

Tabelle 3.6: Hinterlegte Parameter in HEAT, nach (WHO 2014, S. 18)

Nicht-motorisierte-Verkehrsart	Anwendbare Altersgruppe	Relatives Risiko (RR)	Bezugsgröße*	Obergrenze
Fußverkehr	20 bis 74 Jahre	0,89 (KI: 0,83 - 0,96)	168 Minuten/Woche	30% (458 Minuten/Woche)
Radverkehr	20 bis 64 Jahre	0,90 (KI: 0,87 - 0,94)	100 Minuten/Woche	45% (450 Minuten/Woche)

Konfidenzintervall (KI) = 95%

* die Bezugsgröße im Fußverkehr basiert auf 168 min. pro Woche bei 4,8 km/h, im Radverkehr auf 100 min. pro Woche bei 14 km/h

Das Sterberisiko reduziert sich demnach in Abhängigkeit der Dauer der körperlichen Aktivität. In HEAT ist das reduzierte Mortalitätsrisiko für Radfahrer auf maximal 45% (458 Minuten pro Woche) und für Fußgänger auf maximal 30% (450 Minuten pro Woche) beschränkt. Aufbauend auf den reduzierten Sterberisiken wird unter der Berücksichtigung der *Mortalitätsrate* der Bevölkerung statistisch reduzierte Todesfälle durch die aktive Fortbewegung im nicht-motorisierten Verkehr abgeschätzt. Die *Mortalitätsrate* (Sterberate) ist ein Begriff aus der Demografie und ist definiert als die Anzahl der Todesfälle bezogen auf die Gesamtanzahl der Bevölkerung in einem bestimmten Zeitraum. In der vorliegenden Studie werden folgende Mortalitätsraten der berücksichtigten Altersgruppen eingesetzt (vgl. (Statistisches Bundesamt 2010)):

- Fußverkehr: 20 bis 74-Jährige in Deutschland; 501,45 Todesfälle pro 100.000 Einwohner und Jahr,
- Radverkehr: 20 bis 64-Jährige in Deutschland; 266,55 Todesfälle pro 100.000 Einwohner und Jahr.

Die so ermittelte Anzahl an „reduzierten Todesfällen“ wird anschließend auf Basis des empfohlenen „Value of Statistical Life“ von (Korzhenevych et al. 2014), analog zur Schätzung der immateriellen Kosten je Todesfall bei den Unfallkosten mit 1,7 Mio. EUR bewertet. Im Ergebnis wird der externe Gesundheitsnutzen im nicht-motorisierten Verkehr, differenziert für den Fuß- und Radverkehr der städtischen Bevölkerung ausgewiesen. Tabelle 3.7 zeigt das Ergebnis der Monetarisierung der gesundheitlichen Wirkungen durch zu Fuß Gehen und Tabelle 3.8 das Ergebnis der Monetarisierung der gesundheitlichen Wirkungen durch Fahrradfahren in Kassel.

Tabelle 3.7: Ergebnis der Monetarisierung der gesundheitlichen Wirkungen durch zu Fuß Gehen der Bevölkerung in der Stadt Kassel

Größe	Wert
Bevölkerung in der Altersgruppe 20 bis 74 Jahre [-]	144.359
Anteil des Fußverkehrs am Modal-Split [%]	31%
Wöchentliche Dauer zu Fuß* [min./Woche]	154,2
Reduziertes Mortalitätsrisiko [%]	10,1%
Verhinderte Todesfälle [-]	73
Nutzen [Mio. EUR/a]	124,2

* berechnet aus der mittleren Wegehäufigkeit, dem Modal-Split und der mittleren Dauer eines Weges

Tabelle 3.8: Ergebnis der Monetarisierung der gesundheitlichen Wirkungen durch Fahrradfahren der Bevölkerung in der Stadt Kassel

Größe	Wert
Bevölkerung in der Altersgruppe 20 bis 64 Jahre [-]	125.686
Anteil des Radverkehrs am Modal-Split [%]	11%
Wöchentliche Dauer mit dem Fahrrad* [min./Woche]	54,7
Reduziertes Mortalitätsrisiko [%]	5,5%
Verhinderte Todesfälle [-]	18
Nutzen [Mio. EUR/a]	31,2

