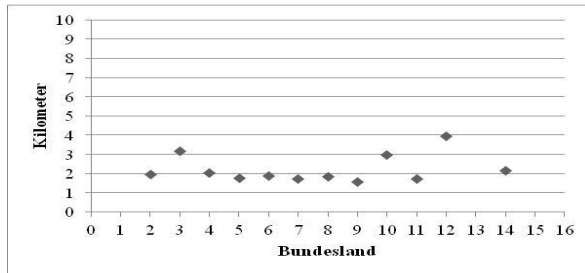


Ländliche Kreise geringer Dichte (Ø 7,8)

- | | |
|-------------------------|-----------------------------|
| 1 = Schleswig-Holstein | 9 = Bayern |
| 2 = Hamburg | 10 = Saarland |
| 3 = Niedersachsen | 11 = Berlin |
| 4 = Bremen | 12 = Brandenburg |
| 5 = Nordrhein-Westfalen | 13 = Mecklenburg-Vorpommern |
| 6 = Hessen | 14 = Sachsen |
| 7 = Rheinland-Pfalz | 15 = Sachsen-Anhalt |
| 8 = Baden-Württemberg | 16 = Thüringen |

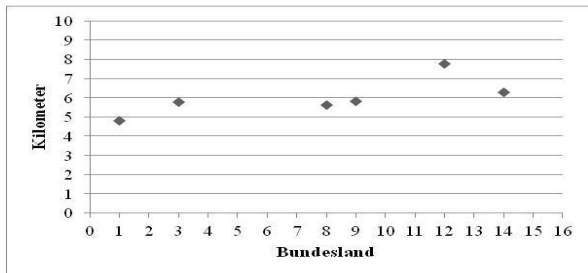
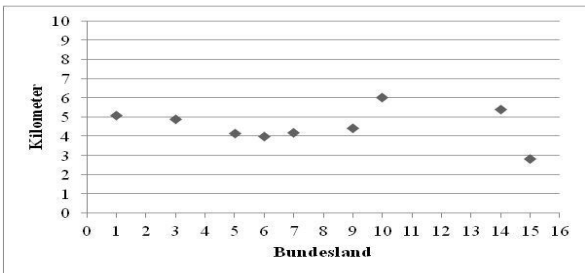
Quelle: Eigene Berechnung.

Abbildung 8: Durchschnittliche Erreichbarkeit von Markentankstellen nach Bundesländern und BBSR-Kreistypen 2009



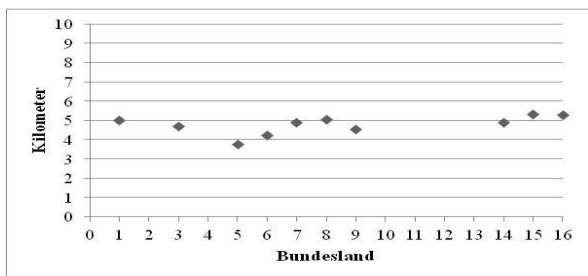
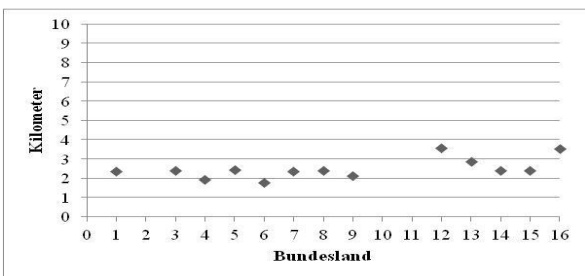
Kernstädte in Agglomerationsräumen (Ø 2,0)

Hochverdichtete Kreise in Agglomerationsräumen (Ø 3,4)



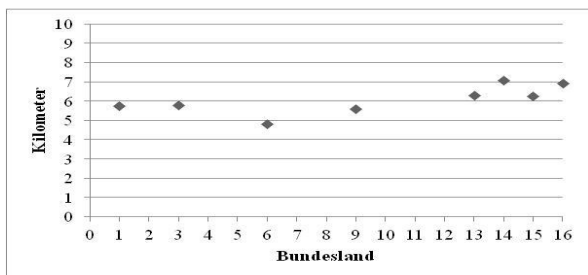
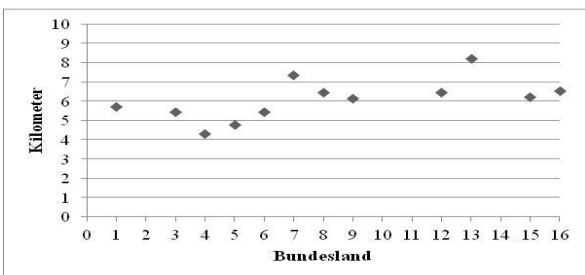
Verdichtete Kreise in Agglomerationsräumen (Ø 5,2)

Ländliche Kreise in Agglomerationsräumen (Ø 7,6)



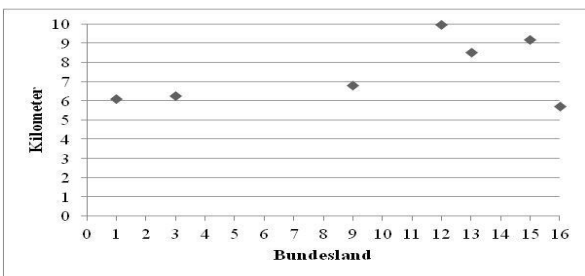
Kernstädte in verstädterten Räumen (Ø 2,7)

Verdichtete Kreise in verstädterten Räumen (Ø 5,2)



Ländliche Kreise in verstädterten Räumen (Ø 7,0)

Ländliche Kreise höherer Dichte (Ø 6,5)

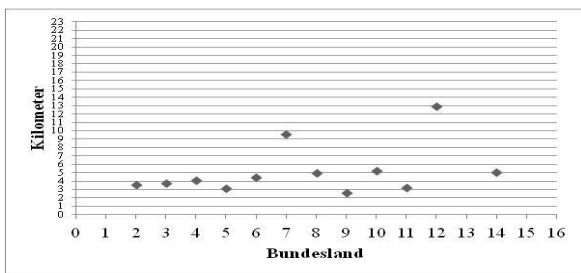


Ländliche Kreise geringer Dichte (Ø 9,0)

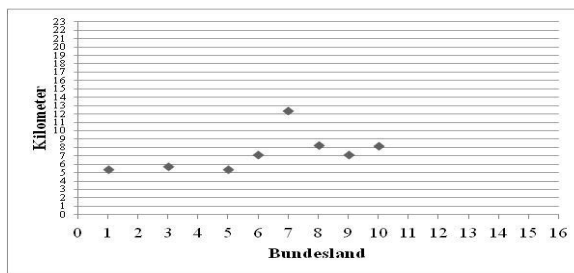
- | | |
|-------------------------|-----------------------------|
| 1 = Schleswig-Holstein | 9 = Bayern |
| 2 = Hamburg | 10 = Saarland |
| 3 = Niedersachsen | 11 = Berlin |
| 4 = Bremen | 12 = Brandenburg |
| 5 = Nordrhein-Westfalen | 13 = Mecklenburg-Vorpommern |
| 6 = Hessen | 14 = Sachsen |
| 7 = Rheinland-Pfalz | 15 = Sachsen-Anhalt |
| 8 = Baden-Württemberg | 16 = Thüringen |

Quelle: Eigene Berechnung.

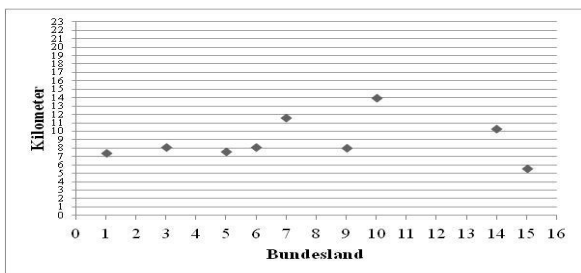
Abbildung 9: Durchschnittliche Erreichbarkeit von freien Tankstellen nach Bundesländern und BBSR-Kreistypen 2009



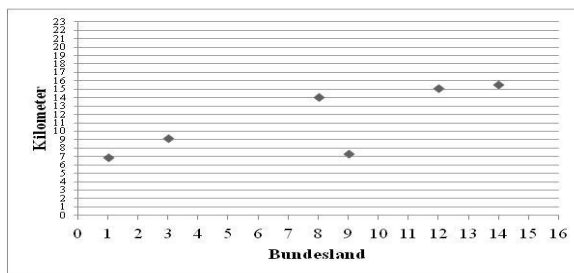
Kernstädte in Agglomerationsräumen (Ø 3,9)



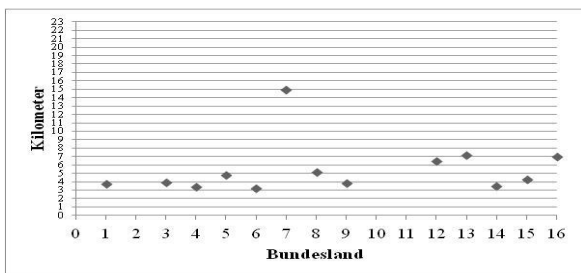
Hochverdichtete Kreise in Agglomerationsräumen (Ø 6,5)



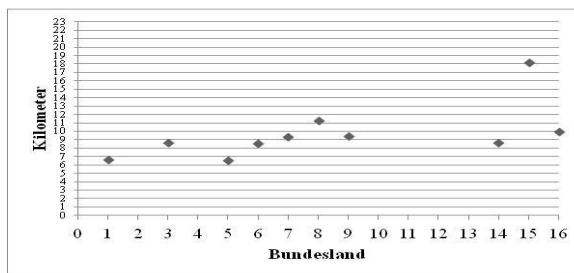
Verdichtete Kreise in Agglomerationsräumen (Ø 8,7)



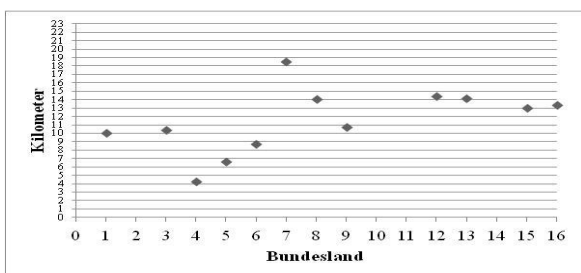
Ländliche Kreise in Agglomerationsräumen (Ø 12,7)



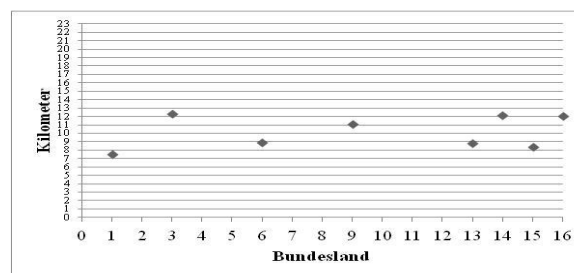
Kernstädte in verdichteten Räumen (Ø 5,5)



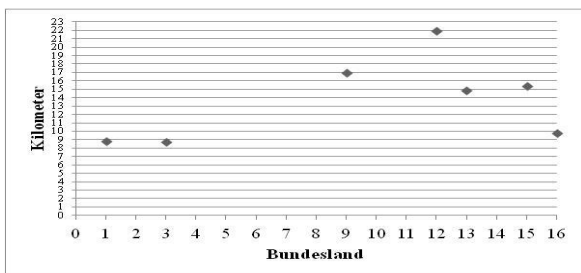
Verdichtete Kreise in verdichteten Räumen (Ø 9,2)



Ländliche Kreise in verdichteten Räumen (Ø 12,5)



Ländliche Kreise höherer Dichte (Ø 11,0)



Ländliche Kreise geringer Dichte (Ø 15,3)

- | | |
|-------------------------|-----------------------------|
| 1 = Schleswig-Holstein | 9 = Bayern |
| 2 = Hamburg | 10 = Saarland |
| 3 = Niedersachsen | 11 = Berlin |
| 4 = Bremen | 12 = Brandenburg |
| 5 = Nordrhein-Westfalen | 13 = Mecklenburg-Vorpommern |
| 6 = Hessen | 14 = Sachsen |
| 7 = Rheinland-Pfalz | 15 = Sachsen-Anhalt |
| 8 = Baden-Württemberg | 16 = Thüringen |

Quelle: Eigene Berechnung.

6.1.4 Regionale Erreichbarkeit von Straßentankstellen in Deutschland

Wie erwähnt (vgl. Kapitel 3) werden von den meisten Menschen 15 Minuten Reisezeit akzeptiert, um zu einem Dienstleistungsangebot der Grundversorgung zu gelangen (vgl. AMT FÜR RAUMENTWICKLUNG UND GEOINFORMATION, KANTON ST. GALLEN, 2008). Bei Annahme einer durchschnittlichen mittleren Geschwindigkeit von 60 km/h lassen sich mit dem PKW in dieser Zeit 15 km zurücklegen.

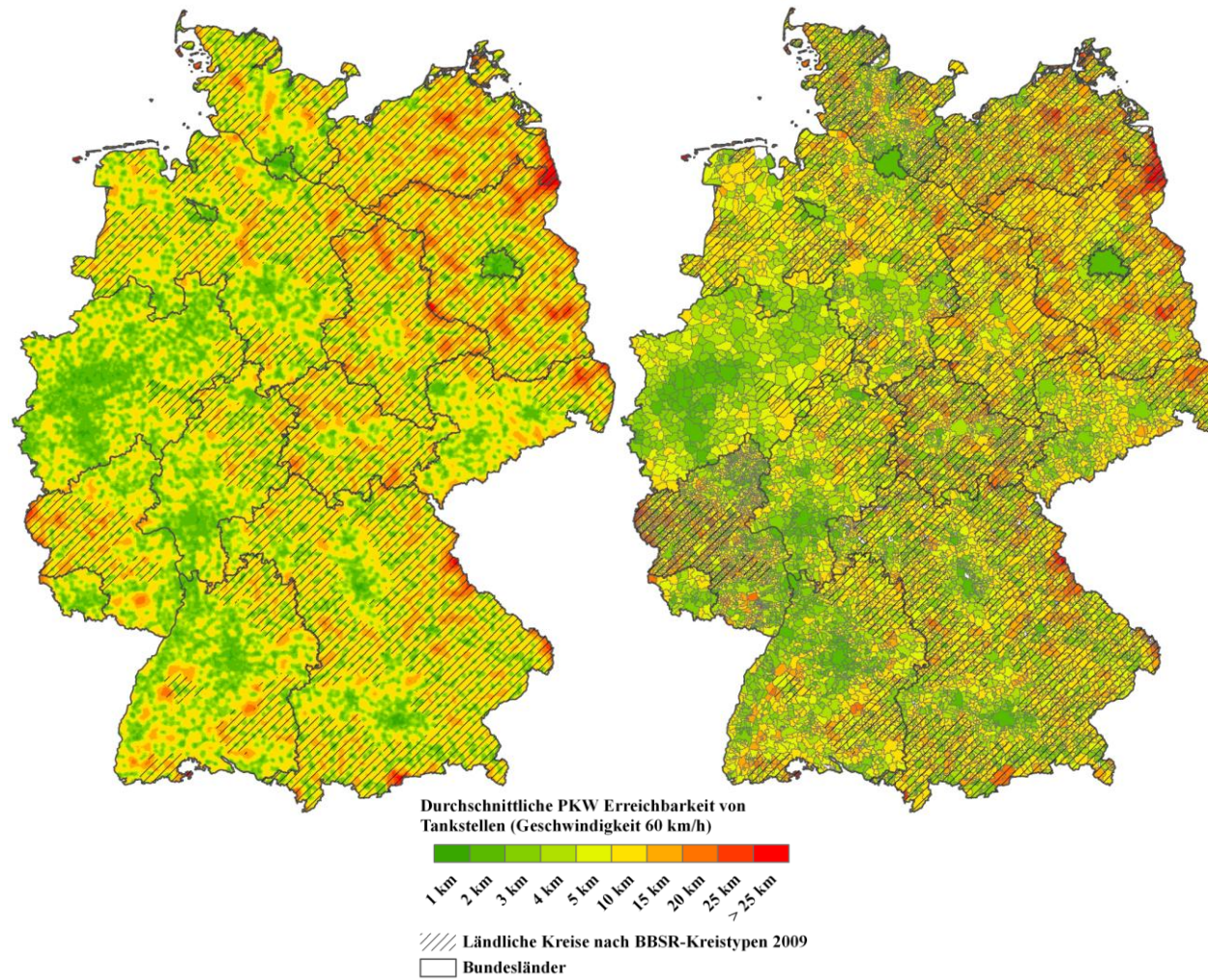
Bei einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 60 km/h lässt sich eine Tankstelle in Deutschland gemäß der Ergebnisse der Erreichbarkeitsberechnung im Durchschnitt innerhalb einer Fahrzeit von 5,4 Minuten erreichen (1,9 Minuten in „Kernstädten in Agglomerationsräumen“, 7,8 Minuten in „ländlichen Kreisen geringer Dichte“).

