Mobilität in Deutschland – MiD

Mobilitätskennzahlen für Deutschland in kleinräumiger Gliederung

auf der Basis von modellgestützten Small Area-Schätzungen

eine Studie des:

Bundesministerium für Verkehr

durchgeführt von:

infas

in Kooperation mit:

DLR

IVT Research Daten Analysen Strategien

infas 360

Bericht für/eine Studie des:
Bundesministerium für Verkehr
Referat G 13 – Prognosen, Statistik und Sondererhebungen
Robert-Schuman-Platz 1
53175 Bonn
FE-Projektnummer VB600001

vorgelegt von:
infas Institut für angewandte
Sozialwissenschaft GmbH
Kurt-Schumacher-Straße 24
53113 Bonn

in Kooperation mit:
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.
Institut für Verkehrsforschung
Rudower Chaussee 7
12489 Berlin

IVT Research GmbH
Quadrat P 6, 16-19
68161 Mannheim

infas 360 GmbH
Ollenhauerstraße 1
53113 Bonn

Projekt:
7555, Bonn, November 2025
Version 1.0

Folgende Zitierweisen werden empfohlen:

Langform:
Bäumer, Marcus und Pfeiffer, Manfred (2025): Mobilitätskennzahlen für Deutschland in kleinräumiger Gliederung auf der Basis von modellgestützten Small Area-Schätzungen mit den Daten aus der Studie Mobilität in Deutschland 2023 (MiD).
Studie von infas, DLR, IVT Research und infas 360 im Auftrag des Bundesministers für Verkehr (FR-Nr VB600001).
Bonn, Berlin. www.mobilitaet-in-deutschland.de

Kurzform:
infas, DLR, IVT Research und infas 360 (2025):
Mobilität in Deutschland 2023 – Mobilitätskennzahlen für Deutschland in kleinräumiger Gliederung (im Auftrag des BMV)

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung 5
2. Small Area-Schätzmethoden: Kurzer Überblick 7
3. Small Area-Schätzung von Mobilitätskennzahlen auf der Basis von MiD-Daten 9
4. Ergebnisse 13
5. Zusammenfassende Einordnung der Ergebnisse 23

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Beschreibung der Variablen des Unit-Level-Modells 11

Tabelle 2 Schätz- und Testergebnisse für die festen Effekte des Unit-Level-Modells für die tägliche Wegezahl (Kreisebene) 13

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Schematische Darstellung des Unit-Level-Modells 10

Abbildung 2 Schätzung der mittleren täglichen Wegezahl 14

Abbildung 3 Schätzung der mittleren Tagesstrecke 15

Abbildung 4 Schätzung der Unterwegszeit pro Person (und Tag) 16

Abbildung 5 Schätzung der Mobilitätsquote 16

Abbildung 6 Schätzung des Anteils des Verkehrsmittels ÖV am Personenverkehrsaufkommen 17

Abbildung 7 Schätzung des Anteils des Verkehrsmittels ÖV an der Personenverkehrsleistung 17

Abbildung 8 Schätzung des Anteils des Verkehrsmittels MIV (Fahrer) am Personenverkehrsaufkommen 18

Abbildung 9 Schätzung des Anteils des Verkehrsmittels MIV (Fahrer) an der Personenverkehrsleistung 18

Abbildung 10 Schätzung des Anteils des Verkehrsmittels MIV (Mitfahrer) am Personenverkehrsaufkommen 19

Abbildung 11 Schätzung des Anteils des Verkehrsmittels MIV (Mitfahrer) an der Personenverkehrsleistung 19

Abbildung 12 Schätzung des Anteils des Verkehrsmittels Fahrrad am Personenverkehrsaufkommen 20

Abbildung 13 Schätzung des Anteils des Verkehrsmittels Fahrrad an der Personenverkehrsleistung 20

Abbildung 14 Schätzung des Anteils des Verkehrsmittels zu Fuß am Personenverkehrsaufkommen 21

Abbildung 15 Schätzung des Anteils des Verkehrsmittels zu Fuß an der Personenverkehrsleistung 21

1. Einführung

Im Rahmen der MiD 2023 soll durch den Einsatz von Small Area-Schätzmethoden die Genauigkeit der Schätzung von Verkehrskennzahlen für kleine Gebietseinheiten (Kreise/Gemeinden) verbessert werden. Solche Genauigkeitsverbesserungen lassen sich erreichen, wenn Hilfsmerkmale zur Verfügung stehen, die mit den Analysevariablen – hier Merkmale des individuellen Verkehrsverhaltens – korreliert sind.

Als Hilfsmerkmale bei der Small Area-Schätzung können beispielsweise soziodemographische und/oder ökonomische Merkmale herangezogen werden, wenn die Grundgesamtheitswerte dieser Merkmale auf der Ebene der kleinen Gebietseinheiten aus externen Quellen (wie z.B. der amtlichen Statistik) vorliegen.

Nach der pilothaften Anwendung von Small Area-Schätzungen in der MiD 2017 konnten nun im Rahmen der MiD 2023 eine breitere empirische Grundlage sowie zusätzliche exogene Hilfsmerkmale in die Modellierungen einbezogen werden. Gegenüber 2017 haben sich speziell durch den Zensus 2022 die datenmäßigen Voraussetzungen in Bezug auf deutschlandweit verfügbare Hilfsmerkmale deutlich verbessert.

Der vorliegende Bericht enthält die Ergebnisse der im Rahmen der MiD 2023 durchgeführten Small Area-Schätzung für ausgewählte Mobilitätskennziffern sowie eine Kurzbeschreibung der zugrunde liegenden Methodik. Ausführliche methodische Darstellungen und Literaturhinweise zum hier verwendeten Unit Level-Modell sowie zu Small Area-Verfahren im Allgemeinen finden sich in dem Paper „Regionalisierung von MiD-Ergebnissen“, welches im Rahmen der MiD 2017 entstanden ist.[1]

Wichtig zu erwähnen ist, dass es sich bei den Ergebnissen der vorliegenden Small Area-Schätzungen nicht um amtliche Daten handelt, sondern um Berechnungen von regional untergliederten Mobilitätskennziffern, welche mittels Modellschätzungen für alle Stadt- und Landkreise in Deutschland sowie für Gemeinden ab 10.000 Einwohnern auf Basis der aktuell verfügbaren Befragungsdaten und Hilfsinformationen aus externen Quellen einheitlich erzeugt wurden.