* berechnet aus der mittleren Wegehäufigkeit, dem Modal-Split und der mittleren Dauer eines Weges

Durch das zu Zufußgehen der Bevölkerung in Kassel wird das Sterberisiko im Durchschnitt um ca. 10% und das durch das Radfahren um ca. 5% reduziert (siehe Tabelle 3.7 und Tabelle 3.8). Im Ergebnis zeigt die Anwendung des HEAT-Ansatzes, dass in der Stadt Kassel ein jährlicher Gesundheitsnutzen in Höhe von ca. 155 Mio. EUR durch den nicht-motorisierten Verkehr entsteht, wovon 124,2 Mio. EUR (80%) auf den Fußverkehr und 31,2 Mio. EUR (20%) auf den Radverkehr entfallen (siehe Tabelle 3.7 und Tabelle 3.8).

3.7 Zusammenfassung der monetarisierten externen Wirkungen

Für einen vollständigen ökonomischen Vergleich der städtischen Verkehrsarten wurden neben den direkten finanziellen Wirkungen auch die wesentlichen externen ökonomischen Wirkungen des städtischen Verkehrs berücksichtigt. Dabei wurden die aus ökonomischer und verkehrspolitischer Sicht bedeutenden und allokatonsrelevanten externen Wirkungen des städtischen Verkehrs, basierend auf methodische Empfehlungen und Erkenntnissen aus der einschlägigen Literatur, monetarisiert und den Verursachern zugeordnet.

Ein Überblick über die zentralen Ergebnisse, differenziert nach den betrachteten externen Effekten und Verkehrsarten, ist in Tabelle 3.9 dargestellt.

Tabelle 3.9: Überblick über die zentralen Ergebnisse der monetarisierten externen Wirkungen, differenziert nach Verkehrsart in der Stadt Kassel (Preisstand 2016)

	Lkw- Verkehr (Fzg. > 3,5 t zGG)	Pkw- Verkehr (Fzg. ≤ 3,5 t zGG)	ÖPNV**	Fuß- verkehr	Rad- verkehr	Gesamt	Anteil
Unfallkosten* [Mio. EUR/a]	2,1	28,0	1,4	2,5	3,6	42,1*	44%
Luftverschmutzungskosten [Mio. EUR/a]	4,0	11,9	0,8	---	---	16,7	17%
Klimakosten [Mio. EUR/a]	3,7	26,1	0,7	---	---	30,5	32%
Lärmbelastungskosten [Mio. EUR/a]	1,6	3,8	1,5	---	---	6,9	7%
Externe Kosten Gesamt [Mio. EUR/a]	11,4	69,8	4,4	2,5	3,6	96,2*	100%
Externe Kosten pro Einwohner [EUR/EW·a]	55	341	22	12	18	469	---
Anteil externe Kosten [%]	12%	73%	5%	3%	4%	100%	---
Nutzen im NMV [Mio. EUR/a]	---	---	---	124,2	31,2	155,4	---
Nutzen im NMV pro Einwohner [EUR/EW·a]	---	---	---	606	152		---

* inkl. mot. Zweiräder (Kraftrad, Motorroller, Mofa etc.) und Sonstige (Eisenbahn, Zugmaschine, nicht klassifizierbare Kfz, etc.)

** Straßenbahn und Linienbus

Im Ergebnis zeigt die Monetarisierung, dass in der Stadt Kassel insgesamt jährlich mittlere externe Kosten in Höhe von 96,2 Mio. EUR (ca. 469 EUR/EW) durch den städtischen Verkehr verursacht werden (siehe Tabelle 3.9). Aus diesen Ergebnissen wird deutlich, dass die externen Kosten eine bedeutende Größenordnung einnehmen. Bild 3.5 verdeutlicht diese Größenordnung und zeigt gleichzeitig die Anteile der Verkehrsarten.