In den Abbildungen 10, 12, 14 ist für alle Straßentankstellen sowie unterteilt nach Marken- und freien Tankstellen gemäß POICON Datensatz „D Tankstellen“ die PKW Erreichbarkeit flächendeckend für Deutschland¹⁸ und im Gemeindemittel¹⁹ (Abbildungen 11, 13, 15) dargestellt. Die Karten zeigen flächendeckend für Deutschland und im Gemeindemittel diejenigen Regionen, bei denen sich eine Tankstelle bei 60 km/h innerhalb von 15 Minuten Fahrzeit erreichen lässt und Regionen mit Fahrzeiten > 15 Minuten. Deutlich zu erkennen ist, dass sich die Gebiete, in denen größere Entfernungen zur nächsten Tankstelle zurückgelegt werden müssen, sowohl bei allen Tankstellen aber auch gesondert nach Marken- und freien Tankstellen schwerpunktmäßig in den neuen Bundesländern konzentrieren.

¹⁸ Für Darstellungszwecke (vgl. MEYER, 2006) ist nicht das Werteraster selbst wiedergegeben, sondern eine mittels Kriging auf Basis der den Rasterzellenmittelpunkten zugeordneten Entfernungswerten berechnete Karte.

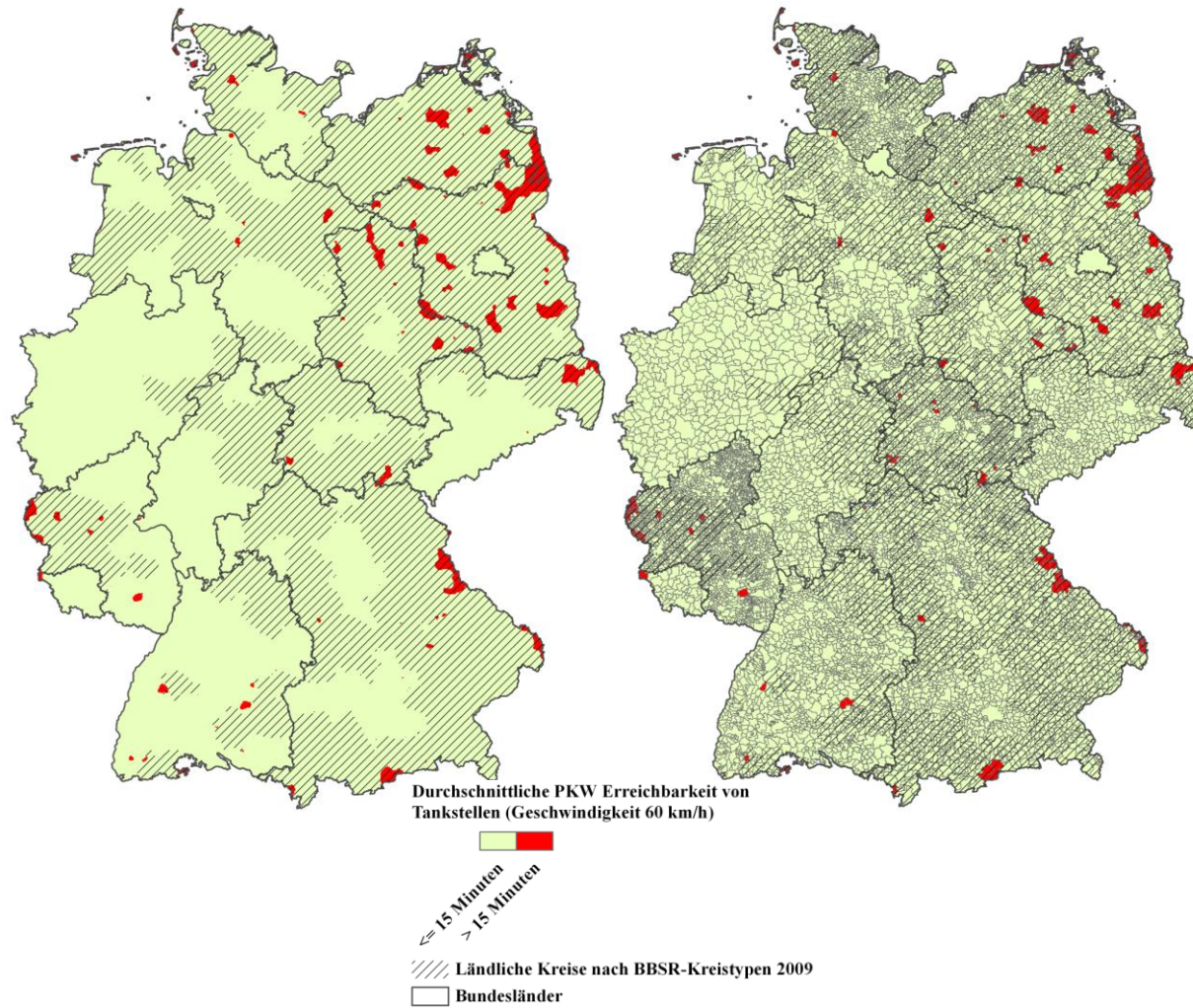
¹⁹ Arithmetisches Mittel der Rasterzellen, deren Mittelpunkt sich innerhalb der Gemeindegrenzen befindet.

Abbildung 10: PKW Erreichbarkeit von Tankstellen (links), durchschnittliche PKW Erreichbarkeit von Tankstellen pro Gemeinde (rechts), bei 60 km/h



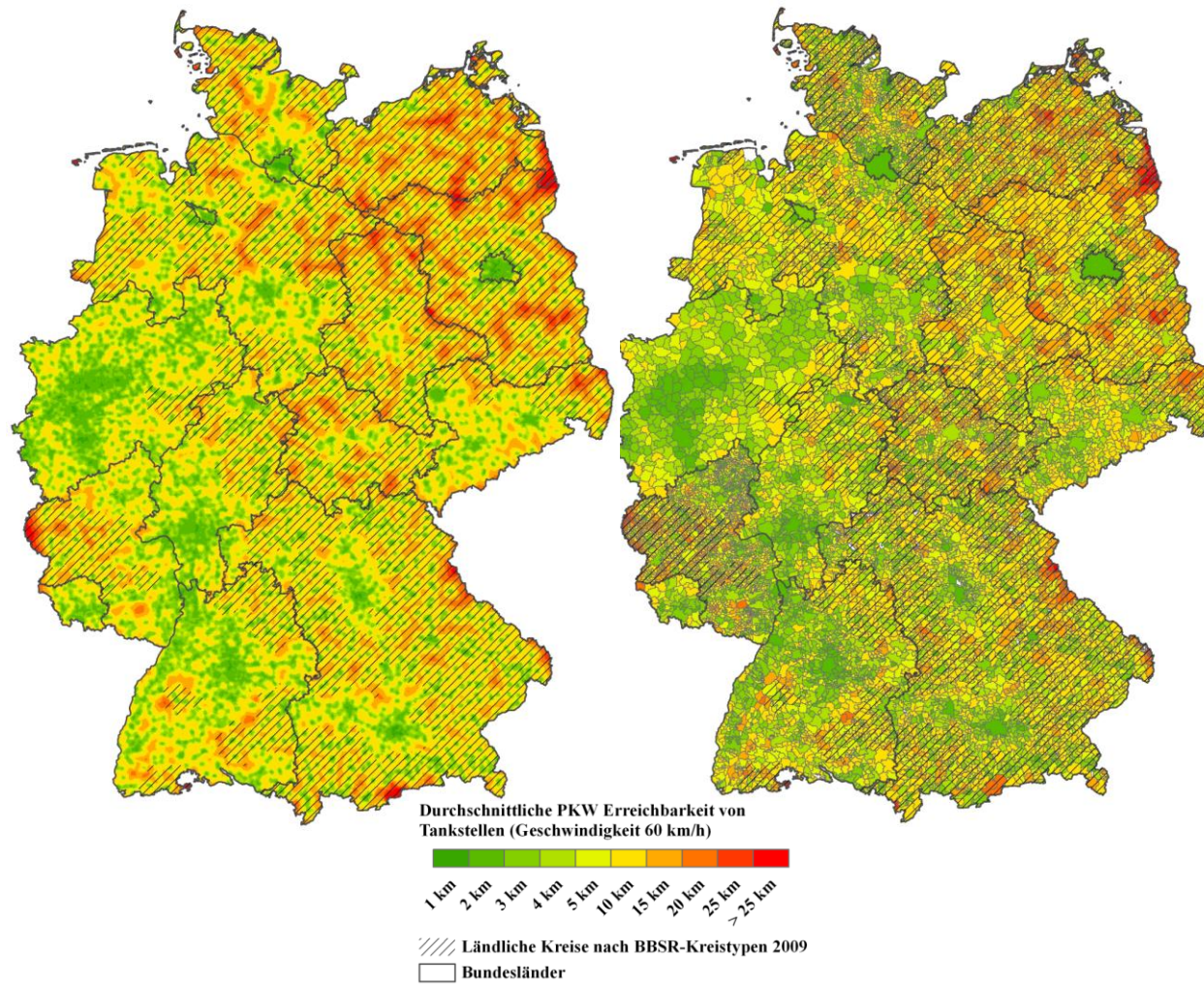
Quelle: Verwaltungsgrenzen: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2010; Raster: © EFGS, 2009; Daten: Eigene Berechnung.

Abbildung 11: PKW Erreichbarkeit von Tankstellen innerhalb 15 Minuten (links), durchschnittliche PKW Erreichbarkeit von Tankstellen pro Gemeinde innerhalb 15 Minuten (rechts), bei 60 km/h



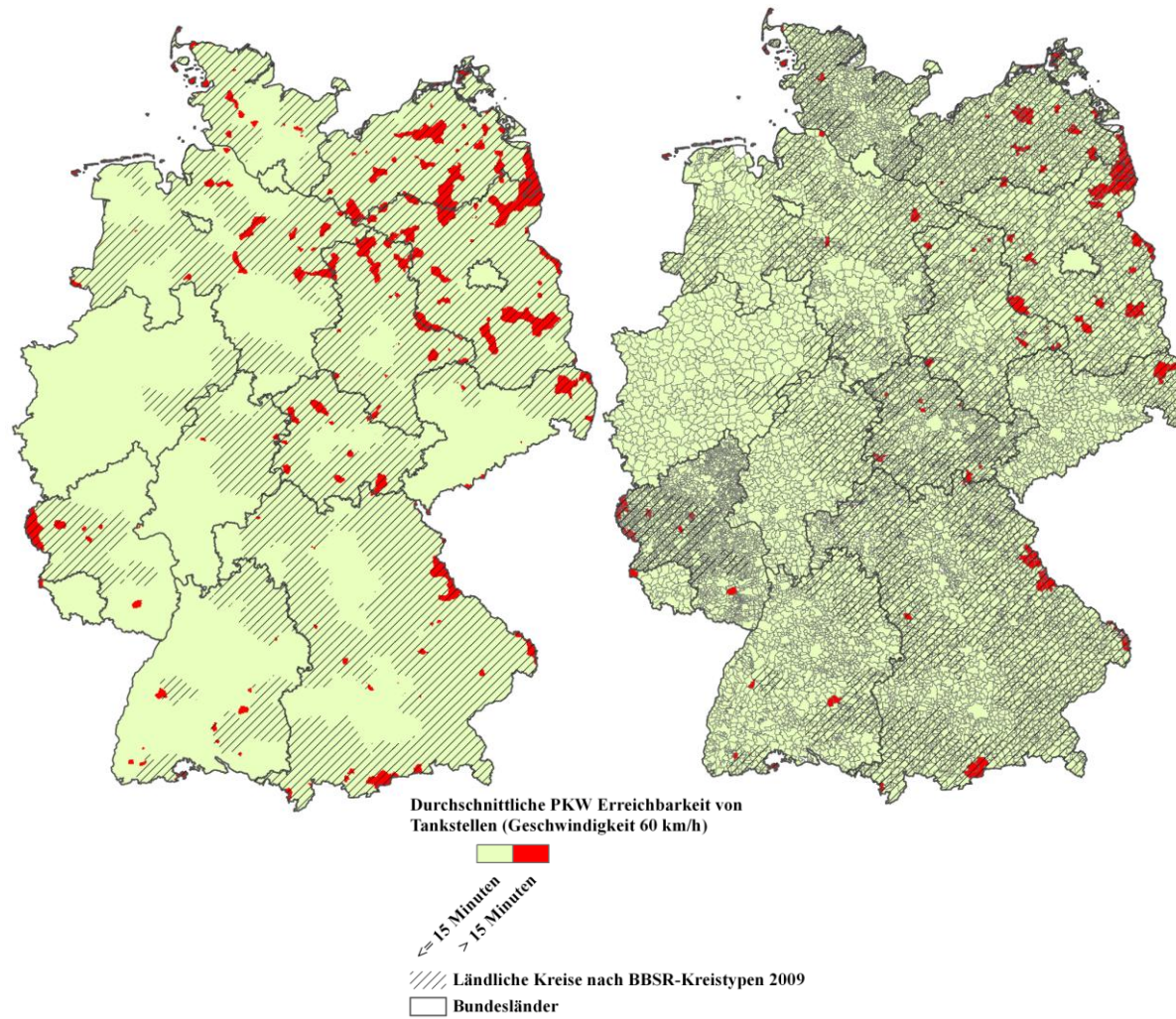
Quelle: Verwaltungsgrenzen: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2010; Raster: © EFGS, 2009; Daten: Eigene Berechnung.

Abbildung 12: PKW Erreichbarkeit von Markentankstellen (links), durchschnittliche PKW Erreichbarkeit von Markentankstellen pro Gemeinde (rechts), bei 60 km/h



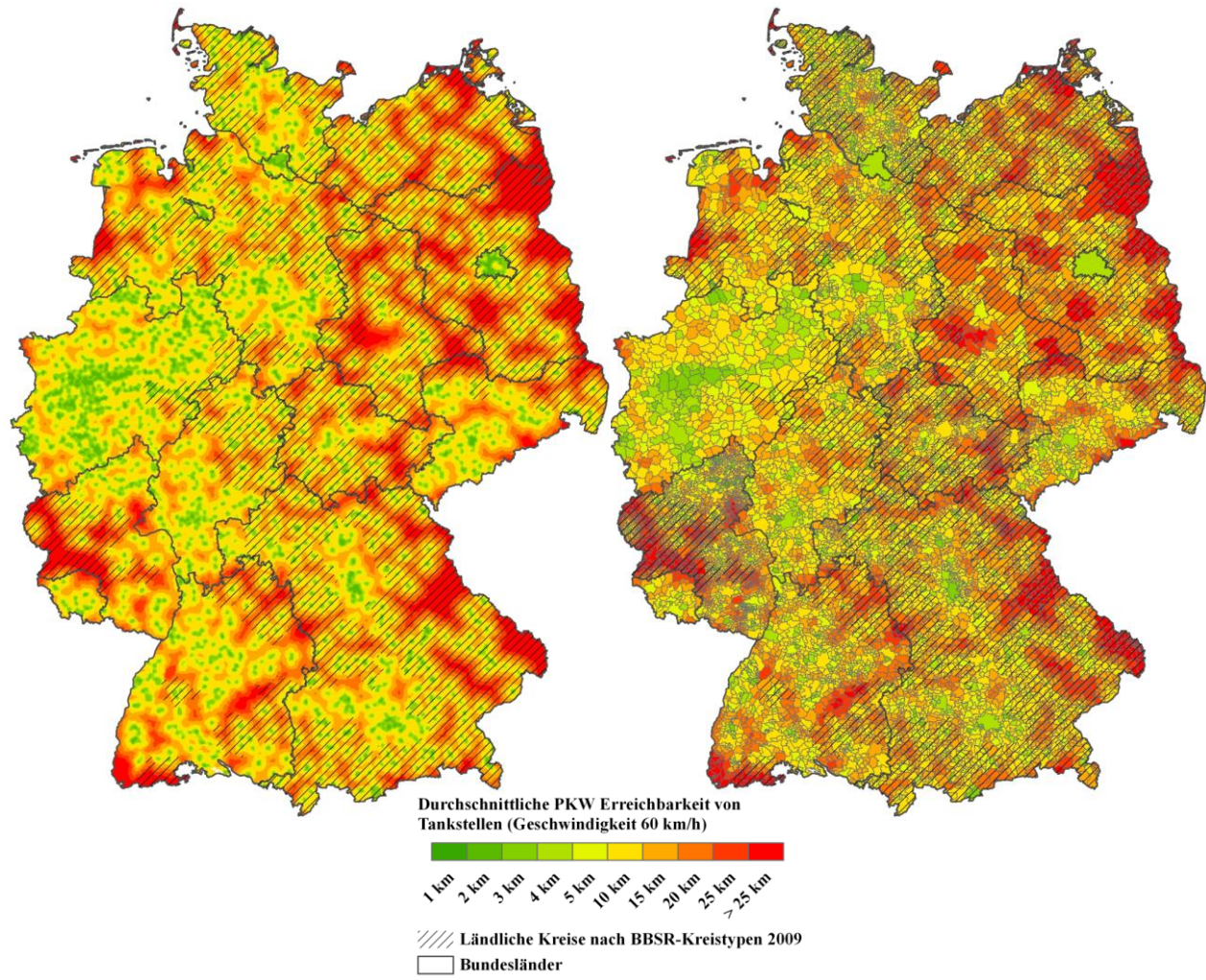
Quelle: Verwaltungsgrenzen: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2010; Raster: © EFGS, 2009; Daten: Eigene Berechnung.