Mobilitätskennzahlen

Zentraler Erhebungsgegenstand der Befragung MiD 2023 sind Ortsveränderungen („Wege“) von Personen: Die in die Stichprobe gelangten Personen geben Auskunft über Anzahl und Eigenschaften ihrer an einem vorgegebenen Stichtag durchgeführten Wege. Ziel der Auswertung der so erhobenen Wegedaten ist die Bereitstellung von aktuellen Informationen über Umfang und Struktur des Personenverkehrs[2] der Wohnbevölkerung der Bundesrepublik Deutschland.

Das Massenphänomen Verkehr als räumlich, zeitlich und sachlich abgegrenzte Gesamtheit von Ortsveränderungen (hier: Wege von Personen) wird durch statistische Kennzahlen beschrieben, die Informationen über

– die Zahl der Wege sowie
– die Häufigkeitsverteilung von Wegemerkmalen[3]

in der betrachteten Wegegesamtheit beinhalten. Es liegt nahe, Kennzahlen der genannten Art als *Verkehrskennzahlen* zu bezeichnen.

Gebräuchliche Verkehrskennzahlen sind das Verkehrsaufkommen (Gesamtzahl der Wege), die Verkehrsleistung (Gesamtlänge der Wege) und der Modal Split (Aufgliederung der Gesamtzahl bzw. Gesamtlänge der Wege nach dem Merkmal „benutztes Verkehrsmittel“). Neben Totalwerten und Gliederungszahlen spielen bei der statistischen Beschreibung des Verkehrs auch Mittelwerte (z.B. mittlere Wegelänge) und Verhältniszahlen (z.B. Zahl der Wege pro Person und Tag) eine wichtige Rolle. Handelt es sich bei den betrachteten Ortsveränderungen wie im Fall der MiD 2023 um Wege von Personen, so werden Verkehrskennzahlen in Form von Mittelwerten, Anteilswerten und Verhältniszahlen häufig auch *Mobilitätskennzahlen* genannt.

Regionalisierung von Mobilitätskennzahlen

Im vorliegenden Forschungsbericht geht es um die räumliche Gliederung des Verkehrs, genauer des von der Wohnbevölkerung der Bundesrepublik Deutsch-

1 Bäumer, M., Hautzinger, H. und Pfeiffer, M. (2018): Mobilität in Deutschland 2017: Regionalisierung von MiD-Ergebnissen. https://www.mobilitaet-in-deutschland.de/archive/pdf/MiD2017_Bericht_Regionalisierung_MiD-Ergebnisse_Small_Area-Verfahren_1218.pdf

2 Eine sachlich, räumlich und zeitlich abgegrenzte Gesamtheit von Ortsveränderungen wird kurz „Verkehr“ genannt.

3 Typische Wegemerkmale sind Länge, Dauer, Zweck und benutztes Verkehrsmittel.

land generierten Personenverkehrs. Ein typisches Beispiel für eine solche räumliche Gliederung ist die Zerlegung der Gesamtheit der Einwohner nach dem Bundesland des Wohnortes der Person und die daraus resultierende Aufgliederung des gesamten Personenverkehrsaufkommens in bundeslandspezifische Verkehrsaufkommenswerte. Wird wie in obigem Beispiel eine statistische Kennzahl in räumlicher Differenzierung ermittelt bzw. ausgewiesen, so spricht man ganz allgemein von Regionalisierung der Kennzahl. Als Ergebnis der Regionalisierung erhält man Kennzahlen in räumlicher Gliederung.

Im Folgenden wird die statistische Schätzung von *Mobilitätskennzahlen in kleinräumiger Gliederung*, d.h. die Schätzung von Verkehrskennzahlen, die eine in räumlicher Hinsicht „eng" abgegrenzte Teilgesamtheit des Verkehrs beschreiben, behandelt. Solche Kennzahlen werden im Folgenden kurz *kleinräumige Mobilitätskennzahlen* genannt. Was unter „kleinräumig" konkret zu verstehen ist, hängt vom jeweiligen Untersuchungsgegenstand ab.

Im Kontext einer bundesweiten Mobilitätserhebung wie der MiD 2023 wird man von kleinräumiger Gliederung sicherlich schon dann sprechen, wenn es um die Schätzung des Verkehrsaufkommens oder der Verkehrsleistung der Einwohner der einzelnen Stadt- und Landkreise des Bundesgebiets geht. Demgegenüber beziehen sich bei der kommunalen Verkehrsplanung, wo das Planungsgebiet (Gemeinde und Umland) in viele kleine Teilgebiete („Verkehrszellen" oder „Zonen" genannt) unterteilt wird, kleinräumige Verkehrskennzahlen auf eben diese sehr viel kleineren Gebietseinheiten.

Im Rahmen der MiD 2023 werden kleinräumige Mobilitätskennzahlen prinzipiell nach dem Wohnortkonzept gebildet, Kennzahlen nach dem Verkehrsortkonzept sind nicht vorgesehen. Als „Weg" gelten dabei jeweils nur diejenigen Ortsveränderungen von Personen, welche auf dem Territorium der Bundesrepublik Deutschland stattfinden. Insofern wird bei den betreffenden Tabellierungen das Inlandsverkehrsaufkommen der Inländer dargestellt. Bei der Regionalisierung von Mobilitätskennzahlen werden die Inländer und damit auch ihre Wege derjenigen Gebietseinheit (z.B. Stadt-/Landkreis) zugeordnet, in welcher der Wohnort der Person liegt.

2. Small Area-Schätzmethoden: Kurzer Überblick

Problemhintergrund

Die statistische Schätzung kleinräumiger Mobilitätskennzahlen erfordert tiefere Aufgliederungen der Personen- und Wegestichprobe als dies im MiD-Schichtungskonzept vorgesehen ist. Hier besteht nun vielfach das Problem, dass eine *direkte* Schätzung der betreffenden Kennzahlen unter Verwendung klassischer stichprobentheoretischer Methoden (sog. *designbasierte* Methoden) aufgrund einer zu geringen Anzahl von Stichprobeneinheiten zu inakzeptabel hohen Standardfehlern führt. Der Grund für die hohen Standardfehler liegt darin, dass der Stichprobenumfang auf die Schätzung des Gesamttotalwerts bzw. der Schichttotalwerte ausgerichtet wird und der Stichprobenplan somit nur auf der übergeordneten Ebene die gewünschte Genauigkeit garantiert, während die Stichprobenumfänge in den Subpopulationen gering (manchmal sogar gleich Null) und im Fall von Unter-gruppen[1] überdies noch zufallsabhängig sind.