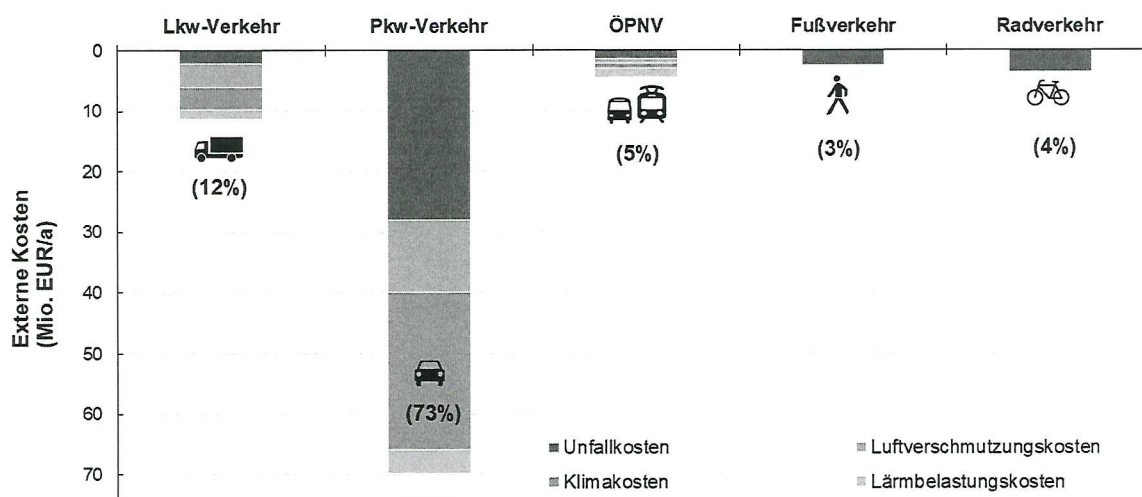


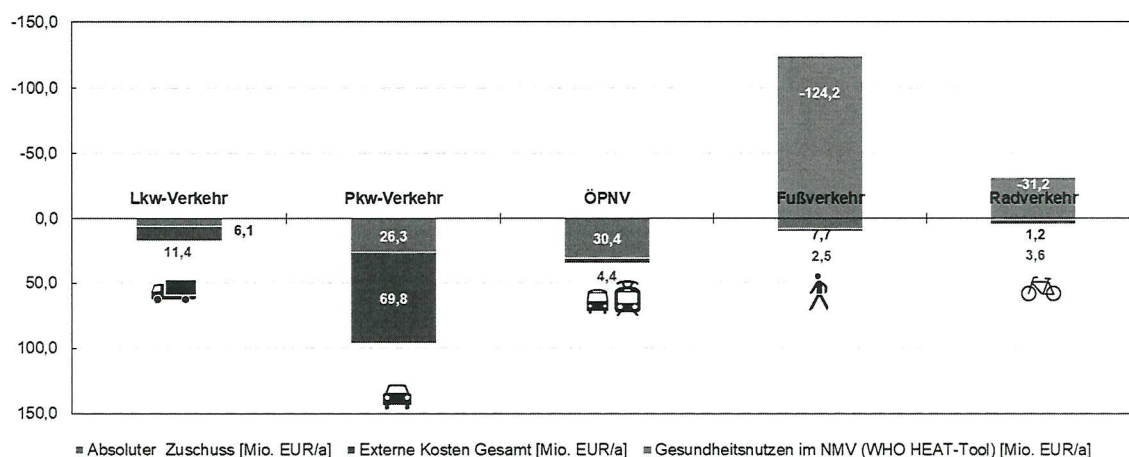
Bild 3.5: Überblick über die Ergebnisse der externen Kosten, differenziert nach Verkehrsart in der Stadt Kassel

4 Zusammenfassung und Ausblick

Die vorliegende Studie liefert einen verkehrsmittelübergreifenden Überblick über die ökonomischen Wirkungen des städtischen Verkehrs in der Stadt Kassel. Die Ergebnisse schaffen eine Kostentransparenz, die sowohl bei Mittelzuweisungen und Investitionen für verschiedene Verkehrsarten als auch im Rahmen von Beteiligungsprozessen als Diskussions- und Entscheidungsgrundlage dienen kann. Darüber hinaus können die ermittelten Kennwerte für eine nachhaltige und effiziente Finanzierung des städtischen Verkehrs direkt als Zielindikatoren in der Stadtentwicklungs- und Verkehrsplanung eingesetzt werden. So kann beispielsweise als Indikator der jährliche Zuschuss für den Radverkehr pro Einwohner einem definierten Ziel gegenübergestellt werden. Ausgehend von dem Grundprinzip, dass jede Verkehrsart die Kosten decken sollte, die es verursacht, können auf Grundlage der Ergebnisse verursachergerechte und kostendeckende Gebühren für den Einsatz von fiskalpolitischen Instrumenten ermittelt werden.