Abbildung 13: PKW Erreichbarkeit von Markentankstellen innerhalb 15 Minuten (links), durchschnittliche PKW Erreichbarkeit von Markentankstellen pro Gemeinde innerhalb 15 Minuten (rechts), bei 60 km/h



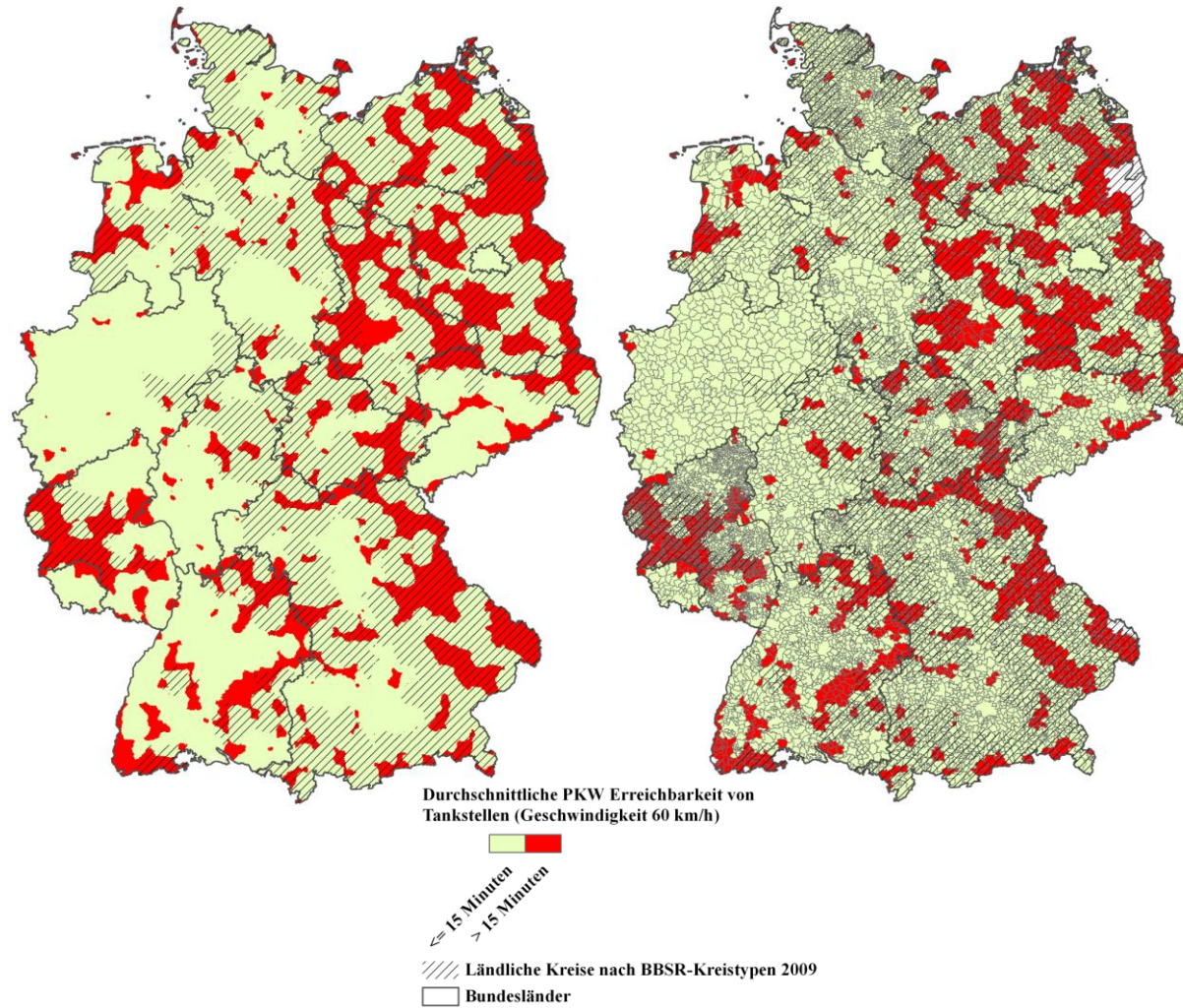
Quelle: Verwaltungsgrenzen: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2010; Raster: © EFGS, 2009; Daten: Eigene Berechnung.

Abbildung 14: PKW Erreichbarkeit von freien Tankstellen (links), durchschnittliche PKW Erreichbarkeit von freien Tankstellen pro Gemeinde (rechts), bei 60 km/h



Quelle: Verwaltungsgrenzen: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2010; Raster: © EFGS, 2009; Daten: Eigene Berechnung.

Abbildung 15: PKW Erreichbarkeit von freien Tankstellen innerhalb 15 Minuten (links), durchschnittliche PKW Erreichbarkeit von freien Tankstellen pro Gemeinde innerhalb 15 Minuten (rechts), bei 60 km/h



Quelle: Verwaltungsgrenzen: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2010; Raster: © EFGS, 2009; Daten: Eigene Berechnung.

6.2 Grad der Betroffenheit der Bevölkerung

Die Identifikation derjenigen Gebiete, in denen größere Entfernungen zur nächsten Tankstelle zurückgelegt werden müssen (vgl. Abbildungen 10 bis 15), geben zwar einen ersten Hinweis auf Regionen mit einem potenziellen Erreichbarkeits- bzw. Versorgungsdefizit, erlauben aber keine Rückschlüsse auf den Grad der Betroffenheit der Bevölkerung. Eine Einschätzung des Grades der Betroffenheit der Bevölkerung ist jedoch notwendig, um zu einer umfassenden Bewertung der Erreichbarkeitssituation zu kommen. So sind z. B. schlechte Erreichbarkeiten anders zu beurteilen, wenn davon ein relativ großer oder kleiner Bevölkerungsanteil betroffen ist. Unter Zuhilfenahme der Bevölkerungsdaten des AIT-Population Density GRID lassen sich die ermittelten Erreichbarkeitswerte in Beziehung zur Bevölkerung setzen und der von einer bestimmten Erreichbarkeit betroffene Bevölkerungsanteil abschätzen²⁰. Dieses zusätzliche Erkenntnis erlaubt es, infolge die Erreichbarkeitssituation, insbesondere in denjenigen Regionen, die gemäß des Erreichbarkeitsmodells unterdurchschnittliche Tankstellenerreichbarkeiten aufweisen, besser zu beurteilen.

6.2.1 Bevölkerung und Tankstellenerreichbarkeit

Bedenkt man, dass Tankstellen v. a. unter ökonomischen Gesichtspunkten errichtet und betrieben werden, ist es wenig überraschend, dass sich zunächst auf Basis der Rasterzellen zwischen Tankstellenerreichbarkeit und Bevölkerung eine schwache (freie Tankstellen) bis mäßige (Tankstellen insgesamt, Markentankstellen) negative Korrelation feststellen lässt (alle Tankstellen $r = -0,33$; Markentankstellen $r = -0,33$; freie Tankstellen $r = -0,23$)²¹. In der Tendenz sind die Wege, die zurückgelegt werden müssen um eine Tankstelle zu erreichen, je länger desto geringer der Bevölkerungswert innerhalb einer Rasterzelle des AIT-Population Density GRID ist. Diese Beobachtung untermauert die Annahme aus Kapitel 3.2, dass v. a. unrentable Standorte mit geringem zu erwartendem Kundenaufkommen von den Filialschließungen in der Vergangenheit betroffen waren. Gleichzeitig ist dies aber auch ein erster Hinweis darauf, dass schlechtere Erreichbarkeiten v. a. in Gebieten mit geringer Bevölkerung anzutreffen sind. Der Anteil der Bevölkerung, der eine Tankstelle bei 60 km/h innerhalb der durchschnittlichen

²⁰ Die Disaggregation der Bevölkerung auf die 1km Rasterzellen des AIT-Population Density GRID basiert auf einem Verteilungsmodell. Die vom AIT verwendete Methode der Zuordnung von Bevölkerung zu Rasterzellen tendiert dazu, die Bevölkerung in Rasterzellen mit geringer Bevölkerungsdichte zu über- und in Rasterzellen mit hoher Bevölkerungsdichte zu unterschätzen (vgl. STEINACHER, KÖSTL, WEICHSELBAUM, 2011, S. 5). Der mit Hilfe des Modells berechnete Bevölkerungswert einer Rasterzelle kann daher von der wirklichen Bevölkerung des Gebietes, das die Rasterzelle abdeckt, abweichen. Des Weiteren kommt es, bedingt durch unterschiedliche Digitalisierungsgenauigkeiten bei der räumlichen Verschneidung verschiedener Attributlayer an den Grenzen der Layer zu Ungenauigkeiten. Insgesamt ist der in dieser Studie verwendete Bevölkerungswert daher v. a. als Größenordnung anzusehen die lediglich einen groben Anhaltspunkt für die von einer bestimmten Erreichbarkeit betroffenen Bevölkerung darstellt.

²¹ Pearson's Produktmoment-Korrelationskoeffizient r

5,4 Minuten erreichen kann, beträgt, so die Modellberechnung, 87,43 %. Lediglich 12,57 % der Bevölkerung Deutschlands benötigt somit mehr Zeit, um eine Tankstelle zu erreichen. Innerhalb der 15 Minuten, die gemäß einer Studie des AMTES FÜR RAUMENTWICKLUNG UND GEOINFORMATION DES KANTONS ST. GALLEN (2008) akzeptiert werden, um ein Dienstleistungsangebot der Grundversorgung zu erreichen, erreichen bei 60 km/h sogar 99,56 % der Bevölkerung Deutschlands eine Tankstelle. Weitere 0,4 % der Bevölkerung benötigen zur nächstgelegenen Tankstelle mehr als 15, höchstens jedoch 25 Minuten (25 km). Fazit: Lediglich ein Anteil von ca. 0,04 % der Bevölkerung benötigt bei 60 km/h länger als 25 Minuten zur nächsten Tankstelle bzw. muss mehr als 25 km zurücklegen. Lediglich in 16 Gemeinden inklusive gemeindefreier Gebiete (~0,14 % aller Gemeinden inkl. gemeindefreie Gebiete Deutschlands, Stand 01.2012) beträgt die Entfernung zur nächsten Tankstelle und Markentankstelle im Durchschnitt mehr als 25 km²². Anders sieht es bei den freien Tankstellen aus. Hier ließen sich gemäß dem Erreichbarkeitsmodell 621 Gemeinden inklusive gemeindefreier Gebiete (~5,4 % aller Gemeinden inkl. gemeindefreier Gebiete Deutschlands, Stand 01.2012) identifizieren, in denen die durchschnittliche Entfernung zur nächsten freien Tankstelle mehr als 25 km beträgt.

6.2.2 Bevölkerung und Tankstellenerreichbarkeit nach BBSR-Kreistypen 2009

Im Kreistypenvergleich (vgl. Tabelle 2) zeigt sich, dass in „Kernstädten in Agglomerationsräumen“, „Hochverdichteten Kreisen in Agglomerationsräumen“ sowie „Kernstädten in verstädterten Räumen“ über 96 % der Bevölkerung eine Tankstelle durchschnittlich in längstens 5,4 km erreichen. In „Verdichteten Kreisen in Agglomerationsräumen“ und „Verdichteten Kreisen in verstädterten Räumen“ erreichen im Durchschnitt innerhalb von 5,4 km immerhin noch über 84 % der Bevölkerung eine Tankstelle. In den als ländlich klassifizierten Kreisen ist der Anteil der Bevölkerung, die eine Tankstelle im Durchschnitt in 5,4 km erreichen kann, z. T. deutlich geringer. Auffällig dabei ist, dass die Werte im Kreistyp „Ländliche Räume in Agglomerationsräumen“ (~74%) sowie im Kreistyp „Ländliche Kreisen in verstädterten Räumen“ (~69%) geringfügig unter demjenigen im Kreistyp „Ländliche Kreisen höherer Dichte“ (~76 %) liegen. Ein ähnliches Bild ergibt sich bei der Betrachtung der Markentankstellen. Anders sieht es bei den freien Tankstellen aus, hier sind in allen BBSR-Kreistypen 2009 z. T. deutlich längere Wege zurückzulegen.

²²

Landkreis Friesland, Gemeinde Wangerooze; Landkreis Leer, Gemeinde Borkum; Landkreis Neustadt an der Waldnaab, Gemeinde Waidhaus; Landkreis Nordfriesland, Hallig Hooge, Gemeinde Norddorf auf Amrum Landkreis Rügen Insel Hiddensee; Landkreis Uckermark, Gemeinden Mescherin, Tantow; Landkreis Ücker-Randow, Gemeinden Glasow, Grambow, Hintersee, Krackow, Nadrensee, Penkun; Landkreis Waldshut, Gemeinden Jestetten, Lottstetten

Tabelle 4: Erreichbarkeit von Tankstellenstandorten nach BBSR-Kreistypen 2009 und Bevölkerung pro BBSR-Kreistyp 2009 gemäß AIT-Population Density Grid

Kreis- typ	Bevölkerung gemäß AIT- GRID	Bevölkerung in % gemäß AIT-Population density GRID											
		<= 5.400 m			> 5.400 m bis <= 10.000 m			> 10.000 m bis <= 15.000 m			> 15.000 m		
		alle Tank- stellen	Marken- tank- stellen	freie Tank- stellen	alle Tank- stellen	Marken- tank- stellen	freie Tank- stellen	alle Tank- stellen	Marken- tank- stellen	freie Tank- stellen	alle Tank- stellen	Marken- tank- stellen	freie Tank- stellen
1	18.917.003	99,54	99,40	89,13	0,43	0,51	9,14	0,03	0,09	1,63	0,00	0,00	0,10
2	14.173.732	96,49	95,16	63,25	3,33	4,52	25,19	0,18	0,30	10,15	0,00	0,01	1,42
3	6.296.747	86,36	82,18	48,49	11,75	14,91	27,29	1,64	2,61	16,27	0,25	0,29	7,95
4	3.006.445	73,51	68,97	36,57	18,34	19,35	23,86	6,73	9,09	19,93	1,42	2,58	19,65
5	4.851.952	98,53	98,10	79,63	1,40	1,82	15,59	0,07	0,08	2,60	0,00	0,00	2,19
6	16.106.271	84,78	80,39	44,37	13,12	16,19	28,38	1,91	3,09	16,27	0,18	0,33	10,98
7	8.566.402	69,36	63,22	30,05	23,05	25,08	22,11	6,48	9,71	20,84	1,12	1,98	26,99
8	6.984.098	76,12	71,77	41,02	18,36	19,92	25,28	4,97	7,11	17,92	0,55	1,21	15,77
9	3.689.752	64,04	55,92	29,62	21,83	22,64	17,52	10,31	14,66	17,33	3,82	6,78	35,53

- 1 = Kernstädte in Agglomerationsräumen
 2 = Hochverdichtete Kreise in Agglomerationsräumen
 3 = Verdichtete Kreise in Agglomerationsräumen
 4 = Ländliche Kreise in Agglomerationsräumen
 5 = Kernstädte in verstäderten Räumen
 6 = Verdichtete Kreise in verstäderten Räumen
 7 = Ländliche Kreise in verstäderten Räumen
 8 = Ländliche Kreise höherer Dichte
 9 = Ländliche Kreise geringer Dichte

Quelle: Bevölkerungsdaten: © EFGS, 2009 (AIT-Population Density Grid); Daten: Eigene Berechnung.