Um Kennzahlen von Verteilungen auch auf einer tieferen räumlichen[2] Gliederungsebene mit adäquater Präzision schätzen zu können, wurden in den statistischen Wissenschaften sogenannte *indirekte* Schätzverfahren entwickelt, welche zusätzlich zu den Stichprobendaten noch weitere, aus externen Quellen stammende Daten über die Subpopulationen nutzen. Beginnend in den 1980er Jahren wurden die indirekten Schätzmethoden in der statistischen Forschung zu expliziten *Small Area-Schätzmethoden* weiterentwickelt.

Methodische Ansätze

Während direkte Schätzmethoden ausschließlich auf den Stichprobendaten der jeweiligen „small area“ beruhen, bedienen sich indirekte Schätzmethoden geeigneter Hilfsinformationen, um die effektiv vorliegende Stichprobe anzureichern („borrowing strength“) und somit die Genauigkeit der Schätzung zu erhöhen. Mögliche Hilfsinformationen sind zum Beispiel Merkmalsausprägungen vergangener Perioden, Werte aus benachbarten oder übergeordneten Teilräumen und/oder Werte von Hilfsvariablen, die mit dem interessierenden Analysemerkmal korrelieren. Während sich direkte Schätzungen nur am Design der Stichprobe und den im Zusammenhang mit der Stichprobenauswahl verwendeten Informationen orientieren, treten bei indirekten Schätzungen bestimmte Annahmen über das Analysemerkmal sowie dessen Werte im Untersuchungsraum und seinen Teilgebieten hinzu.

Es gibt zwei Gruppen von indirekten Schätzmethoden, die sich im Hinblick auf die der Schätzung zugrunde liegenden Modellvorstellungen unterscheiden:

- Die traditionellen *impliziten* Schätzmethoden, bei denen es sich je nach Datenlage um synthetische oder zusammengesetzte Schätzer handelt. *Synthetische* Schätzer für kleine Gebietseinheiten gehen meist von Informationen über die jeweilige übergeordnete Raumeinheit aus und gliedern unter bestimmten zusätzlichen Annahmen den übergeordneten Gesamtwert auf die einzelnen kleinen Gebietseinheiten auf. *Zusammengesetzte* Schätzer für kleine Gebietseinheiten sind im Wesentlichen gewogene Durchschnitte von direkten und synthetischen Schätzern. Ein Vorteil der impliziten Schätzung liegt in ihrer relativen Einfachheit und der leichteren Kommunizierbarkeit der Methoden. Nachteilig ist, dass implizite Schätzmethoden tendenziell verzerrte Schätzungen liefern („design bias“), wobei die Verzerrung nicht unbedingt mit wachsendem Stichprobenumfang abnimmt.

- Die neueren *expliziten* Schätzmethoden basieren auf sog. „gemischten“ statistischen Modellen, die feste und zufällige Effekte enthalten, wobei Letztere der nicht erklärten Variation des Analysemerkmals zwischen den kleinen Gebietseinheiten, d.h. den zufälligen Unterschieden zwischen den „small areas“, Rechnung tragen (gemischte Modelle, Multi-Level-Modelle, verallgemeinerte lineare Modelle mit zufälligen Effekten). Die expliziten (modellbasierten) Small Area-Schätzmethoden gliedern sich in zwei Hauptgruppen, wobei es sich jeweils um zusammengesetzte Schätzer, bestehend aus einer direkten und einer synthetischen Komponente, handelt:

  - Im *Area-Level-Modell* wird auf der Ebene der klei-

1 Teilgesamtheiten, deren Elemente über mehrere Schichten des Auswahlplans verteilt sind.

2 Bei tieferen Untergliederungen nach sachlichen Merkmalen spricht man von „small domains“.

nen Gebietseinheiten der direkte Schätzer des Mittelwerts[3] des Analysemerkmals im Rahmen eines gemischten linearen Regressionsmodells mit geeigneten Hilfsvariablen verknüpft (z.B. Kreis-Ebene: mittlere Wegezahl je Einwohner und Tag in Abhängigkeit des Anteils der Erwerbstätigen an der Gesamtzahl der Einwohner).

– Demgegenüber wird im *Unit-Level-Modell* auf der Ebene der individuellen Analyseeinheiten ein Zusammenhang zwischen der Analysevariablen und entsprechenden erklärenden Variablen hergestellt (z.B. Personen-Ebene: tägliche Wegezahl einer Person in Abhängigkeit des binären Merkmals Erwerbstätigkeit der Person ja/nein).

– In beiden Fällen wird auf Basis des jeweiligen Modells und der auf Gebietsebene vorliegenden Hilfsmerkmale[4] ein sog. synthetischer Schätzer für den gebietsspezifischen Mittelwert des Analysemerkmals gebildet.

– Bei der endgültigen Small Area-Schätzung wird schließlich der jeweilige synthetische Schätzer mit einem direkten Schätzer für den gebietsspezifischen Mittelwert des Analysemerkmals kombiniert. Die Gewichtung der beiden Komponenten des so gebildeten zusammengesetzten Small Area-Schätzers ergibt sich im Area- und Unit-Level-Modell aus der jeweiligen Modellvarianz in Relation zur Gesamtvarianz (siehe Bäumer, Hautzinger & Pfeiffer 2018, S. 24f). Liegen für einzelne Gebiete keine Stichprobendaten vor, so kann ggf. der jeweilige synthetische Schätzer verwendet werden, sofern für die in Rede stehenden „kleinen“ Gebiete die gemäß Modell benötigten Hilfsmerkmale verfügbar sind.

Ausführliche Darstellungen der statistischen Grundlagen der expliziten Small Area-Schätzmethoden findet man u.a. bei Rao und Molina (2015).[5]

Bei der Implementierung modellbasierter Small Area-Schätzmethoden muss auf geeignete Statistik-Software (z.B. SAS) zurückgegriffen werden.

3 Die Schätzung von Totalwerten erfolgt analog.

4 Beim Unit-Level-Modell müssen die Hilfsmerkmale sowohl auf der Ebene der Analyseeinheiten, d.h. in der Stichprobe, als auch auf der Gebietsebene vorliegen. Beim Area-Level-Modell genügt demgegenüber die Verfügbarkeit auf der Gebietsebene.