Das Bild 4.1 stellt zusammenfassend das Ergebnis des ökonomischen Vergleichs der städtischen Verkehrsarten in Kassel dar. Hieraus wird deutlich, dass die externen Kosten des Lkw- und Pkw-Verkehrs an den gesamten „ungedeckten Kosten“ des städtischen Verkehrs (Summe aus absoluten Zuschuss und externe Kosten) einen deutlich hohen Anteil besitzen⁸. Der Überblick zeigt u.a., dass der städtische Pkw-Verkehr die höchsten „ungedeckten Kosten“ im städtischen Verkehr in Kassel verursacht (siehe Bild 4.1).

⁸ Anteil externe Kosten an den gesamten „ungedeckten Kosten“ je Verkehrsart:
- Lkw-Verkehr: 65%
- Pkw-Verkehr: 73%



	Lkw-Verkehr	Pkw-Verkehr	ÖPNV	Fußverkehr	Radverkehr
Absoluter Zuschuss [Mio. EUR/a]	6,1	26,3	30,4	7,7	1,2
Externe Kosten Gesamt [Mio. EUR/a]	11,4	69,8	4,4	2,5	3,6
Gesundheitsnutzen im NMV (WHO HEAT-Tool) [Mio. EUR/a]	0	0	0	-124,2	-31,2
„ungedekte“ Kosten (Nutzen) pro Jahr [Mio. EUR/a]	17,5	96,1	34,8	-114,0	-26,4
„ungedekte“ Kosten (Nutzen) pro Jahr und Einwohner [EUR/EW·a]	85	469	170	-556	-129

Bild 4.1: Überblick über die Ergebnisse des absoluten Zuschusses und der externen Kosten sowie Nutzen, differenziert nach Verkehrsart in der Stadt Kassel

Die Ergebnisse beziehen sich auf das Jahr 2019. Dabei stützen sich die erforderlichen Eingangsgrößen z.T. auf ältere Daten (u.a. Verkehrsstärken aus dem städtischen Verkehrsnachfragemodell). Durch die Integration von möglichst aktuellen Daten können bei einer zukünftigen Anwendung aktuellere Ergebnisse erzielt werden. Des Weiteren wird empfohlen, dass Bewertungsverfahren in zeitlich regelmäßigen Abständen einzusetzen, um so eine Aufbereitung von Zeitreihenanalysen zu ermöglichen. Auf dieser Basis können die Wechselwirkungen zwischen verkehrlichen Maßnahmen und Verkehrsnachfrage und den daraus resultierenden ökonomischen Wirkungen auf das Gesamtsystem „städtischer Verkehr“ über mehrere Jahre verdeutlicht werden.

Literaturverzeichnis

ARNOLD, Martin; HEDELER, Martin; WÖPPEL, Hans-Dieter; DAHME, Josefa (2008):

Hochrechnungsverfahren für Kurzzeitzählungen auf Hauptverkehrsstraßen in Großstädten. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik. Herausgeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr, Bonn. Wirtschaftsverlag NW, Verlag für Neue Wissenschaft. ISBN: 978-3- 86509-838-2. Bremerhaven.

BABISCH, Wolfgang (2006):

Transportation Noise and Cardiovascular Risk. Review and Synthesis of Epidemiological Studies Dose-effect Curve and Risk Estimation. WaBoLu-Hefte 01/06. Herausgeber: Umweltbundesamt. ISSN: 0175-4211. Berlin.