Innerhalb von 5,4 km erreichen gemäß dem Erreichbarkeitsmodell ca. 89 % der Bevölkerung im Kreistyp „Kernstädte in Agglomerationsräumen“, ca. 80 % der Bevölkerung im Kreistyp „Kernstädte in verstädterten Räumen“ und immerhin noch ca. 63 % der Bevölkerung im Kreistyp „Hochverdichtete Kreise in Agglomerationsräumen“ die nächste freie Tankstelle. In allen anderen Kategorien der BBSR-Kreistypen 2009 liegt der Anteil der Bevölkerung, der die nächste freie Tankstelle innerhalb von 5,4 km erreicht, z. T. deutlich unter 50 %. Die Betrachtung der Bevölkerung und Tankstellenerreichbarkeit im Vergleich der BBSR-Kreistypen 2009 zeigt, dass in der Tendenz die Wege von einer Zelle des Analyserasters zur nächsten Tankstelle umso länger sind, je geringer der Bevölkerungswert innerhalb der Zelle ist. Allerdings erreichen in fast allen BBSR-Kreistypen 2009 bei 60 km/h über 97 % der Bevölkerung eine Tankstelle oder Markentankstelle innerhalb von längstens 15 Minuten. Einzige Ausnahme sind die „Ländlichen Kreise geringer Dichte“. Hier erreichen unter denselben Voraussetzungen ~96% die nächste Tankstelle und ~93% die nächste Markentankstelle. Freie Tankstellen sind – was in Anbetracht des deutlich dünneren Tankstellennetzes nicht überraschend ist – im Vergleich zu Markentankstellen gemäß dem Erreichbarkeitsmodell in der Tendenz schlechter erreichbar als Markentankstellen. Insgesamt gesehen lassen sich somit beim Vergleich der durchschnittlichen Erreichbarkeit von Tankstellen nach BBSR-Kreistypen 2009 und Bevölkerung keine nennenswerten Unterschiede oder Defizite in der Erreichbarkeit von Straßentankstellen feststellen.

6.2.3 Bevölkerung und Tankstellenerreichbarkeit nach Bundesländern

Im Bundesländervergleich (vgl. Tabelle 5) ergibt sich folgendes Bild: In den unteren Entfernungskategorien variiert der Anteil der Bevölkerung, der eine bestimmte Entfernung bis zur nächsten Tankstelle zurücklegen muss, zwischen den einzelnen Bundesländern z. T. recht deutlich. Insgesamt gesehen erreichen in allen Bundesländern über 87 % der Bevölkerung bei 60 km/h im Durchschnitt von innerhalb 10 Minuten und mit Ausnahme von Brandenburg (97,2 %), Mecklenburg-Vorpommern (97,2%) und Sachsen-Anhalt (98,4 %) über 99 % der Bevölkerung im Durchschnitt von innerhalb 15 Minuten eine Tankstelle. Die Werte für Markentankstellen entsprechen mit lediglich geringfügigen Abweichungen denjenigen der Betrachtung aller Tankstellen. Im Hinblick auf die freien Tankstellen lässt sich feststellen, dass insgesamt ca. 44 % der Bevölkerung mehr als 5,4 km, 22 % mehr als 10 km und immerhin noch ca. 10 % mehr als 15 km zur nächsten freien Tankstelle zurücklegen müssen. Auch hier variieren die Werte für die verschiedenen Bundesländer, wobei in der Tendenz in den neuen Bundesländern ein größerer Bevölkerungsanteil weitere Wege zur nächsten freien Tankstelle in Kauf nehmen muss als in den alten Bundesländern. Insgesamt betrachtet lassen sich im Bundesländervergleich im Hinblick auf die wohnungsnahe Kraftstoffversorgung wie auch im BBSR-Kreistypenvergleich jedoch keine nennenswerten Unterschiede oder Defizite feststellen.

Tabelle 5: Erreichbarkeit von Tankstellenstandorten nach Bundesland und Bevölkerung pro Bundesländer gemäß AIT-Population Density Grid

Bundesland	Bevölkerung in % gemäß AIT-Population density GRID											
	<= 5.400 m			> 5.400 m bis <= 10.000 m			> 10.000 m bis <= 15.000 m			> 15.000 m		
	alle Tankstellen	Marken-tankstellen	freie Tankstellen	alle Tankstellen	Marken-tankstellen	freie Tankstellen	alle Tankstellen	Marken-tankstellen	freie Tankstellen	alle Tankstellen	Marken-tankstellen	freie Tankstellen
Schleswig-Holstein	86,63	79,19	67,40	10,48	13,35	19,47	2,44	6,34	9,38	0,44	1,12	3,76
Hamburg	99,46	98,28	93,24	0,54	1,67	5,99	0,00	0,05	0,77	0,00	0,00	0,00
Niedersachsen	84,42	78,54	54,76	13,08	15,82	24,00	2,22	4,53	13,07	0,27	1,11	8,17
Bremen	99,64	99,61	87,29	0,36	0,39	12,60	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00
Nordrhein-Westfalen	96,97	95,21	80,33	2,92	4,55	14,85	0,11	0,24	4,09	0,00	0,00	0,72
Hessen	91,06	88,61	57,70	7,88	9,31	26,54	1,02	1,97	11,98	0,04	0,11	3,78
Rheinland-Pfalz	79,56	76,59	26,26	15,70	17,58	28,08	4,10	4,76	22,34	0,64	1,07	23,32
Baden-Württemberg	87,48	85,43	40,06	10,22	11,53	29,45	1,97	2,66	17,35	0,33	0,38	13,14
Bayern	82,81	79,65	52,01	13,78	15,19	21,63	2,95	4,55	14,60	0,46	0,62	11,75
Saarland	88,92	87,86	49,56	9,43	10,45	28,90	0,93	0,96	13,79	0,72	0,73	7,75
Berlin	99,65	99,47	93,26	0,27	0,14	6,68	0,08	0,37	0,07	0,00	0,02	0,00
Brandenburg	72,49	69,87	30,63	16,35	16,83	21,91	8,39	9,31	19,03	2,78	3,99	28,43
Mecklenburg-Vorpommern	70,04	63,25	30,46	17,74	18,12	23,51	9,39	12,63	19,05	2,83	6,00	26,98
Sachsen	84,19	80,21	55,66	12,46	14,81	21,69	3,00	4,26	12,44	0,36	0,71	10,20
Sachsen-Anhalt	73,32	70,28	36,20	17,92	18,40	16,88	7,13	8,81	16,95	1,63	2,52	29,97
Thüringen	73,07	67,95	35,85	19,13	19,47	22,65	6,80	10,06	20,13	1,00	2,52	21,37
Deutschland	87,43	84,44	57,54	9,79	11,30	21,03	2,34	3,47	11,86	0,44	0,79	9,58

Quelle: Bevölkerungsdaten: © EFGS, 2009 (AIT-Population Density Grid); Daten: Eigene Berechnung.

6.3 Potenziale von Tankstellenshops als alternativer Nahversorger in ländlichen Räumen

Obwohl die, das Kerngeschäft ergänzenden, Tankstellenshops sowohl flächen- als auch zahlenmäßig ständig weiter zunehmen (vgl. VALLÉE, LENZ, 2007), bedienen sie derzeit i. d. R. den Frequenz- und Impulseinkauf mit Entwicklungspotenzialen hin zu Convenience-Shops (vgl. KORN, 2006). Wenn man bedenkt, dass das Shopgeschäft z. B. ca. 86 % des Gesamtumsatzes der sogenannten Farbentankstellen (Tankstellennetze der Mineralölgesellschaften)²³ ausmacht (vgl. BUNDESVERBAND DER DEUTSCHEN VOLKSBANKEN UND RAIFFEISENBANKEN, 2012, S. 3) ist zu vermuten, dass dieses Geschäft in der Zukunft weiter ausgebaut und die Produktpalette erweitert wird. Im Hinblick auf eine mögliche Funktion als Nahversorger, v. a. in ländlichen Regionen, ist es daher interessant, neben der reinen PKW Erreichbarkeit auch die fußläufige Erreichbarkeit von Straßentankstellen zu betrachten. Die durchschnittliche freie Gehgeschwindigkeit beträgt nach GÖTZ-NEUMANN (2003) ca. 1,4 m/s (zitiert nach MORGENROTH, 2008, S. 112). MORGENROTH erhielt 2008 in einer Untersuchung in 20 deutschen Städten mit einer mittleren Gehgeschwindigkeit von 1,45 m/s ein vergleichbares Ergebnis (vgl. MORGENROTH, 2008, S. 113)²⁴. Bei Annahme einer durchschnittlichen Gehgeschwindigkeit von 1,45 m/s beträgt die akzeptierte fußläufige Entfernung um ein Dienstleistungsangebot der Grundversorgung, wie z. B. einen Nahversorger zu erreichen lediglich ca. 1,3 km (15 Minuten Gehzeit).

In Abbildung 16 ist für alle Straßentankstellen flächendeckend für Deutschland²⁵ und im Gemeindemittel die fußläufige Erreichbarkeit (Gehgeschwindigkeit 1,45 m/s) dargestellt. Deutlich zu erkennen ist, dass sich die Gebiete, in denen größere Entfernungen zur nächsten Tankstelle zurückgelegt werden müssen, schwerpunktmäßig außerhalb der Ballungsräume konzentrieren. Dies bestätigt auch die Betrachtung der durchschnittlichen fußläufigen Erreichbarkeit gemäß BBSR-Kreistypen 2009 (vgl. Abbildung 17). Ca. 43 % der deutschen Bevölkerung kann fußläufig, so die Modellergebnisse, eine Straßentankstelle innerhalb von 15 Minuten erreichen. Allerdings zeigt die Betrachtung deutlich, dass der Großteil der Bevölkerung, die längstens 15 Minuten zur nächsten Straßentankstelle zu gehen hat, sich v. a. in verstäderten Regionen konzentriert. Lediglich ~3 % davon entfällt auf „Ländliche Kreise höherer Dichte“, und ~1 % auf „Ländliche Kreise geringer Dichte“. Ein ähnliches Ergebnis

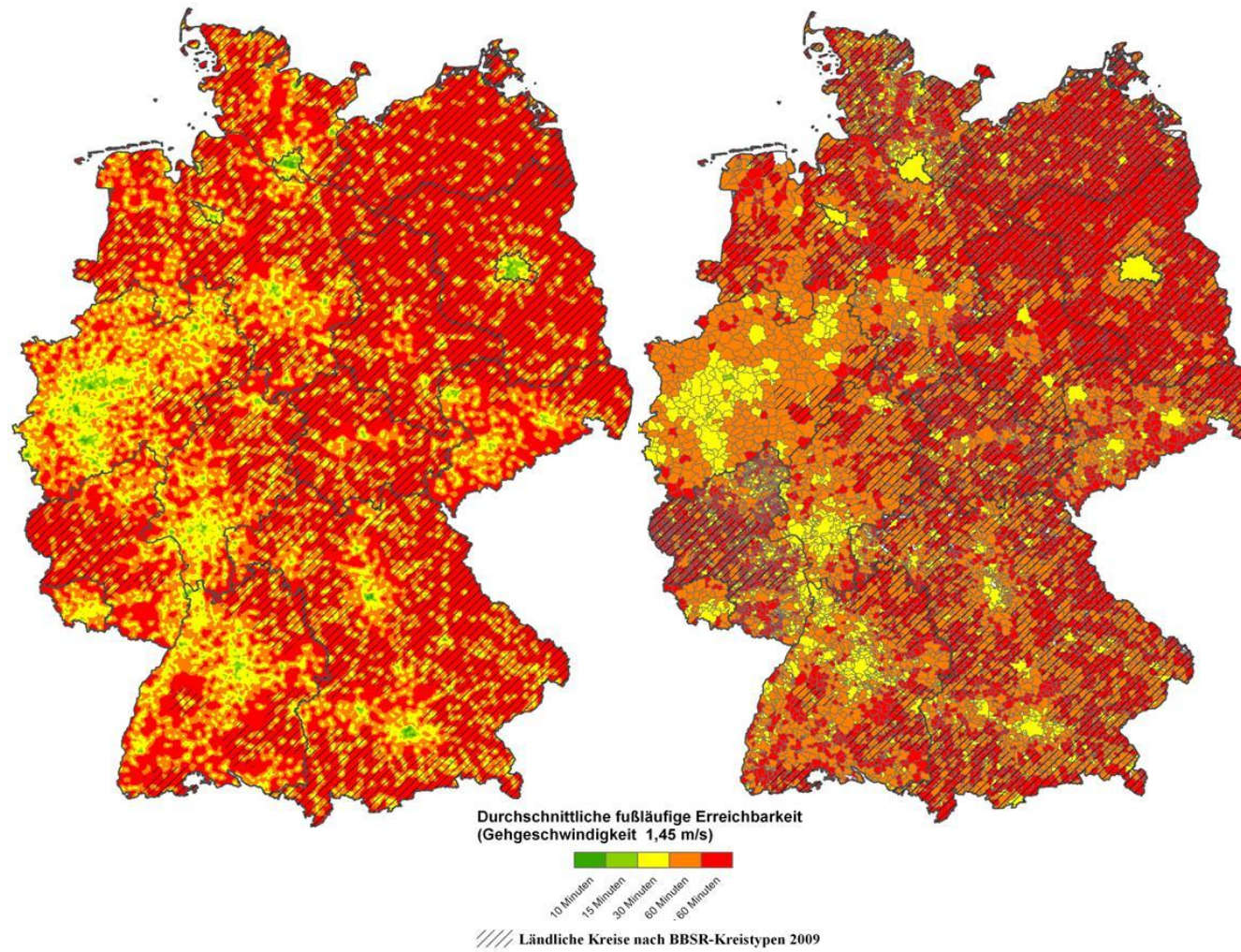
²³ Freie Tankstellen bzw. markenlose Tankstellen werden u. a. auch als „weiße Tankstellen“ bezeichnet.

²⁴ MORGENROTH (2008) fand heraus, dass die mittlere Gehgeschwindigkeit altersabhängig ist, so legen Personen bis 24 Jahre im Durchschnitt 1,53 m/s zurück, Personen zwischen 25 und 44 Jahren 1,5 m/s, Personen zwischen 45 und 64 Jahren 1,39 m/s und Personen älter als 65 Jahre 1,24 m/s. Neben dem Alter wird die Gehgeschwindigkeit außerdem von Faktoren wie z. B. Populationsgröße, geographische Breite, Klima, ökonomische Vielfalt oder kulturelle Werte beeinflusst (MORGENROTH, 2008, 113 ff.).

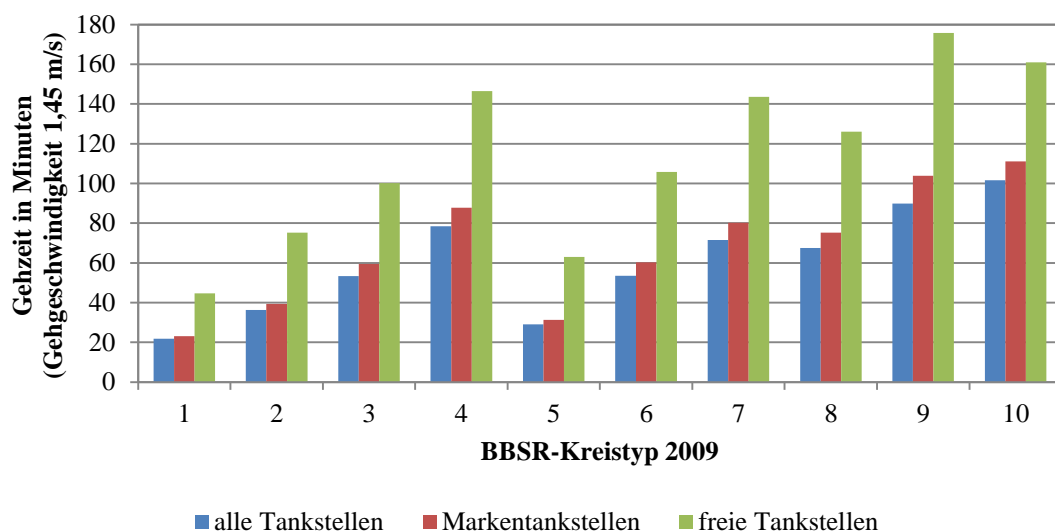
²⁵ Für Darstellungszwecke (vgl. MEYER, 2006) ist nicht das Werteraster selbst wiedergegeben, sondern eine mittels Kriging auf Basis der den Rasterzellenmittelpunkten zugeordneten Entfernungswerten berechnete Karte.

liefert auch die Betrachtung innerhalb der einzelnen BBSR-Kreistypen 2009. Während ~66 % der Bevölkerung in „Kernstädten in Agglomerationsräumen“ die nächste Straßentankstelle fußläufig in längstens 15 Minuten erreicht, so trifft dies nur noch für ~31 % der Bevölkerung in „Ländliche Kreise höherer Dichte“ und ~22 % der Bevölkerung in „Ländliche Kreise geringer Dichte“ zu.