5 Rao, J.N.K. und Molina, I. (2015): Small Area Estimation, 2. Auflage, Wiley, New York

3. Small Area-Schätzung von Mobilitätskennzahlen auf der Basis von MiD-Daten

Zu schätzende Mobilitätskennzahlen

Ziel der Small Area-Schätzung im Rahmen der MiD 2023 ist es, Mobilitätskennziffern für räumliche Einheiten unterhalb der Bundeslandebene bereitzustellen. Basis hierfür sind die MiD-Personenstichprobe sowie Eckwerte bestimmter „Hilfsmerkmale" (Grundgesamtheitswerte) für die jeweiligen „Areas" aus der amtlichen Statistik und anderen Datenquellen. Für die folgenden Mobilitätskennziffern sollen Ergebnisse auf der Grundlage von Small Area-Schätzungen erzeugt werden:

– Mobilitätsquote
– Wege pro Person (und Tag)
– km pro Person (Tagesstrecke)
– Unterwegszeit pro Person (und Tag)
– verkehrsaufkommensbezogener Modal Split
– verkehrsleistungsbezogener Modal Split

Beim Modal Split handelt es sich eigentlich um Verteilungen auf der Wegeebene. Die Small Area-Schätzungen finden aber, wie erwähnt, auf Basis der MiD-Personenstichprobe statt, da entsprechende Hilfsmerkmale nur auf der Personen-bzw. Bevölkerungsebene verfügbar sind. Deshalb wird hier die Zahl der mit dem jeweiligen (Haupt-)Verkehrsmittel zurückgelegten Wege (bzw. km) pro Person (und Tag) zur Ableitung des Modal Split verwendet.

Datengrundlagen und räumliche Ebene(n)

Die eben benannten Verkehrs- bzw. Mobilitätskennzahlen sollen dabei möglichst kleinräumig bereitgestellt werden. Deshalb werden Ergebnisse sowohl auf der Ebene der Kreise und kreisfreien Städte als auch für Gemeinden ab 10.000 Einwohnern berechnet. Die MiD-Stichprobe bildet mit einer realisierten Gesamtstich-probe von 218.101 Haushalten, 420.979 befragten Personen und 1.087.393 Wegen die Datengrundlage. Die nachfolgenden räumlichen Ebenen werden dabei untersucht:

1. Kreise und kreisfreie Städte: Zum 31.12.2023 lag die Zahl der Kreise in Deutschland bei 400 (294 Landkreise und 106 kreisfreie Städte). Sämtliche Kreise sind in der MiD-Personenstichprobe vertreten. In 49 dieser Kreise liegt allerdings die Fallzahl unter n=100 Personen. Aufgrund fehlender Werte bei einigen Analysemerkmalen ist zu erwarten, dass für einige sehr dünn besetzte Kreise dann doch keine direkten Schätzungen der Mobilitätskennziffern vorhanden sein werden. Für diese stehen dann zumindest die aus den Modellen resultierenden synthetischen Schätzungen zur Verfügung.

2. Gemeinden ab 10.000 Einwohnern: Die Zensus-Fortschreibung zum 31.12.2023 weist 1.598 solcher Gemeinden in Deutschland aus, davon sind 1.287 in der MiD-Personenstichprobe vertreten. In 596 dieser 1.287 Gemeinden liegt die Fallzahl unter n=50 Personen. In 247 dieser Gemeinden wurden nur 1 oder 2 Personen befragt. Da die große Mehrheit der Personen in Gemeinden mit 10.000 Einwohnern und mehr lebt, beläuft sich der Umfang dieser Substichprobe auf n=354.081 Befragte (von insgesamt 420.979).

An dieser Stelle soll noch kurz erläutert werden, warum die Small Area-Schätzung nicht für alle (knapp 11.000) deutschen Gemeinden durchgeführt wurde. Dies hat im Wesentlichen die folgenden Gründe:

– Von den fast 11.000 deutschen Gemeinden sind in der Stichprobe „nur" 2.889 enthalten. Das heißt, für fast drei Viertel der „Areas" würden dann ausschließlich synthetische Schätzungen vorliegen, was teilweise zu unplausiblen Ergebnissen führen kann.

– Zensus-Daten für das sehr wichtige Hilfsmerkmal Erwerbstätigkeit stehen nur für Gemeinden ab 10.000 Einwohnern zur Verfügung. In den entsprechenden Daten des Zensus' 2022 werden Ergebnisse für 1.593 solcher Gemeinden bereitgestellt.[1]

Modell für die Small Area-Schätzungen

Bei kleinräumigen Verkehrs- bzw. Mobilitätskennzahlen handelt sich um Mobilitätskennzahlen, welche sich auf eine räumlich eng abgegrenzte Gesamtheit von Personen beziehen. Dabei wird nach dem Grund-

1 In der Zensus-Fortschreibung zum 31.12.2023 beträgt die Zahl der Gemeinden ab 10.000 Einwohner 1.598. Für 9 dieser Städte stehen dennoch keine Zensus-Daten zur Erwerbstätigkeit bereit: Wildberg, Kirchzarten, Blumberg, Dettingen/ Erms (alle Baden-Württemberg), Beilngries, Kaufering, Simbach/ Inn, Münchberg (alle Bayern) und Dingelstädt (Thüringen). Dafür sind für 4 Städte, die in der Zensusfortschreibung unter 10.000 Einwohner haben, entsprechende Daten vorhanden: Augustdorf (Nordrhein-Westfalen), Ottendorf-Okrilla (Sachsen), Oberharz am Brocken (Sachsen-Anhalt) und Bleicherode (Thüringen). Diese 4 Gemeinden wurden daher in die Analyse einbezogen.

satz verfahren, dass die in der Stichprobe erfassten Wege derjenigen „kleinen“ Gebietseinheit (z.B. Landkreis) zugeordnet werden, in welcher die betreffende Person wohnt, unabhängig davon, wo der Weg beginnt und endet (sog. „Inländerkonzept“). Beispiele hierfür sind *Tägliche Gesamtzahl der Wege der Einwohner des Landkreises X („Personenverkehrs-aufkommen“)* oder *Anteile der verschiedenen Verkehrsmittel am Personenverkehrsaufkommen der Einwohner des Landkreises X („Modal Split“).*

Mit Hilfe von Small Area-Schätzmethoden lassen sich statistische Kennzahlen auch auf einer tieferen räumlichen Gliederungsebene mit adäquater Präzision ermitteln. Der Schätzung liegen dabei gewisse Modellvorstellungen zugrunde. Die neueren (expliziten) Small Area-Methoden basieren, wie bereits erwähnt, auf sog. gemischten statistischen Modellen mit festen und zufälligen Effekten. Letztere tragen der nicht erklärten Variation, d.h. den zufälligen Unterschieden, zwischen den „kleinen“ Gebietseinheiten Rechnung.