BAUM, Herbert; KRANZ, Thomas; WESTERKAMP, Ulrich (2010)

Volkswirtschaftliche Kosten durch Straßenverkehrsunfälle in Deutschland. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen. Mensch und Sicherheit, Heft M 208. Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt). Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH. ISBN: 978-3-86918-038-0. Bremerhaven.

BECKER, Udo J.; GERIKE, Regine; RAU, Andreas; ZIMMERMANN, Frank (2002)

Ermittlung der Kosten und Nutzen von Verkehr in Sachsen. Hauptstudie, Abschlussbericht, Lehrstuhl für Verkehrsökologie, Technische Universität Dresden. Dresden.

BICKEL, Peter; FRIEDRICH, Rainer (2005)

ExternE. Externalities of Energy. Methodology 2005 update. Europäische Kommission (Sustainable energy systems 21951). Office for Official Publications of the European Communities. ISBN: 92-79-00423-9. Luxembourg.

DIN EN 13201

Straßenbeleuchtung Teil 1: Auswahl der Beleuchtungsklassen bis Teil 5: Energieeffizienzindikatoren. Berlin.

ECOPLAN und INFRAS (2014)

Externe Effekte des Verkehrs 2010. Monetarisierung von Umwelt-, Unfall- und Gesundheitseffekten. Schlussbericht. Auftraggeber: Bundesamt für Raumentwicklung (ARE). Bern, Zürich, Altdorf.

EntflechtG

Gesetz zur Entflechtung von Gemeinschaftsaufgaben und Finanzhilfen. Entflechtungsgesetz vom 5. September 2006 (BGBl. I S. 2098, 2102), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 1. Dezember 2016 (BGBl. I S. 2755) geändert worden ist.

EU-Richtlinie 2002/49/EG

Richtlinie 2002/49/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm.

EU-Richtlinie 2011/76/EU

Richtlinie 2011/76/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 27. September 2011 zur Änderung der Richtlinie 1999/62/EG über die Erhebung von Gebühren für die Benutzung bestimmter Verkehrswege durch schwere Nutzfahrzeuge.

GVFG

Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 28. Januar 1988 (BGBl. I S. 100), das zuletzt durch Artikel 463 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist.

HBEFA 3.3 (2017)

Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA). April 2017. INFRAS.

HBS (2015)

Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen. Ausgabe 2015. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV). FGSV-Verlag. ISBN: 978-3-86446-103-3. Köln.

HEINRICHS, Eckhart (2016)

Lärmsanierung auf kommunaler Ebene. In: Lärmschutz in der Verkehrs- und Stadtplanung: Handbuch Vorsorge, Sanierung, Ausführung . ISBN: 9783781219519, Kirschbaum Verlag, Bonn.

KORZHENEVYCH, Artem; DEHNEN, Nicola; BRÖCKER, Johannes; HOLTKAMP, Michael; MEIER, Henning; GIBSON, Gena; VARMA, Adarsh; COX, Victoria (2014)

Update of the Handbook on External Costs of Transport. Ricardo-AEA. DIW-econ, CAU Universität Kiel. Report for the European Commission DG MOVE. MOVE/D3/2011/571. Final Report. Didcot (UK).

MAIBACH, Markus; SCHREYER, Christoph; SUTTER, Daniel; VAN ESSEN, H. P.; BOON, B. H.; SMOKERS, R.; SCHROTEN, A.; DOLL, Claus; PAWLOWSKA, B.; BAK, M. (2007)

Handbook on estimation of external cost in the transport sector. Version 1.0. Produced within the study Internalisation Measures and Policies for All external Cost of Transport (IMPACT). CE Delft. Delft.

NEUMANN, Alexander (2016)

Ermittlung der externen Kosten des Verkehrs. Diplomarbeit an der Professur für Verkehrsökologie, TU Dresden (2014). In: Verkehrsökologische Schriftenreihe (2016), Nr. 3. ISSN: 2367-315X, TU Dresden, Lehrstuhl für Verkehrsökologie, Dresden.

NTZIACHRISTOS, Leonidas; BOULTER, Paul (2016)

Air pollutant emission inventory guidebook 2016. 1.A.3.b.vi Road transport: Automobile tyre and brake wear und 1.A.3.b.vii Road transport: Automobile road abrasion. Im Auftrag von EMEP und EEA.