Abbildung 16: Fußläufige Erreichbarkeit von Straßentankstellen (links), durchschnittliche fußläufige Erreichbarkeit von Straßentankstellen pro Gemeinde (rechts), bei einer Gehgeschwindigkeit von 1,45 m/s



Quelle: Verwaltungsgrenzen: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2010; Raster: © EFGS, 2009; Daten: Eigene Berechnung.

Abbildung 17: Fußläufige Erreichbarkeit von Straßentankstellen nach BBSR-Kreistypen 2009

Kreis- typ	% der Bevölkerung, die im Durchschnitt eine Straßentankstelle fußläufig (Gehgeschwindigkeit 1,45 m/s) innerhalb von x Minuten erreicht									
	<= 10 Minuten		> 10 bis <= 15 Minuten		> 15 bis <= 30 Minuten		> 30 bis <= 60 Minuten		> 60 Minuten	
	% der deutschen Bevölke- rung	% der Bevölke- rung pro Kreistyp	% der deutschen Bevölke- rung	% der Bevölke- rung pro Kreistyp	% der deutschen Bevölke- rung	% der Bevölke- rung pro Kreistyp	% der deutschen Bevölke- rung	% der Bevölke- rung pro Kreistyp	% der deutschen Bevölke- rung	% der Bevölke- rung pro Kreistyp
1	8,59	37,50	6,48	28,28	6,68	29,18	1,03	4,51	0,12	0,53
2	4,72	27,48	3,57	20,81	5,36	31,26	2,83	16,50	0,68	3,95
3	1,49	19,55	1,19	15,57	2,00	26,19	1,83	24,02	1,12	14,67
4	0,47	12,90	0,41	11,26	0,99	27,22	0,77	21,12	1,00	27,50
5	1,80	30,56	1,48	25,12	1,87	31,91	0,63	10,72	0,10	1,69
6	3,62	18,57	2,87	14,69	5,21	26,74	4,63	23,76	3,17	16,24
7	1,36	13,11	1,09	10,53	2,29	22,05	2,32	22,36	3,31	31,95
8	1,38	16,34	1,20	14,25	2,04	24,11	1,73	20,42	2,10	24,87
9	0,57	12,65	0,50	11,28	0,96	21,41	0,78	17,49	1,66	37,16
Deutsch- land	23,99		18,79		27,41		16,55		13,26	

- 1 = Kernstädte in Agglomerationsräumen
 2 = Hochverdichtete Kreise in Agglomerationsräumen
 3 = Verdichtete Kreise in Agglomerationsräumen
 4 = Ländliche Kreise in Agglomerationsräumen
 5 = Kernstädte in verstärkten Räumen
 6 = Verdichtete Kreise in verstärkten Räumen
 7 = Ländliche Kreise in verstärkten Räumen
 8 = Ländliche Kreise höherer Dichte
 9 = Ländliche Kreise geringer Dichte

Quelle: Bevölkerungsdaten: © EFGS, 2009 (AIT-Population Density Grid); Daten: Eigene Berechnung.

Daraus lässt sich schlussfolgern, dass in einem Großteil der ländlichen Regionen Straßentankstellen für die Mehrheit der Bevölkerung fußläufig nicht mehr innerhalb eines vertretbaren zeitlichen Aufwands von 15 Minuten erreicht werden können.

Ob unter diesen Voraussetzungen Straßentankstellen in peripheren Regionen wirklich die Funktion eines „echten“ Nahversorgers übernehmen können oder sogar, wie nach Selbstaussage der Tankstellenbranche, der „Tante-Emma-Läden“ (vgl. VARSAMIDIS, ZIMMERMANN, 2009, S. 27) ist fraglich.

Fazit: Vor allem in den ländlichen Räumen ist die Entfernung zur nächsten Straßentankstelle in der Tendenz so groß, dass diese für einen Großteil der Bevölkerung nur schlecht zu Fuß zu erreichen ist, sodass davon auszugehen ist, dass potenzielle Kunden, die nicht in direkter Nachbarschaft zu einer Tankstelle wohnen diese in ländlichen Regionen v. a. mit dem PKW aufsuchen. Bedenkt man, dass das Preisniveau der Tankstellenshops z. T. deutlich über demjenigen des klassischen Lebensmitteleinzelhandels liegt (vgl. <http://www.mdr.de/umschau/tankstelle120.html>, 14.11.2012), so ist fraglich, ob Kunden, wenn sie bereits den PKW nutzen, bei vorhandenen Alternativen nicht eher den Supermarkt oder Discounter als den Tankstellenshop aufsuchen.

Um dazu jedoch dezidiertere, belastbare Aussagen machen zu können, wäre es notwendig, einerseits die Erreichbarkeit von Supermärkten und Discountern mit derjenigen von Tankstellen mit Shopbetrieb widerzuspiegeln, um z. B. aufzudecken wo Tankstellenshops einen fehlenden/schlecht erreichbaren Nahversorger des Lebensmitteleinzelhandels kompensieren könnten. Andererseits werden weiterführende Erkenntnisse über das Kundenverhalten an Tankstellenshops bzw. zur Nutzung von Tankstellenshops benötigt. Für die vorliegende Untersuchung waren diese Informationen nicht verfügbar.

7 Synthese und Beurteilung

Die Ergebnisse des Erreichbarkeitsmodells im Hinblick auf die wohnortnahe Erreichbarkeit von Straßentankstellen in Deutschland als wichtige Schlüsseldienstleistung für die individuelle Mobilität der Bürger, v. a. in ländlichen Räumen, lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Im Durchschnitt beträgt in Deutschland die Entfernung zur nächsten Straßentankstelle 5,4 km;
- Je geringer die absolute Bevölkerung eines Gebietes ist, desto länger sind in der Tendenz die Wege zur nächsten Straßentankstelle;
- Mit zunehmender Peripheralität nimmt die Entfernung zur nächsten Straßentankstelle zu;
- Die Entfernung zur nächsten Straßentankstelle ist zu einem gewissen Grad vom jeweiligen Bundesland abhängig, wobei tendenziell die Entfernungen zur nächsten Straßentankstelle in den alten Bundesländern kürzer als in den neuen Bundesländern sind.
- Tendenziell sind die Wege zur nächsten freie Tankstelle länger als die Wege zur nächsten Markentankstelle.
- Bei einer Geschwindigkeit von 60 km/h wird die nächste Straßentankstelle von ca. 87,4 % der Bevölkerung innerhalb einer Fahrzeit von längstens 5,4 Minuten und weiteren ca. 12,1 % der Bevölkerung innerhalb von längstens 15 Minuten erreicht. Lediglich 0,4 % der Bevölkerung benötigt bei 60 km/h im Bundesdurchschnitt mehr als 15 Minuten zur nächsten Tankstelle.
- Differenziert nach den BBSR-Kreistypen ergibt sich folgendes Bild: In Kernstädten in Agglomerationsräumen, hochverdichteten Kreisen in Agglomerationsräumen und Kernstädten in verstädterten Räumen sowie in verdichteten Kreisen in Agglomerationsräumen, verdichteten Kreise in verstädterten Räumen und ländlichen Kreise höherer Dichte liegt der Anteil der Bevölkerung, der die nächste Tankstelle bei 60 km/h innerhalb von 15 Minuten erreicht, über 99 %. In ländlichen Kreisen in Agglomerationsräumen und ländlichen Kreise in verstädterten Räumen beträgt der Anteil 99 %. In ländlichen Kreisen geringer Dichte liegt der Anteil bei 96 %.
- Die Modellergebnisse, sowie die vorliegenden empirischen Daten zu Tankstellenshops deuten an, dass in ländlichen Räumen Tankstellen mit Shopbetrieb einen fehlenden Nahversorger sowohl auf Grund des Sortiments wie auch der Erreichbarkeit eher nicht kompensieren können.

Insgesamt läßt sich schlussfolgern, dass Straßentankstellen in Deutschland trotz stetiger Abnahme des Tankstellenbestandes seit 1970 (vgl. ADAC, 2012) und der Tatsache, dass Deutschland im europäischen Vergleich zu den Ländern mit der geringsten Tankstellendichte gehört (vgl. MORGENSTERN, ZIMMERMANN, 2012, S. 15), für die Mehrheit der Bevölkerung mit dem PKW gut zu erreichen sind. Bei den Regionen, in denen längere Wege zur nächsten Straßentankstelle in Kauf genommen werden müssen (vgl. Abbildungen 7 und 8), handelt es

sich überwiegend um relativ dünn besiedelte Gebiete. Allerdings variieren die Erreichbarkeiten von Marken- und freien Tankstellen, so dass in der Tendenz v. a. Autofahrer in peripheren Regionen sowie in den neuen Bundesländern im Hinblick auf die Erreichbarkeit freier Tankstellen etwas schlechtere Ausgangsbedingungen haben.

Des Weiteren ist zu beachten, dass Tankstellen im Segment der Güter und Dienstleistungen der Grundversorgung eine gewisse Sonderstellung einnehmen, da der Besuch einer Tankstelle häufig mit anderen Tätigkeiten (z. B. einkaufen, Fahrt vom/zum Arbeitsplatz) verbunden wird. Das heißt, im Gegensatz zu anderen Dienstleistungsangeboten der Grundversorgung stellt der Besuch einer Tankstelle oftmals nicht das alleinige Ziel dar, sondern wird häufig mit anderen Besorgungen gekoppelt. In der Praxis bedeutet das, dass nicht immer die nächste Tankstelle angefahren wird, sondern z. T. auch eine weiter entfernt liegende Tankstelle z. B. in der Nähe eines regelmäßig aufgesuchten Supermarktes. Das kann auch dazu führen, dass eine eigentlich suboptimale Tankstellenversorgung nicht als problematisch wahrgenommen wird.

Obwohl die Modellergebnisse einerseits zeigen, dass in einigen Regionen die Entfernungen vom Wohnort zur nächsten Straßentankstelle z. T. deutlich länger als 15 km sind, zeigen sie andererseits auch, dass lediglich ein sehr geringer Bevölkerungsanteil von diesen deutlich unterdurchschnittlichen Entfernungen betroffen ist. Insgesamt gesehen zeichnen sich gemäß der Modellergebnisse bei Straßentankstellen derzeit somit keine nennenswerten Erreichbarkeitsdefizite ab. Allerdings ist davon auszugehen, dass die Situation von den Bürgern, die in Regionen mit deutlich unterdurchschnittlichen Erreichbarkeiten leben, individuell anders wahrgenommen wird.

Als Fazit lässt sich daher festhalten, dass vor dem Hintergrund der Modellergebnisse sich kein politischer Handlungsbedarf ableiten lässt, da die Ergebnisse darauf hindeuten, dass die wohnortnahe Versorgung der Bevölkerung mit Kraftstoff derzeit in Deutschland hinreichend flächendeckend gewährleistet ist.

Literaturverzeichnis

- ADAC (2012): <http://www.adac.de/infotestrat/tanken-kraftstoffe-und-antrieb/probleme-tankstelle/anzahl-tankstellen-markenverteilung/> (Stand 11.09.2012).
- AMT FÜR RAUMENTWICKLUNG UND GEOINFORMATION, KANTON ST. GALLEN (2008): Erreichbarkeit Grundversorgung.
http://www.sg.ch/home/bauen__raum__umwelt/raumentwicklung/raumbeobachtung/indikatoren_zur_raeumlichen.____etc____medialib____dokument_library____bauen__raum__umwelt____raumentwicklung____raumbeobachtung.Par.0013.FileRef.tmp/ErreichbarkeitGrundversorgung_Kanton.pdf (Stand 24.03.2011).
- BAKBASEL (2009): Erreichbarkeitsanalysen.
http://www.bakbasel.ch/downloads/competences/location_factors/accessibility/bakbasel_factsheet_accessibility_dt.pdf.
- BARLÖSIUS E, NEU C (Hrsg.) (2008): Peripherisierung – eine neue Form sozialer Ungleichheit? Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften. Interdisziplinäre Arbeitsgruppe Zukunftsorientierte Nutzung ländlicher Räume Materialien Nr. 21.
- BLEISCH A (2005): Die Erreichbarkeit von Regionen. Ein Benchmarking-Modell. Dissertation an der wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Universität Basel.
- BLEISCH A, KOELLREUTER C (2003): Die Erreichbarkeit von Regionen.
<http://e-collection.ethbib.ethz.ch/eserv/eth:27008/eth-27008-01.pdf>.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (2009):
http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2008_Praesentation_Abschlussveranstaltung_August2009_FassungMaerz2010.pdf (19.04.2011).
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (2009a): Mobilität in Deutschland:
http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/02_MiD2008/publikationen.htm (19.04.2011).
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (2009b):
http://www.bbsr.bund.de/nn_1067638/BBSR/DE/Raumbeobachtung/Raumabgrenzung/SiedlungsstrukturelleGebietstypen/Kreistypen/kreistypen__node.html?__nnn=true (30.10.2012).
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (2011): Raumordnungsbericht 2011. Deutscher Bundestag. Drucksache 17/8360. 17. Wahlperiode. 13.01.2012.
- BUNDESVERBAND DER DEUTSCHEN VOLKSBANKEN UND RAIFFEISENBANKEN (2012): Vr Branchen spezial. Tankstellen. = VR Branchen special. Bericht Nr. 38. Oktober 2012.
- DAHLGREN A (2008): Geographic Accessibility Analysis - Methods and Application. Dissertation Lund Institute of Technology.
URL: <http://www.dissertations.se/dissertation/ff24596a13/> (18.10.2011).

- DEWENTER R, HAUCAP J, HEIMESHOF U (2012): Maßnahmen zur Steigerung des Wettbewerbs auf den Kraftstoffmärkten in Deutschland. Studie für den Allgemeinen Deutschen Automobilclub e.V. (ADAC). URL:
http://www.adac.de/_mmm/pdf/Studie_Kraftstoffmärkte_2831560_133448.pdf
(21.09.2012) .
- DIJKSTRA E W (1959): A Note on Two Problems in Connexion with Graphs. In: Numerische Mathematik, 1, 269-271.
- GILGEN K, SARTORIS A (2005): Grundversorgung mit Gütern des täglichen Bedarfs. Eine Methode zur Analyse der Grundversorgung anhand eines Testes im Bleniotal und in der Leventina (kt. Tessin). Das Grundversorgungskonzept und dessen Umsetzung im Rahmen einer Grundversorgungspolitik. Institut für Raumentwicklung, Hochschule für Technik, Rapperswil.
http://www.irap.ch/uploads/tx_hsrpm/Schlussbericht_Grundversorgung_2005_mit_Anhang_02.pdf (Stand 24.03.2011).
- GYLLENSVÄRD U (1999): Der Convenience-Handel auf dem Weg in das nächste Jahrtausend. In: Tomczak, T. (Hrsg.): Alternative Vertriebswege. – Stuttgart: Schäffer-Poeschel, S. 184-193.
- HEINZE G W, HERBST D, SCHÜHLE U (1982): Verkehrsnachfrage und Verkehrsangebot im ländlichen Raum. In: Der Landkreis: Zeitschrift für kommunale Selbstverwaltung 52/8-9; 367-370; Hrsg.: Der Deutsche Landkreistag; Kohlhammer Verlag; Stuttgart.
- HEMETSBERGER M, ORTNER S (2008): Erreichbarkeitsbasierte Raster Raumanalyse – Anwendungen in der Landesplanung. In: Schrenk M, Popovich V, Engelke D, Elisei P (Hrsg.): REAL CORP 008 Proceedings/ Tagungsband. 255-263.
- HESE M (1999): Neue Forschungsfragen zur Wechselwirkung von sozial-räumlichen Arrangements und Mobilität. Die Räume der Milieus. In: Ökologisches Wirtschaften 5-6. S. 23-25.
- JOHNSTON R J, GREGORY D, PRATT G, WATTS M (2000): The Dictionary Of Human Geography. 4th. Ed. Blackwell.
- KORN J (2006): Transiträume als Orte des Konsums - eine Analyse des Standorttyps unter besonderer Berücksichtigung der Bahnhöfe. Dissertation im Fach Geographie an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät II der Humboldt-Universität zu Berlin.
- KÜPPER P, EBERHARDT W (2012): Nahversorgung in ländlichen Räumen. Endbericht. Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Ländliche Räume. Braunschweig. (Unveröffentlichtes Manuskript).
- KÜPPER P, STEINRÜCK B (2010): Mobilität in ländlichen Räumen unter besonderer Berücksichtigung bedarfsgesteuerter Bedienformen des ÖPNV. (= Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie 02/2010). URL:
http://literatur.vti.bund.de/digbib_extern/bitv/dk043302.pdf (Stand 15.10.2012).