Die Schätzung bedient sich geeigneter Hilfsinformationen, um die effektiv vorliegende Stichprobe anzureichern und somit die Schätzgenauigkeit zu erhöhen. Je nach Datenverfügbarkeit werden Hilfsvariablen nur auf der Ebene der Gebietseinheiten („area level“) oder der Ebene der Gebietseinheiten und der Ebene der Analyseeinheiten („unit level“) im statistischen Modell verwendet.

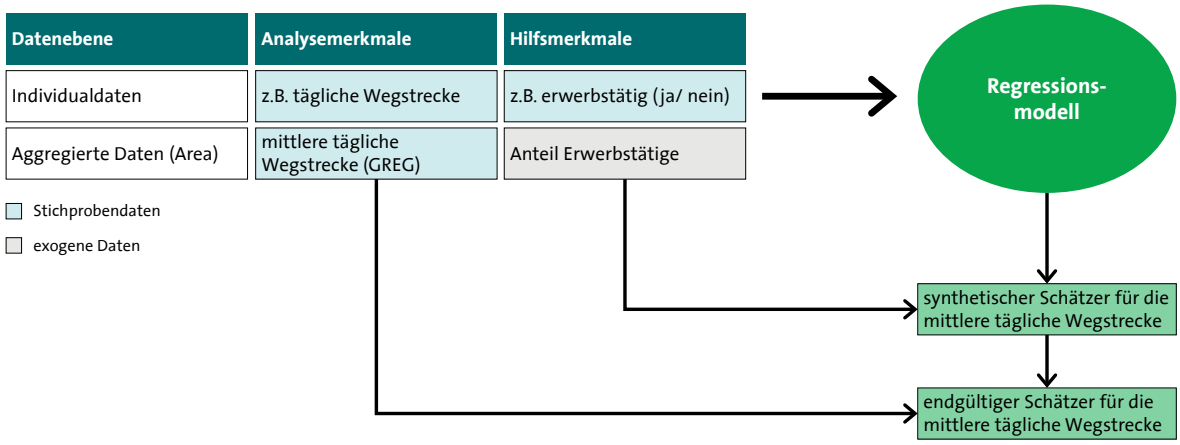
Wie schon im Rahmen der MiD 2017 ausgeführt, bietet sich für die Small Area-Schätzungen mit den MiD-Daten ein Unit Level-Modell an. Grundlage des Modells sind die Einzeldaten der MiD-Personenstichprobe. Auf der Ebene der individuellen Analyseeinheiten wird ein Zusammenhang zwischen der Analysevariablen und entsprechenden erklärenden Variablen hergestellt (Abbildung 1).

Als Hilfsmerkmale kommen im Unit Level-Modell nur Variablen in Betracht, die in analoger Form in der Stichprobe enthalten sind. Als Beispiel kann die Ausnutzung des statistischen Zusammenhang zwischen der täglichen Wegstrecke (in km) und der Erwerbstätigkeit (1 = erwerbstätig, 0 = nicht erwerbstätig) von Personen genannt werden.

Sollen weitere Variable in das Modell einfließen, müssen diese der Stichprobe personenscharf zugespielt werden. Darüber hinaus müssen dann natürlich für jedes zugespielte Merkmal entsprechende Grundgesamtheitsdaten (z.B. Anteils- oder Mittelwerte) für alle jeweils betrachteten „Areas“ zur Verfügung stehen.

Abbildung 1

Schematische Darstellung des Unit-Level-Modells



Spezifizierung der Hilfsmerkmale der Small Area-Schätzung

Eine Verbesserung der Schätzgenauigkeit durch den Einsatz von Small Area-Methoden lässt sich insbesondere dadurch erreichen, dass Hilfsmerkmale verwendet werden, die mit dem Analysemerkmal – hier also einem Merkmal des individuellen Verkehrsverhaltens – korreliert sind. Aus der empirischen Mobilitätsforschung sind die soziodemographischen, ökonomischen, raum- und infrastrukturellen wie auch die verkehrsangebotsbezogenen Bestimmungsfaktoren des Verkehrsverhaltens hinlänglich bekannt. Als Hilfsmerkmale bei der Small Area-Schätzung können entsprechende soziodemographische, ökonomische usw. Merkmale herangezogen werden, wenn die Grundgesamtheitswerte dieser Merkmale auf der Ebene der kleinen Gebietseinheiten aus externen Quellen wie z. B. der amtlichen Statistik vorliegen.

Liste der Hilfsmerkmale und Aufbereitung

Tabelle 1 listet zunächst die Hilfsmerkmale für die Small Area-Schätzung auf, die ein direktes Pendant in der MiD-Personen- bzw. Haushaltsstichprobe haben, die also im Rahmen der Befragung erhoben wurden. Dort ist auch die Transformation der Haushaltsmerkmale „Haushaltsgröße“, „Miete/ Eigentum“, „Anzahl Pkw im Haushalt“ und „Haushaltseinkommen“ auf die Personenebene beschrieben. Darüber hinaus enthält die Tabelle die Quelle der verwendeten externen Daten.