PBefG

Personenbeförderungsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 8. August 1990 (BGBl. I S. 1690), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 14 des Gesetzes vom 20. Juli 2017 (BGBl. I S. 2808) geändert worden ist.

Polizeipräsidium Nordhessen (2020)

Verkehrsunfalldatenbank 2017 bis 2019 (EUSka-Version).

Regierungspräsidium Kassel (2020)

Lärmaktionsplan 3. Runde, Regierungspräsidium Kassel, Teilplan Ballungsraum Kassel, Mai 2020.

RStO (2012)

Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO). Ausgabe 2012. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV). FGSV-Verlag. ISBN: 9783864460210. Köln.

SAIGHANI, Assadollah (2020)

Bewertungsverfahren für einen ökonomischen Vergleich städtischer Verkehrssysteme. Dissertation am Fachbereich Bauingenieur- und Umweltingenieurwesen. Schriftenreihe Verkehr, Heft 33. Herausgeber: Institut für Verkehrswesen, Universität Kassel. ISBN: 978-3-7376-0895-4, DOI: <https://dx.doi.org/doi:10.17170/kobra-202009241843>, kassel university press, Kassel.

SCHUSTER, Falko (2011)

Kommunale Kosten- und Leistungsrechnung: Controllingorientierte Einführung mit Bezügen zum NKF bzw. NKR (Managementwissen für Studium und Praxis). 3. Auflage. De Gruyter Oldenbourg. ISBN: 978-3486596885. Berlin.

SrV (2018)

„Mobilität in Städten – SrV 2018“ in Kassel, Technische Universität Dresden, Lehrstuhl Verkehrs- und Infrastrukturplanung. Dresden.

Statistisches Bundesamt (2010)

Genesis-Online Datenbank. Bevölkerungstand nach Altersgruppen in Deutschland (2010). Statistik der Sterbefälle (Anzahl) nach Altersgruppen (2010). Online: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>.

StVO

Straßenverkehrs-Ordnung vom 6. März 2013 (BGBl. I S. 367), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. Mai 2017 (BGBl. I S. 1282) geändert worden ist.

UBA (2007)

Ökonomische Bewertung von Umweltschäden. Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten. Stand: April 2007. Umweltbundesamt (UBA). Dessau-Roßlau.

**UBA (2012)**

Ökonomische Bewertung von Umweltschäden. Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten. Stand: August 2012. Umweltbundesamt (UBA). Dessau-Roßlau. Online verfügbar: http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/uba_methodenkonvention_2.0_-_2012_gesamt.pdf. Zuletzt geprüft am: 26.08.2016.

UBA (2014)

Schätzung der Umweltkosten in den Bereichen Energie und Verkehr. Empfehlungen des Umweltbundesamtes. Stand: August 2012, Aktualisiert: Februar 2014. Dessau-Roßlau.

UBA (2018)

Methodenkonvention 3.0 zur Ermittlung von Umweltkosten – Kostensätze. ISSN 1862-4804. With assistance of Dr. Astrid Matthey, Dr. Björn Bünger. Dessau-Roßlau.

VAN ESSEN, Huib; SCHROTEN, Arno; OTTEN, Matthijs; SUTTER, Daniel; SCHREYER, Christoph; ZANDONELLA, Remo; MAIBACH, Markus; DOLL, Claus (2011)

External Costs of Transport in Europe - Update Study for 2008. Publication code: 11.4215.50. CE Delft, INFRAS, Fraunhofer ISI. Delft.

WHO (2014)

Health economic assessment tools (HEAT) for walking and for cycling. Methodology and user guide, 2014 update. Kopenhagen.

Zensus (2011)

Ergebnisse des Zensus 2011. Gitterzellenbasierte Ergebnisse Bevölkerung und Wohnungen und Gebäude im 100 Meter-Gitter. Statistische Ämter des Bundes und der Länder. Online verfügbar: <https://www.zensus2011.de/DE/Home/Aktuelles/DemografischeGrunddaten.html>. Zuletzt geprüft am: 05.09.2018.