- KULKE E (1994): ‚Tante-Emma‘ in neuem Kleid? Zur Funktion von Tankstellenshops und Kiosken im Versorgungsnetz des Einzelhandels. In: Die Erde. Nr. 123. S. 181-196.
- LESER H, HAAS H-D, MOISMANN T, PAESLER R (1993): Diercke. Wörterbuch der Allgemeinen Geographie. Band 1 A-M. Braunschweig.
- MAIER J, FORSTER S, FRANKENBERGER M, HOFMAN T (2010): Regional-Atlas Wirtschaftsband A9 Fränkische Schweiz.
http://www.goessweinsteinstein.de/fileadmin/Gemeinde/Informationen/Nachrichten_anderer_Stellen/Wirtschaftsband_A9/End-Version_Regional-Atlas_WBA9FS_Stand_28.12.2010.pdf (Stand 23.03.2011).
- MEYER W (2006): Zeige mir die Achse des Bösen – Geostatistische Welt-Bilder. In: Strobl J, Blaschke T, Griesebner G (Hrsg.): Angewandte Geoinformatik 2006. Beiträge zum 18. AGIT-Symposium. Salzburg. Heidelberg. S. 454-459.
- MORGENROTH O (2008): Zeit und Handeln. Psychologie der Zeitbewältigung. Stuttgart.
- MORGENSTERN T, ZIMMERMANN K (2011): Branchenstudie Tankstellenmarkt.
URL: <http://www.bft.de/bft/download/btsmarkt11.pdf> (Stand 11.09.2012).
- OECD (2007): OECD-Prüfbericht zur Politik für ländliche Räume. Deutschland.
- PLATZER G, GMEINHART G (2003): Modellierung von Erreichbarkeit im Öffentlichen Verkehr mittels GIS Gesamtlösung zur Bewertung und Analyse der Angebotsqualität im Öffentlichen Verkehr. In: ‚CORP 2003‘ Computergestützte Raumplanung Beiträge zum 8. Symposium zur Rolle der Informationstechnologie in der und für die Raumplanung. Wien, 2003.
- REUDENBACH C, SCHULZE U (2010): GIS für Geographen - eine Einführung.
URL: <http://gisbsc.gis-ma.org/GISBSCL2/de/text/GISBSCL2.pdf>. (23.08.2011) .
- SCHÜRSMANN, C (2008): Berechnung verschiedener Erreichbarkeitsindikatoren für den Ostseeraum. http://www.brg.de/_content/documents/publications/dak08_erreichbarkeit.pdf.
- SCHÜRSMANN C, SPIEKERMANN K, WEGENER M (1997): Accessibility indicators. Berichte aus dem Institut für Raumplanung 39. Institut für Raumplanung, Dortmund.
- SCHULZ A-C, BRÖCKER J (2007): Die Erreichbarkeit der Arbeitsmärkte für Berufspendler aus den Gemeinden Schleswig-Holsteins. In: IAB regional, Nr. 1.
- SCHWARZE B (2005): Erreichbarkeitsindikatoren in der Nahverkehrsplanung. Institut für Raumplanung, Universität Dortmund – Fakultät Raumplanung. Arbeitspapier 184.
- SPIEKERMANN KM, WEGENER M (2008): Modelle in der Raumplanung I. 5 Erreichbarkeit I.
http://www.spiekermann-wegener.de/mir/pdf/MIR1_5_181108.pdf.
- STEINOCHER K, KÖSTL M, WEICHELBAUM J (2011): Grid-based population and land take trend indicators – new approaches introduced by the geoland2 core Information Service for Spatial Planning. NTTs conference, Brussels, Feb 2011, CD-ROM.

STREIT U (2011): http://ifgivor.uni-muenster.de/vorlesungen/Geoinformatik/kap/kap4/k04_6.htm (18.04.2011).

VALLÉE D, LENZ B (2007): Einzelhandel und einzelhandelsstandorte: Entwicklungstendenzen und Steuerungsmöglichkeiten. In: Köhler S (Hrsg.): Infrastruktur in einer mobilen Gesellschaft. ISBN 978-3-88838-333-5. Verlag der ARL, Hannover. S. 19-45. URL: <http://hdl.handle.net/10419/62281> (Stand 14.11.2012).

VARSAMIDIS S, ZIMMERMANN K (2011): Branchenstudie Tankstellenmarkt. URL: <http://www.bft.de/bft/download/btsmarkt09.pdf> (Stand 19.09.2012).

WINKEL R, GREIVING S, PIETSCHMAN H (2007): Sicherung der Daseinsvorsorge und Zentrale-Orte-Konzepte – gesellschaftspolitische Ziele und räumliche Organisation in der Diskussion. Stand der Fachdiskussion. BMVBS-Online-Publikation12/2010. http://www.bbsr.bund.de/cln_016/nn_21918/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2010/ON122010.html (Stand 24.03.2011).

Webseiten:

http://planung-tu-berlin.de/Profil/Gleichwertige_Lebensverhaeltnisse.htm, 15.04.2011.

Anhang

Anhang 1: AIT-Population Density GRID

Anhang 2: „Workflow – Aufbau eines routingfähigen Straßennetzes“

Anhang 3: SPLIT.pl

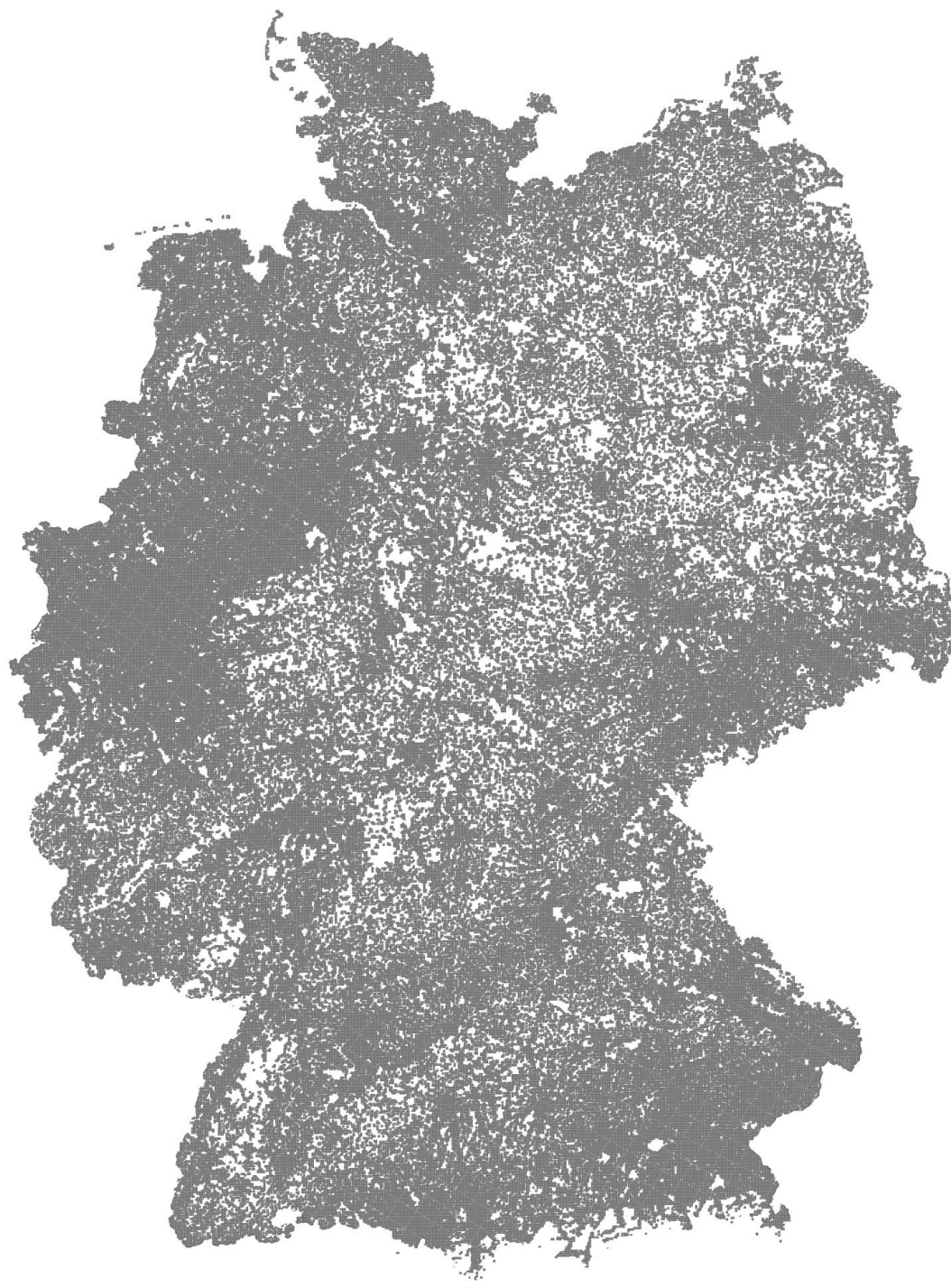
Anhang 4: Perl-Skript zur Routenberechnung

Anhang 5: BBSR-Kreistypen 2009

Anhang 1

AIT-Population Density GRID

Abbildung A 1: AIT-Population Density Grid



Quelle: © EFGS, 2009.

Anhang 2

„Workflow – Aufbau eines routingfähigen Straßennetzes“

1 Import des Routennetzwerks in Postgres

Import des Straßennetzes in die Datenbank:

```
Shp2pgsql -W UTF-8 -S <file_name.shp> <schema>.<table_name> >filename.sql
```

```
Psql -h <host_name> -U <user_name> -d <db_name> -f <file_name.sql>
```

2 Start- und Zieladressen an das Routennetzwerk anbinden

<schema> (Datenbankschema)

Eingangstabellen:

Routennetzwerk (<routennetz>)

Spalten:

gid	(gid)
id	(eindeutige Linien ID)
the_geom	(Liniengeometrie „Linestring“ kein „Multilinestring“)

Tabelle mit Startkoordinaten und Zielkoordinaten (routing punkte)

Spalten:

art_id	(ID-Startkoordinate, ID-Zielkoordinate)
art	(Start- oder Zielkoordinate)
the_geom	(Punktgeometrie)
id	(eindeutige Punkt-ID)

2.1 Ermittlung der Linien im Umkreis von x Metern zu den Start-/Zielkoordinaten

Als Vorgabe werden Tabellen mit Start- bzw. Zieladressen benötigt, die mindestens eine Geometriespalte vom Typ „geometry“ (Adressen als Punkt) und eine Spalte mit eindeutigen Adress ID's beinhalten.

Über folgende Abfrage, die sowohl für die Start- als auch die Zielkoordinaten durchgeführt werden muss, lassen sich dann alle Linien ermitteln, die im Umkreis von x Metern zu den einzelnen Adressen liegen sowie die Entfernung vom Start-/Zielpunkt zu den einzelnen Linien.

```
Select ST_Distance(a.the_geom, b.the_geom) as distance,
a.the_geom as route_the_geom,
b.the_geom as adressen_the_geom,
b.id,
b.art_id as art_id,
a.id as route_id
into <schema>.start_ziel_nodes_to_brd_routes
```

```
from <schema>.<routennetz> a inner join <schema>.<routing punkte> b
on ST_Dwithin(a.the_geom, b.the_geom, x);
```

2.2 Ermittlung derjenigen Linie die einer gegebenen Start-/Zielkoordinate am nächsten liegt

a) *Linien mit geringster Distanz zu den Start-/Zielkoordinaten selektieren*

```
select id as punkt_id,
art_id as punktart_id,
min(distance) as distance,
adressen_the_geom
into <schema>.start_ziel_nodes_to_brd_routes_shortest
from <schema>.start_ziel_nodes_to_brd_routes
group by id, art_id, adressen_the_geom;
```

b) *Zu jeder Linie diejenige Routen-ID mit kleinster ID selektieren*

Dieser Schritt ist notwendig, da es prinzipiell vorkommen kann, dass eine Start- oder Zielkoordinate zu mehreren Linien des Liniennetzes dieselbe Distanz aufweist.

```
select a.punkt_id,
a.punktart_id,
min(b.route_id) as route_id,
a.distance,
a.adressen_the_geom
into <schema>.start_ziel_nodes_to_brd_routes_shortest_one_line
from <schema>.start_ziel_nodes_to_brd_routes_shortest as a,
<schema>.start_ziel_nodes_to_brd_routes as b
where a.punkt_id = b.id and a.distance = b.distance and a.punktart_id = b.art_id
and a.adressen_the_geom = b.adressen_the_geom
group by a.punkt_id,
a.punktart_id,
a.distance,
a.adressen_the_geom;
```

c) *Entfernungstabelle um weitere benötigte Attribute Vervollständigen*

```
select a.punkt_id,
a.punktart_id,
a.route_id,
a.distance,
a.adressen_the_geom,
b.route_the_geom
into <schema>.start_ziel_nodes_to_brd_routes_shortest_one_line_all
from <schema>.start_ziel_nodes_to_brd_routes_shortest_one_line as a,
<schema>.start_ziel_nodes_to_brd_routes as b
where a.punkt_id = b.id and a.distance = b.distance and a.route_id = b.route_id
```

```
and a.adressen_the_geom = b.adressen_the_geom;
```

```
drop table <schema>.start_ziel_nodes_to_brd_routes;
drop table <schema>.start_ziel_nodes_to_brd_routes_shortest;
drop table <schema>.start_ziel_nodes_to_brd_routes_shortest_one_line;
```

```
alter table <schema>.start_ziel_nodes_to_brd_routes_shortest_one_line_all rename to
start_ziel_nodes_to_brd_routes_shortest;
```

2.3 Ermittlung der Koordinaten des dem Start-/Zielpunktes nächstgelegenen Punktes auf der nächstgelegenen Linie

a) Bestimmung des „Floating Point“ –Abstands vom Linienursprung des dem Start-/zielpunkt nächstgelegenen Punktes auf der nächstgelegenen Linie

```
alter table <schema>.start_ziel_nodes_to_brd_routes_shortest add column locate_point float;
```

```
update <schema>.start_ziel_nodes_to_brd_routes_shortest set locate_point =
st_line_locate_point(route_the_geom, adressen_the_geom);
```

b) Linien an Kreuzungspunkten splitten

Siehe “split.pl” Anhang 4

2.4 Neue Linien in Liniennetzwerk einbauen

```
select * into <schema>.backup_<routennetz> from <schema>.<routennetz>
```

a) Verbindungslinie Punkt Netzwerk in Netzwerk einfügen

```
insert into <schema>.<routennetz> (the_geom)
select route_geom from <schema>.new_route_connections
```

b) Löschen alter Routen die durch neue ersetzt werden

```
select distinct original_route_id into <schema>.tmp from <schema>.new_routes
```

```
delete from <schema>.<routennetz> using <schema>.tmp where <sche-
ma>.<routennetz>.<route_id> = <schema>.tmp.original_route_id
```

```
drop table <schema>.tmp
```

c) Neue Linien in das Netzwerk einfügen

```
insert into <schema>.<routennetz> (route_id, the_geom) select original_route_id, route_geom
from <schema>.new_routes
```