Tabelle 1

Beschreibung der Variablen des Unit-Level-Modells

Hilfsvariable der Small Area-Schätzung	Stichprobenvariable (Personenebene)	Aggregierte Variablenwerte und Datenquelle
Alter	Alter in Jahren	mittleres Alter (StB-ZF)
Geschlecht	1 = weiblich 0 = männlich	Anteil weibliche Personen an Gesamtbevölkerung (StB-ZF)
Erwerbstätigkeit	1 = erwerbstätig 0 = nicht erwerbstätig	Anteil Erwerbstätige an Gesamtbevölkerung (StB-Z)
Haushaltsgröße	1 = Person lebt in Einpersonenhaushalt 0 = sonstiges	Anteil Personen in Einpersonenhaushalten an Gesamtbevölkerung (StB-Z)
Pkw-Ausstattung	Anz. Pkw im Haushalt / Anzahl Personen im Haushalt	Bestand an Pkw /Bevölkerung („Pkw-Dichte“) (KBA)
Haushaltseinkommen	Haushaltseinkommen/ Anzahl Personen im Haushalt	durchschnittliches Haushaltseinkommen je Einwohner in Euro (INKAR)
Wohneigentum	1 = Person lebt in Eigentümerhaushalt 0 = Person lebt in Mieterhaushalt bzw. „anderes“	Anteil Personen in Eigentümerhaushalten an Gesamtbevölkerung (geschätzt aus Anz. Eigentümerhaushalte x bundeslandspezifische mittlere Personenzahl in Eigentümerhaushalten (StB-Z))
Raumtyp	Zugehörigkeit der Gemeinde, in der die Person wohnt, zum Raumtyp (RegioStaR4) (jeweils 0/1-Variable)	Verteilung der Bevölkerung nach Raumtyp RegioStaR4 (BMV); auf der Gemeindeebene ist die Zuordnung zum RegioStaR4 eindeutig, auf Kreisebene werden Anteilswerte verwendet.
Wochentag des Stichtags	Wochentag des Berichtstages der Person (jeweils 0/1-Variable)	Verteilung der Tage der Woche nach Wochentag (jeweils 1/7)
Monat des Stichtags	Monat des Berichtstages der Person (jeweils 0/1-Variable)	Verteilung der Tage des Jahres nach Monat

INKAR = Indikatoren und Karten zur Raum- und Stadtentwicklung des BBSR
KBA = Kraftfahrt-Bundesamt, Pkw-Bestand zum 1.1.2024
StB-Z = Statistisches Bundesamt, Zensus 2022
StB-ZF = Statistisches Bundesamt, Fortschreibung des Zensus 2022 zum 31.12.2023

MiD 2023 | Bericht | Quelle: MiD 2023

Dabei war zu berücksichtigen, dass INKAR-Daten zum Haushaltseinkommen je Einwohner nur auf der Ebene der Kreise verfügbar sind. Für die Analysen auf der Gemeindeebene wurde deshalb allen zu einem Kreis gehörenden Gemeinden der entsprechende Wert des Landkreises zugeordnet. Da die Zensus-Daten für das Merkmal Erwerbstätigkeit vom Statistischen Bundesamt nur für Personen ab 15 Jahre bereitgestellt werden, wurde zur Bildung von auf die Gesamtbevölkerung bezogenen Anteilswerten die Bevölkerungszahl der 0- bis 14-Jährigen aus den Zensus-Tabellen zu Alter und Geschlecht ergänzt. Als Ausgangspunkt zur Berechnung der Pkw-Dichte wurden die Daten des Kraftfahrt-Bundesamts zum Pkw-Bestand am 1.1.2024 herangezogen. Da es auf der Gemeindeebene Städte gibt, in denen aufgrund einer hohen Zahl an gewerblichen Fahrzeugen die Gesamtzahl der Pkw die der Einwohner zum Teil stark übersteigt (z.B. Eschborn oder Neckarsulm), wurde eine Kappung der Pkw-Dichte auf Basis des 1 Prozent-Perzentils vorgenommen, da es sonst zu erheblichen Verwerfungen bei der Schätzung des Modal Splits in diesen Gemeinden kommen würde.[2]

Für die Anreicherung der Stichprobendaten um weitere erklärende Variable kommen insbesondere Daten aus dem Bestand der infas 360 GmbH in Frage. Bei diesen Daten handelt es sich in der Regel um aggregierte Größen auf verschiede-nen Ebenen (z.B. Siedlungsblock, Straße, Ortsteil, Gemeinde). Da im Unit Level-Modell jedoch Einzeldaten und damit Zusammenhänge auf der Individualebene zur Modellschätzung benutzt werden, muss auch für jede Person die individuelle Ausprägung eines jeden Merkmals bekannt sein. Daher sind aus dem Datenbestand der infas 360 GmbH vor allem Merkmale relevant, die auf Adressebene vorliegen und bei denen die Ausprägung für alle zu dieser Adresse gehörenden Bewohner gleich ist. Solche Merkmale wurden dem Nettostichprobendatensatz auf Basis der (bekannten) Adressen zugespielt. Zur Ermittlung der ebenfalls notwendigen Grundgesamtheitswerte pro „Area“ wurde die adressspezifische Ausprägung des jeweiligen Merkmals mit der Zahl der Personen je Adresse gewichtet.

Da einige Merkmale (teils stark) miteinander korreliert sind (z.B. „Entfernung der Adresse zur nächsten Bushaltestelle“ sowie „Entfernung der Adresse zum nächsten Bahnhof in Metern“ mit „ÖPNV-Index pro Adresse (0-100)“) bzw. deren Einbeziehung zu keiner eindeutigen Verbesserung des Modells führten, fanden auch vor dem Hintergrund der Modellökonomie letztlich die nachfolgenden Merkmale Eingang in die finalen Modelle:

– Hangneigung der Adresse in Grad
– ÖPNV-Index pro Adresse (0-100)
– Lage der Adresse innerhalb der Gemeinde (5 Kategorien: zentraler Ortskern, weiterer Ortskern, zentrale Ortslage, dezentrale Ortslage, Ortsrandlage)

So konnten im Vergleich zu den in der MiD 2017 verwendeten Small Area-Modellen entsprechende Modell-Optimierungen vorgenommen werden. Da hier-durch ebenfalls Veränderungen bei den Ergebnissen hervorgerufen sein könnten, ist dies bei einem Vergleich bzw. der Interpretation der Ergebnisse der beiden Small Area-Schätzungen zu berücksichtigen.

2 Würde man dagegen als Bezugsgröße nur die Anzahl „Pkw mit privatem Halter“ berücksichtigen, käme es mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer Unterschätzung des Einflusses der Pkw-Ausstattung, da viele gewerblich zugelassene Pkw auch für die private Nutzung zur Verfügung stehen.

4. Ergebnisse

Für die Schätzung des Mittelwerts der täglichen Weghäufigkeit von Personen für die einzelnen Landkreise und kreisfreien Städte der Bundesrepublik Deutschland wurde ein Unit-Level-Modell mit den in Abschnitt 9.2 dargestellten Hilfsmerkmalen verwendet.