3 Netzwerktopologie erstellen

3.1 Tabelle mit Netzwerkknoten aufbauen

```
create table <schema>.brd_routes_lines_added_nodes(node_x float, node_y float, node_geom
geometry)
```

```
insert into <schema>.brd_routes_lines_added_nodes (node_x, node_y, node_geom)
select st_x(st_startpoint(the_geom)),
       st_y(st_startpoint(the_geom)),
       st_startpoint(the_geom)
from <schema>.<routennetz>
```

```
insert into <schema>.brd_routes_lines_added_nodes (node_x, node_y, node_geom)
select st_x(st_endpoint(the_geom)),
       st_y(st_endpoint(the_geom)),
       st_endpoint(the_geom)
from <schema>.<routennetz>
```

3.2 Doppelte Knoten aus Tabelle mit Netzwerkknoten entfernen

```
select distinct * into <schema>.brd_routes_lines_added_nodes_distinct from <sche-
ma>.brd_routes_lines_added_nodes
```

```
alter table <schema>.brd_routes_lines_added_nodes_distinct add column node_id serial
```

3.3 Routingnetzwerk / Netzwerkgraph generieren

```
select a.gid,
a.route_id,
a.id,
a.the_geom,
b.node_id as new_source
into <schema>.tmp1
from <schema>.<routennetz> a, <schema>.brd_routes_lines_added_nodes_distinct b
where ST_x(St_StartPoint(a.the_geom))=
      b.node_x
AND ST_y(St_StartPoint(a.the_geom))=
      b.node_y;
```

```
select a.gid,
a.route_id,
a.id,
a.the_geom,
a.new_source,
```

```

b.node_id as new_target
into <schema>.subnetz_4
from <schema>.tmp1 a, <schema>.brd_routes_lines_added_nodes_distinct b
where ST_x(St_EndPoint(a.the_geom))=
      b.node_x
AND ST_y(St_EndPoint(a.the_geom))=
      b.node_y;

```

```

alter table <schema>.subnetz_4 add column custom_cost float;
update <schema>.subnetz_4 set custom_cost = st_length(the_geom);

```

3.6 Knoten-ID zu Start- und Zielkoordinaten hinzufügen

```

select a.id,
a.art_id,
a.art,
a.the_geom,
b.node_id as node_id_netzwerk
into <schema>.routing_points_with_node_id
from <schema>.<routing points> as a, <schema>.brd_routes_lines_added_nodes_distinct as b
where st_X(a.the_geom) = st_x(b.node_geom)
and st_y(a.the_geom) = st_y(b.node_geom)

```

3.7 Tabelle mit Startpunkten und Tabelle mit Zielpunkten erstellen

```

select * into <schema>.start_points from <schema>.routing_points_with_node_id where
art='start'

```

```

select * into <schema>.ziel_points from <schema>.routing_points_with_node_id where art
!='start'

```

3.8 Indizes erstellen um das spätere Routing zu beschleunigen

```

create index idx_<schema>_subnetz4_source on <schema>.subnetz_4 using btree(new_source);
create index idx_<schema>_subnetz4_target on <schema>.subnetz_4 using btree(new_target);
create index idx_<schema>_start_points_geom on <schema>.start_points using gist(the_geom);
create index idx_<schema>_start_points_node on <schema>.start_points using btree(node_id_netzwerk);
create index idx_<schema>_ziel_points_geom on <schema>.ziel_points using gist(the_geom);
create index idx_<schema>_ziel_points_node on <schema>.start_points using btree(node_id_netzwerk);

```


Anhang 3

SPLIT.pl


```

#!/usr/bin/perl

# load module

use DBI;
use Graph;

#Datenbankanbindung

my $dbh = DBI->connect("DBI:Pg:dbname=<db name>; host=<db host>", "<user id>", "<user pwd>", { 'RaiseError' => 1 });

print "\nStart splitte Linien an Punkten.....";
print "\n";

eval { $sth41 = $dbh->prepare("drop table <schema>.new_routes");
      $sth41->execute();
    }; #end of eval

eval { $sth41 = $dbh->prepare("drop table <schema>.new_route_connections");
      $sth41->execute();
    }; #end of eval

eval { $sth41 = $dbh->prepare("drop table <schema>.new_route_network");
      $sth41->execute();
    }; #end of eval

print "\nFehlermeldung kann ignoriert werden. Linien werden bearbeitet...";
print "\n";

$sth4 = $dbh->prepare("create table <schema>.new_routes (original_route_id int, route_geom geometry)");
$sth4->execute();

$sth41 = $dbh->prepare("create table <schema>.new_route_connections (route_geom geometry)");
$sth41->execute();

#alle Routen abfragen die bearbeitet werden sollen

$sth1 = $dbh->prepare("select distinct route_id as route_id from <schema>. start_ziel_nodes_to_brd_routes_shortest");
$sth1->execute();

@routeID = ();
while(my $refc = $sth1->fetchrow_hashref()) { push(@routeID, $refc->{'route_id'});}

print "\nEs werden ".@routeID." Routen bearbeitet";
#für jede Route alle Punkte abfragen die verbunden werden sollen

$szPoints = 0;
foreach $route (@routeID) {
    $sth2 = $dbh->prepare("select locate_point as point, adressen_the_geom as address from
        <schema>.start_ziel_nodes_to_brd_routes_shortest where route_id = ".$route." order by point");
    $sth2->execute();

    @fraction = ();
    @targets = ();
    @geomRoute = ();

    while(my $refc = $sth2->fetchrow_hashref()) {
        push(@fraction, $refc->{'point'});
        push(@targets, $refc->{'address'});
    }

    #end of while

    $sth3 = $dbh->prepare("select distinct route_the_geom as linegeom from
        <schema>.start_ziel_nodes_to_brd_routes_shortest where route_id = ".$route);
    $sth3->execute();
}

```

```

while(my $refc = $sth3->fetchrow_hashref()) {
    $route_Geom = $refc->{'linegeom'};
    $counter1=0;
    while($counter1 < @fraction) {
        $frac = $fraction[$counter1];

        $szPoints = $szPoints+1;
        $sth611 = $dbh->prepare("insert into
<schema>.new_route_connections (route_geom) values
(ST_setSRID(st_makeline('".$targets[$counter1]."',
ST_Line_Interpolate_Point('".$route_Geom."','".$frac."'),31467)));");
        $sth611->execute();

        $counter1 = $counter1+1;
    }#end of while fraction

#linien splitten

$sth5 = $dbh->prepare("insert into <schema>.new_routes (original_route_id,
route_geom) values (".$route.",
ST_setSRID(st_line_substring('".$route_Geom."',0,'.$fraction[0].'),31467)));");
$sth5->execute();

$counter = 0;
while($counter < @fraction-1) {
    $sth6 = $dbh->prepare("insert into <schema>.new_routes (original_route_id,
route_geom) values (".$route.",
ST_setSRID(st_line_substring('".$route_Geom."','".$fraction[$counter]."',
'".$fraction[$counter+1].'),31467)));");
    $sth6->execute();
    $counter=$counter+1;
}#end of while

$sth7 = $dbh->prepare("insert into <schema>.new_routes (original_route_id, route_geom) values (".$route.",
ST_setSRID(st_line_substring('".$route_Geom."','".$fraction[@fraction-1].',1),31467)));");
$sth7->execute();
}#end of foreach

#Routennetz kopieren notwendig wegen möglichen Rundungsfehlern beim Import in Postgres durch st_GeomFromText()

$sth4111 = $dbh->prepare("create table <schema>.new_route_network (teatlas_id integer, internal_id integer, the_geom
geometry)");
$sth4111->execute();

$sth14 = $dbh->prepare("select teatlas_id, internal_id, astext(the_geom) as the_geom from <schema>.<netzwerk> ");
$sth14->execute();

while(my $refc = $sth14->fetchrow_hashref()) {
    $a = $refc->{'teatlas_id'};
    $b = $refc->{'internal_id'};
    $c = $refc->{'the_geom'};

$sth15 = $dbh->prepare("insert into <schema>.new_route_network (teatlas_id, internal_id, the_geom) values
('".$a."','".$b."',ST_setSRID(st_GeomFromText('".$c."'),31467)));");
$sth15->execute();

}#end of while

print "\n Es wurden ".$szPoints." Punkte mit Start-/Zielpunkten von Linien verbunden";
print "\nProgramm beendet";
print "\n";

```

Anhang 4

Perl-Skript zur Routenberechnung


```
#!/usr/bin/perl

# load module

use DBI;
use Graph;

#use BSD::Resource;
#setrlimit(get_rlimits()->{RLIMIT_VMEM}, 1_000_000_000, -1) or die; 1;

#Parameters

#database connection string
$dbh = DBI->connect("DBI:Pg:<dbname=<db name>;host=<db host>", "<user id>", "<user pwd>", {'RaiseError' => 1});

#database table with start points <schema>.<table>
$startPoints = "<schema>.<start_points>";

#network node id column of start points
$startPointsNodeID = "<node id start points>";

#geometry column of start points table
$startPointsGeom = "<geometry column start points>";

#database table with ziel points <schema>.<table>
$zielPoints = "<schema>.<zielpoints>";

#network node id column of ziel points
$zielPointsNodeID = "<node id zielpoints>";

#geometry column of ziel points table
$zielPointsGeom = "<geometry column ziel points>";

#database table with route network <schema>.<table>
$netzwerk = "<schema>.<netzwerk>";

#sources of single lines in network
$sourceColumn = "<source column network>";

#target of single lines in network
$targetColumn = "<target column network>";

#cost column in network
$costColumn = "<cost column network>";

#initial search radius
$startRadius = 1500;

#is added to radius if no feature is found until features are found
$radiusIncrement = 1500;

#radius to stop search of targets if no targets are found
$stopRadius = 150000;

#database table for output <schema>.<table>
$result = "<schema>.<table>";

#database table for status table <schema>.<table>
$status = "<schema>.<table>";

#####
#read whole network yes: 1; no: 0

$readWhole = 0;

#Categories for which acessibility shall be calculated, (must correspond to field #r_kategorie in target points table
```

```

@kat=(
<"cat2", "cat2">
);

#####
#MAIN
#####
#DO NOT ALTER THE LINES BELOW UNLESS YOU KNOW EXACTLY WHAT #YOU ARE DOING
#####
#important for child process handling in order to prevent zombie processes !!!

sub sigchldHandler { wait(); }

$SIG{CHLD} = \&sigchldHandler;

#####

foreach $cat (@kat) {
createOutput();
}

print "\nOutput tables created...";
print "\n";

if ($readWhole == 1) {
print "\nLese gesamtes Netzwerk in Speicher ein. Wenn der Arbeitsspeicher des Rechners zu klein ist Netzwerk in Teilen
einlesen...";
print "\n.";
readWholeNetwork();
$graph->SPT_Dijkstra_clear_cache;
print "\nNetzwerk komplett in Arbeitsspeicher eingelesen";
print "\n";
};

$ki = 0;
undef $cat;
foreach $cat (@kat) {

my $pid = fork();

if (0 == $pid) {
$dbh = DBI->connect("DBI:Pg:dbname=routing;host=localhost", "postgres", "postgres", { 'RaiseError' => 1 });
print "\n_____";
print "\n\nBearbeite Kategorie < ".$cat.">...";
print "\n";

$kiValue = $ki - 1;

if ($ki > 0) {
$sth002 = $dbh->prepare("update ".$status."_".$cat." set aktion = 'einlesen' where aktion = ".$kat[$kiValue].""");
$sth002->execute();
$sth002->finish();
}

$sth003 = $dbh->prepare("update ".$status."_".$cat." set aktion = ".$cat." where aktion = 'einlesen'");
$sth003->execute();
$sth003->finish();

print "\nRouting gestartet...lese Source, Target Informationen ein. Dies kann eine Weile dauern. ".$cat;
print "\n";
}

```

```
AddSourceTarget();

print "\nSource, Target Informationen in Speicher eingelesen, starte Routing...Lese Graphen ein... ".$cat;
print "\n";

StartRouting();

$ki++;
exit(0);
}#end of if
if(not defined $pid) {print "\nCould not fork: $!";}

} #end of foreach

print "\nFinished.";

$dbh->disconnect();

#exec('shutdown -P -h +5760');

#####
sub createOutput {

eval{
    $sth0 = $dbh->prepare("drop table ".$result."_".$cat);
    $sth0->execute();
    $sth0->finish();
};#end of eval

eval {
    $sth01 = $dbh->prepare("drop table ".$status."_".$cat);
    $sth01->execute();
    $sth01->finish();
};#end of eval

    $sth02 = $dbh->prepare("create table ".$result."_".$cat."(source_id numeric, target_id numeric, cost numeric, r_kategorie
text)");
    $sth02->execute();
    $sth02->finish();

    $sth03 = $dbh->prepare("create table ".$status."_".$cat."(wert numeric, aktion text)");
    $sth03->execute();
    $sth03->finish();

    $sth04 = $dbh->prepare("insert into ".$status."_".$cat." (wert, aktion) values (0,'einlesen')");
    $sth04->execute();
    $sth04->finish();

    $sth05 = $dbh->prepare("insert into ".$status."_".$cat." (wert, aktion) values (0,'berechnen')");
    $sth05->execute();
    $sth05->finish();

} #end of sub createOutput

#####
sub readWholeNetwork {

print "\nLese gesamtes Netzwerk ein...";
print "\n";

undef $graph;
$graph = Graph::Undirected-> new;

$sth2 = $dbh->prepare("select ".$sourceColumn." as source_id, ".$targetColumn." as target_id, ".$costColumn." as cost from
".$netzwerk);
    $sth2->execute();
```



```

while( $refa = $sth2->fetchrow_hashref() ) {

    $source_ida= $refa->{'source_id'};
    $target_ida= $refa->{'target_id'};
    $costa= $refa->{'cost'};

    $graph->add_weighted_edge($source_ida, $target_ida, $costa);
}#end of while

$sth2->finish();

}#end of sub readWholeNetwork
#####
sub AddEdges {

undef $graph;
$graph = Graph::Undirected-> new;

    $source_id_start = $key;

    $sth = $dbh->prepare("select ".$sourceColumn." as source_id, ".$targetColumn." as target_id, ".$costColumn." as cost from
(select ".$startPointsNodeID.", st_buffer(".$startPointsGeom.", ".$searchRadius.") as the_geom from ".$startPoints." where
".$startPointsNodeID."=".$source_id_start.") a inner join ".$netzwerk." b on a ".$startPointsGeom." &&
b ".$zielPointsGeom);

    $sth->execute();

    while( $refa = $sth->fetchrow_hashref() ) {

        $source_ida= $refa->{'source_id'};
        $target_ida= $refa->{'target_id'};
        $costa= $refa->{'cost'};

        $graph->add_weighted_edge($source_ida, $target_ida, $costa);
    }#end of while

for (keys %$refa)
{
    delete $hrefa->{$_};
}

eval{
$sth->finish();
};
} #end sub AddEdges

#####
#AddSourceTarget

sub AddSourceTarget {

    $sth0 = $dbh->prepare("select count(*) as count from $zielPoints where r_kategorie =".$cat."");
    $sth0->execute();

    while( $refc = $sth0->fetchrow_hashref() ) { $kexists = $refc->{'count'}; print "\nKey Exists: ".$kexists; print "\n"; }

    $sth0->finish();

if($kexists > 0) {

    $sth1 = $dbh->prepare("select distinct(".$startPointsNodeID.") as source_id from ".$startPoints);
    $sth1->execute();

    print "\nSource ID's gelesen...ermittle Zielpunkte für Sources...dies kann einige Zeit dauern... ".$cat;
}
}

```

```

    print "\n";

%HoA=();

$countStart=1;
$overallTargets=0;
while( $refc = $sth1->fetchrow_hashref() ) {

    $hashKey = $refc->{'source_id'};
    $stestRadius=0;
    $radius = $startRadius;
    $stest = 0;

    while($stest < 1) {
$sth2 = $dbh->prepare("select distinct b.\"ZielPointsNodeID.\" as target_id from (select \".$startPointsNodeID.\",
st_buffer(\".$startPointsGeom.\", \"$radius.\") as the_geom from \".$startPoints.\" where \".$startPointsNodeID.\"=\"$hashKey.\") a
inner join \".$zielPoints.\" b on a.\".$startPointsGeom.\" && b.\".$zielPointsGeom.\" where b.r_kategorie=\"$scat.\"");
    $sth2->execute();

    @valuesArray=();

        while( $refk = $sth2->fetchrow_hashref() ) {
            $target_idk = $refk->{'target_id'};

            # print "\nSource: \"$hashKey.\" Target: \"$target_idk.\" Radius: \"$radius;
            # if ($target_idk > 0) {print "\nSource: \"$hashKey.\" Target: \"$target_idk.\" Radius: \"$radius;}

                push(@valuesArray, $target_idk);
            $overallTargets++;
        }#end of while
    for (keys %$refk)
    {
        delete $hrefk->{$_};
    }

    $sth2->finish();

    if(@valuesArray >2) {$stest=1;}
    elsif($radius > $stopRadius) {$stest=1;}
    else {$radius = $radius + $radiusIncrement;}

    # if ($stest == 1) {print "\n\".$scat.\" Source: \"$hashKey.\" Nr. Targets: \".@valuesArray.\" Radius: \"$radius.\" Test:
\".$stest;}

    }#end of while

if($radius <= $stopRadius+$radiusIncrement) {
    $radius=$radius+1000;
    unshift(@valuesArray, $radius);

    if ($radius > $stestRadius) {$stestRadius = $radius;}

    @{$HoA{$hashKey}}=@valuesArray;
} #end of if

$wert = keys %HoA;
$sth3=$dbh->prepare("update \".$status.\"_\".$scat.\" set wert =\".$wert.\" where aktion = \".$scat.\"");
$sth3->execute();
$sth3->finish;

```

```

$countStart++;
}#end of while

}#end of if kexists
else {print "\nZielkategorie ".$k." existiert nicht im Datensatz."; print "\n"};

print "\nZielpunkte im Umkreis von maximal $stopRadius Metern für $countStart Startpunkte ermittelt. ".$cat;
print "\n";

for (keys %$refc)
{
    delete $hrefc->{$_};
}

$sth1->finish();

$nrc = keys %HoA;
print "\n".$nrc." Startpunkte(sources) wurden eingelesen. Insgesamt wird zu ".$overallTargets." Zielen geroutet; Maximaler
Radius: ".$testRadius.". ".$cat;
print "\n";
} #end of sub AddSourceTarget
#####
sub StartRouting {

my $nrc = keys %HoA;

$k=1;
undef $key;
foreach $key (keys %HoA)
{

    undef @values;
    @values = @{$HoA{$key}};
    $searchRadius = shift(@values);

    $nrToRoute = @values;

    %hash;
    $hash{'source'} = $key;
    $hash{'cost'}="NN";

    if ($readWhole == 0) {AddEdges();} #end of if

    else {print "whole graph is used for calculation...May take a lot of time for big networks and only makes sense for small
networks!"; print "\n";}

    foreach $value (@values) {

        $graph->SPT_Dijkstra_clear_cache;
        @path=();

        if ($readWhole == 0) {
            #print "\nGraph: \n".$graph;
            #print "\nFrom : ".$key;
            #print "\nTo: ".$value;

            @path = $graph->SP_Dijkstra($key,$value);
        } #end of if

        else {
            #print "\nGraph: \n".$subgraph;

```

```

#print "\n";
#@path = $subgraph->SP_Dijkstra($key,$value);
@path = $graph->SP_Dijkstra($key,$value);
} #end of else

    $nrVertices = @path;

    $counter=0;

    while ($counter < $nrVertices) {

        $vertex1 = shift(@path);
        $vertex2 = $path[0];

        $pathWeight=$graph->get_edge_weight($vertex1, $vertex2);

        $pathCost=$pathCost+$pathWeight;

        $counter=$counter+1;

    } #end of while ($counter < $nrVertices)

    if($hash{'cost'}=="NN" and $pathCost>0) {$hash{'cost'}=$pathCost;$hash{'target'}=$value;}

    elsif($pathCost > 0 and $pathCost < $hash{'cost'}) {
        $hash{'cost'} = $pathCost;
        $hash{'target'} = $value;

    }#end of elsif

    elsif ($pathCost =0 and $hash{'cost'} = "NN") {$hash{'cost'}= "not connected to target";$hash{'target'}=$value;}

#####end shortest path
    $pathCost=0;

}#end of foreach $value

#write cost of shortest route back to database

    if($hash{'cost'} != 'NN') {

        $sth2= $dbh->prepare("insert into ".$result."_".$cat." (source_id, target_id, cost, r_kategorie) values
        (".$hash{'source'}.", ".$hash{'target'}.", ".$hash{'cost'}.", ".$cat."");
        $sth2->execute();

        $sth2->finish;

    }#end of if

$nr2 = keys %HoA;

    $sth10=$dbh->prepare("update ".$status."_".$cat." set wert = ".$k." where aktion='berechnen'");
    $sth10->execute();
    $sth10->finish;

$k=$k+1;

}#end of foreach $key

}#end sub StartRouting

```


Anhang 5

BBSR-Kreistypen 2009

Die siedlungsstrukturellen Kreistypen des BBSR 2009 (vgl. Abbildung A 2) dienen dem intra-regionalen Vergleich. Dabei wird zwischen „Kernstädten“, definiert als kreisfreie Städte mit mehr als 100.000 Einwohnern und sonstigen Kreisen bzw. Kreisregionen (kreisfreie Städte < 100.000 Einwohner inkl. ihrem Umland) unterschieden. Außerhalb der Kernstädte dienen hauptsächlich die Bevölkerungsdichte sowie die Lage im siedlungsstrukturellen Regionstyp als Typisierungsmerkmale. Durch Einbeziehung der Lage im siedlungsstrukturellen Regionstyp soll berücksichtigt werden, dass Lebensbedingungen in den Kreisen sowie die Entwicklung der Kreise u. a. wesentlich von der Struktur und Entwicklung der Region bzw. des Regionstyps in dem der Kreis liegt abhängt. Den 9 Kreistypen des BBSR liegen konkret folgende Abgrenzungskriterien zugrunde (vgl. BBSR, 2009b):

Regionsgrundtyp 1: Agglomerationsräume

Kreistyp 1: Kernstädte

Kreisfreie Städte über 100.000 Einwohner

Kreistyp 2: Hochverdichtete Kreise

Kreise mit einer Dichte über 300 Einwohner/km²

Kreistyp 3: Verdichtete Kreise

Kreise mit einer Dichte über 150 Einwohner/km²

Kreistyp 4: Ländliche Kreise

Kreise/Kreisregionen mit einer Dichte unter 150 Einwohner/km²

Regionsgrundtyp 2: Verstädterte Räume

Kreistyp 5: Kernstädte

Kreisfreie Städte über 100.000 Einwohner

Kreistyp 6: Verdichtete Kreise

Kreise/Kreisregionen mit einer Dichte über 150 Einwohner/km²

Kreistyp 7: Ländliche Kreise

Kreise/Kreisregionen mit einer Dichte unter 150 Einwohner/km²

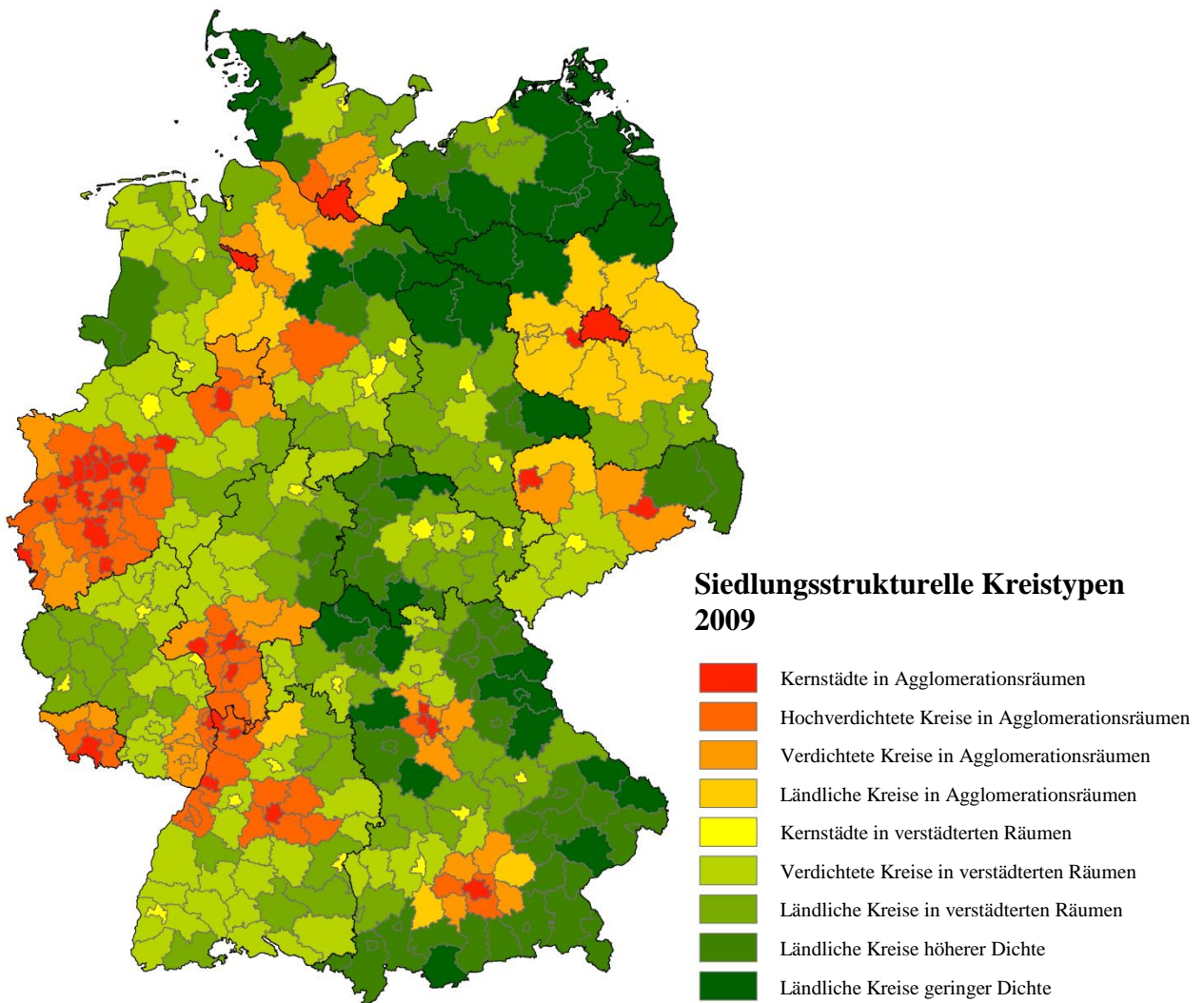
Regionsgrundtyp 3: Ländliche Räume

Kreistyp 8: Ländliche Kreise höherer Dichte

Kreise/Kreisregionen mit einer Dichte über 100 Einwohner/km²

Kreistyp 9: Ländliche Kreise geringerer Dichte

Kreise/Kreisregionen mit einer Dichte unter 100 Einwohner/km²

Abbildung A 2: Siedlungsstrukturelle Kreistypen 2009 des BBSR

Quelle: Eigene Darstellung; Daten: BBSR.

Verzeichnis der Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie ab 2010

- Nr. 01/2010 Plankl R, Weingarten P, Nieberg H, Zimmer Y, Isermeyer F, Krug J, Haxsen G:
Quantifizierung „gesellschaftlich gewünschter, nicht marktgängiger Leistungen“ der Landwirtschaft
- Nr. 02/2010 Steinrück B, Küpper P:
Mobilität in ländlichen Räumen unter besonderer Berücksichtigung bedarfsgesteuerter Bedienformen des ÖPNV
- Nr. 03/2010 Tietz A:
Auswirkungen von Health Check und EU-Konjunkturprogramm auf die ländlichen Entwicklungsprogramme der deutschen Bundesländer
- Nr. 04/2010 Becker H, Strohm-Lömpcke R:
Wohnortnahe Grundschulversorgung in ländlichen Räumen – Rahmenbedingungen und Gestaltungsmöglichkeiten
- Nr. 05/2010 Rothe A, Osterburg B:
Entwicklung der Biogasproduktion in Niedersachsen und Auswirkungen auf die Flächennutzung
- Nr. 06/2010 Friedrich C:
Milchverarbeitung und -vermarktung in Deutschland – eine deskriptive Analyse der Wertschöpfungskette
- Nr. 07/2010 Kleinhanß W, Offermann F, Ehrmann M:
Evaluation of the Impact of Milk quota – Case Study Germany
- Nr. 08/2010 Wolter M, Schierholz F, Lassen B:
Künftige Veränderungen in der Lieferantenstruktur einer Molkerei an drei Standorten – Ergebnisse einer Befragung
- Nr. 09/2010 Strohm K:
Stoffstromanalyse des deutschen Biokraftstoffsektors für das Jahr 2007
- Nr. 10/2010 Margarian A:
Methodische Ansätze zur Quantifizierung der Arbeitsplatzeffekte von Maßnahmen zur ländlichen Entwicklung

- Nr. 11/2010 Margarian A:
Gewinnentwicklung und Betriebsaufgabe in der Landwirtschaft: Angebots-
effekte, Nachfrageeffekte und regionale Heterogenität
- Nr. 12/2010 Deumelandt F, Lassen BJ, Schierholz F, Wagner P:
Entwicklungstendenzen der Milchproduktion in Schweden – Ergebnisse ei-
ner Befragung von Milcherzeugern
- Nr. 01/2011 Mehl P:
Das agrarsoziale Sicherungssystem in Frankreich. Zentrale Merkmale und
Entwicklungen aus der Perspektive der landwirtschaftlichen So-
zialversicherung in Deutschland
- Nr. 02/2011 Kriehn C:
Erwerbstätigkeit in den ländlichen Landkreisen in Deutschland seit 1995
- Nr. 03/2011 Plankl R:
Finanzielle Staatshilfen für den Agrarsektor und deren regionale Verteilung
- Nr. 04/2011 Peter G:
Gemeinschaftliche Absatz- und Exportförderung für Agrarerzeugnisse und
Lebensmittel in Österreich und den USA
- Nr. 05/2011 von Ledebur O, Schmitz J:
Preisvolatilität auf landwirtschaftlichen Märkten
- Nr. 06/2011 Klepper R:
Energie in der Nahrungsmittelkette
- Nr. 07/11 Kleinhanß W, Offermann F, Butault JP (INRA), Surry Y:
Cost of production estimates for wheat, milk and pigs in selected EU mem-
ber states
- Nr. 08/11 Grajewski R:
Ländliche Entwicklungspolitik ab 2014. Eine Bewertung der Verordnungs-
vorschläge der Europäischen Kommission vom Oktober 2011.
- Nr. 01/12 Margarian A:
The relation between agricultural and non-agricultural economic develop-
ment: Technical report on a empirical analysis of European regions

- Nr. 02/12 Plankl R:
Regionale Verteilung raumwirksamer finanzieller Staatshilfen im Kontext regionalwirtschaftlicher Entwicklung
- Nr. 03/12 Kleinhanß W, Junker F:
Analyse und Abschätzung des Biomasse-Flächennutzungspotentials
- Nr. 04/12 Forstner B, Deblitz C, Kleinhanß W, Nieberg H, Offermann F, Röder N, Salamon P, Sanders J, Weingarten P:
Analyse der Vorschläge der EU-Kommission vom 12. Oktober 2011 zur künftigen Gestaltung der Direktzahlungen im Rahmen der GAP nach 2013
- Nr 05/12 Tietz A, Bathke M, Osterburg B:
Art und Ausmaß der Inanspruchnahme landwirtschaftlicher Flächen für außerlandwirtschaftliche Zwecke und Ausgleichsmaßnahmen
- Nr 06/12 Strohm K, Schweinle J, Liesebach M, Osterburg B, Rödl A, Bau S, Nieberg H, Bolte A, Walter K:
Kurzumtriebsplantagen aus ökologischer und ökonomischer Sicht
- Nr 07/12 Efken J, Banse M, Dieter M, Dirksmeyer W, Ebeling M, Fluck K, Hansen H, Kreins P, Seintsch B, Schweinle J, Strohm K, Weimar H:
Volkswirtschaftliche Bedeutung der biobasierten Wirtschaft in Deutschland
- Nr 08/12 Heidecke C, Wagner A, Kreins P:
Entwicklung eines Instrumentes für ein landesweites Nährstoffmanagement in Schleswig-Holstein
- Nr 09/12 Neumeier S:
Modellierung der Erreichbarkeit von Straßentankstellen