Exemplarisch sollen für dieses Modell die Parameterschätzwerte für die festen Effekte dargestellt werden:

Tabelle 2

Schätz- und Testergebnisse für die festen Effekte des Unit-Level-Modells für die tägliche Wegezahl (Kreisebene)

Modellvariable	Parameter-schätzwert	Standard-fehler	t-Wert	Pr > |t|
Konstante	1,3210	0,0564	23,42	<.0001
Alter (metrisch)	-0,0053	0,0002	-22,84	<.0001
Geschlecht				
weiblich	-0,0885	0,0099	-8,96	<.0001
männlich	Referenz			
Erwerbstätigkeit				
erwerbstätig	0,9598	0,0103	92,78	<.0001
nicht erwerbstätig	Referenz			
Haushaltsgröße				
Person in Einpersonenhaushalt	0,2718	0,0163	16,73	<.0001
Person in Mehrpersonenhaushalt	Referenz			
Pkw-Ausstattung (metrisch)	0,2179	0,0144	15,18	<.0001
Haushaltseinkommen pro Person (metrisch)	-0,0001	0,0001	-7,62	<.0001
Wohneigentum				
Person in Eigentümerhaushalt	0,1025	0,0114	8,96	<.0001
Person in Mieterhaushalt	Referenz			
Wochentag				
Montag	1,0523	0,0185	57,01	<.0001
Dienstag	1,1798	0,0185	63,88	<.0001
Mittwoch	1,1113	0,0184	60,30	<.0001
Donnerstag	1,1492	0,0184	62,35	<.0001
Freitag	1,2801	0,0184	69,44	<.0001
Samstag	0,7629	0,0185	41,26	<.0001
Sonntag	Referenz			
Monat				
Januar	0,1451	0,0270	5,38	<.0001
Februar	0,2834	0,0275	10,29	<.0001
März	0,2815	0,0246	11,45	<.0001
April	0,3175	0,0247	12,88	<.0001
Mai	0,2497	0,0232	10,78	<.0001
Juni	0,4247	0,0250	16,96	<.0001
Juli	0,2780	0,0300	9,27	<.0001
August	0,1238	0,0280	4,43	<.0001
September	0,3402	0,0280	12,17	<.0001
Oktober	0,2683	0,0271	9,90	<.0001
November	0,2545	0,0267	9,52	<.0001
Dezember	Referenz			
Raumtyp				
periphere ländliche Region	0,0057	0,0257	0,22	0,8259
stadtregionsnahe ländliche Region	0,0322	0,0213	1,51	0,1315
regiopolitane Stadtregion	0,0411	0,0221	1,86	0,0622
metropolitane Stadtregion	Referenz			
Ortslage der Adresse				
zentraler Ortskern	0,1193	0,0439	2,72	0,0066
weiterer Ortskern	0,0073	0,0423	0,17	0,8629
zentrale Ortslage	-0,0432	0,0425	-1,02	0,3087
dezentrale Ortslage	-0,0800	0,0439	-1,82	0,0683
Ortsrandlage	Referenz			
Hangneigung der Adresse in Grad (metrisch)	-0,0066	0,0024	-2,69	0,0072
ÖPNV-Index pro Adresse (metrisch)	0,0017	0,0005	3,69	0,0002

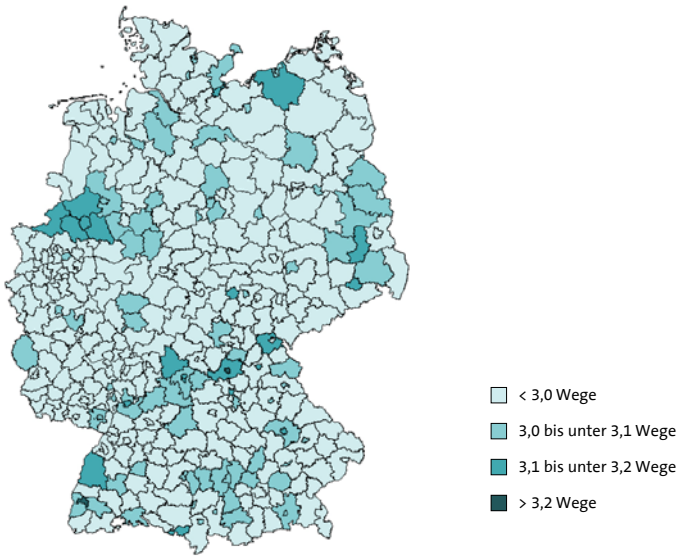
MiD 2023 | Bericht | Quelle: MiD 2023

Die stärksten Bestimmungsfaktoren der Wegehäufigkeit sind der Wochentagstyp und die Erwerbstätigkeit: An Werktagen findet sich eine höhere Wegezahl als an Samstagen und insbesondere sonntags. Erwerbstätige legen im Mittel mehr Wege zurück als Nicht-Erwerbstätige. Ferner lässt sich eine höhere Wegezahl der Personen aus Einpersonenhaushalten feststellen, was damit zu tun hat, dass hier die Möglichkeit zur Aufteilung von Aktivitäten zwischen den Haushaltsmitgliedern in der Regel entfällt. Schließlich sinkt die durchschnittliche Wegezahl tendenziell mit dem Lebensalter und steigt mit der Pkw-Ausstattung bzw. -Dichte.

Die nachfolgende Grafik zeigt die gebietsspezifischen Schätzwerte für die mittlere tägliche Wegezahl.

Abbildung 2

Schätzung der mittleren täglichen Wegezahl

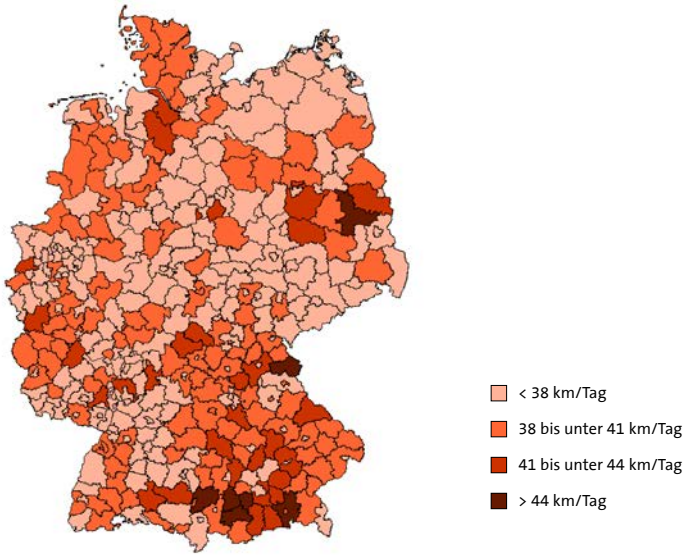


MiD 2023 | Bericht | Quelle: MiD 2023

Analog erfolgte die Schätzung der mittleren Tagesstrecke, die durchschnittliche tägliche Unterwegszeit, der Mobilitätsquote sowie der aufkommens- und verkehrsleistungsbezogenen Verkehrsmittelanteile. Die nachfolgenden Grafiken zeigen die gebietsspezifischen Schätzwerte.

Abbildung 3

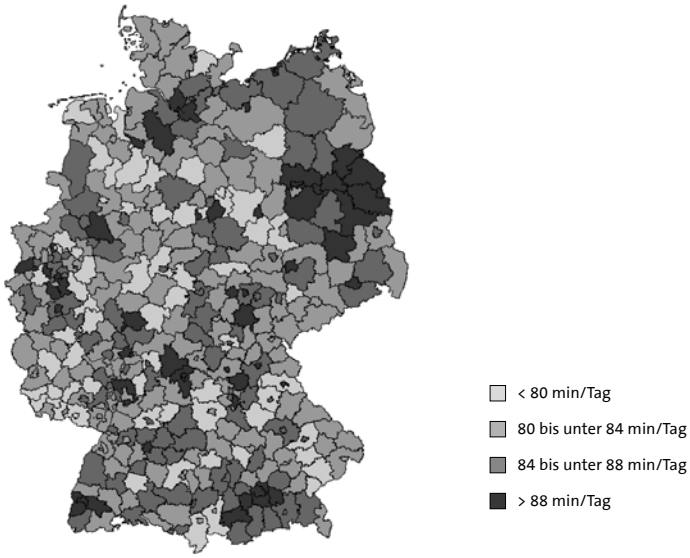
Schätzung der mittleren Tagesstrecke



MiD 2023 | Bericht | Quelle: MiD 2023

Abbildung 4

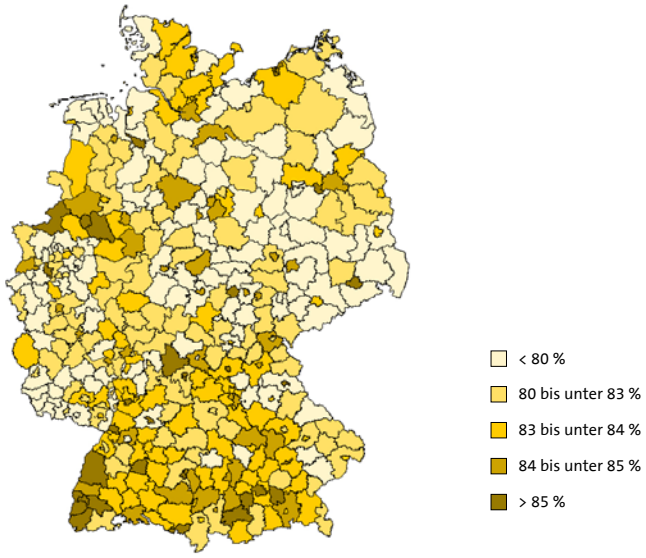
Schätzung der Unterwegszeit pro Person (und Tag)



MiD 2023 | Bericht | Quelle: MiD 2023

Abbildung 5

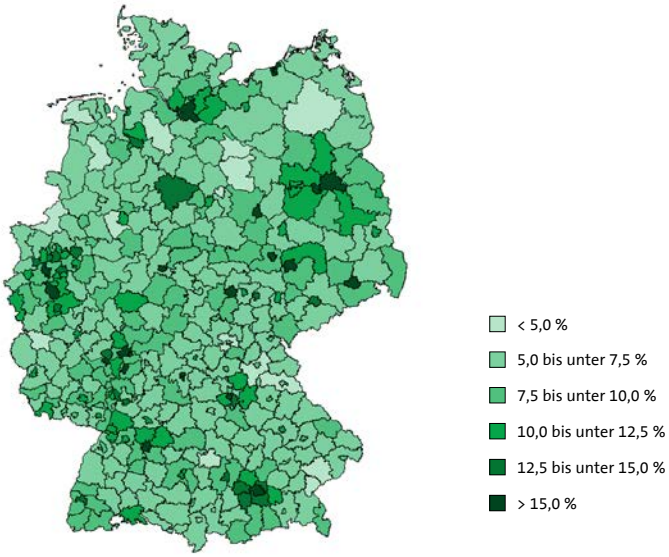
Schätzung der Mobilitätsquote



MiD 2023 | Bericht | Quelle: MiD 2023

Abbildung 6

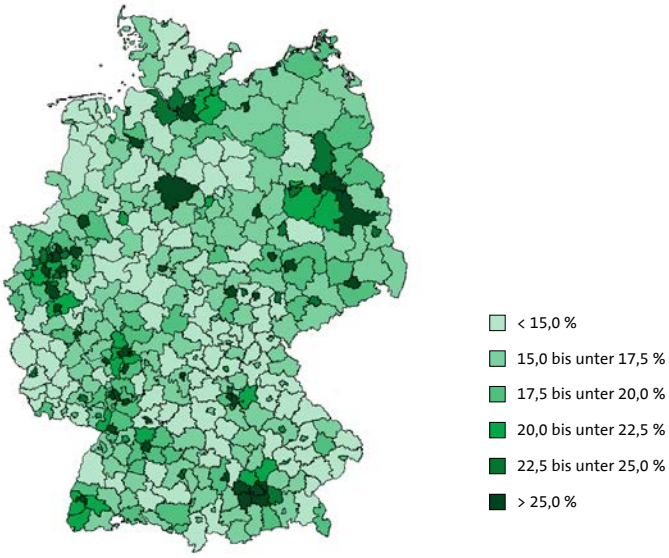
Schätzung des Anteils des Verkehrsmittels ÖV am Personenverkehrsaufkommen



MiD 2023 | Bericht | Quelle: MiD 2023

Abbildung 7

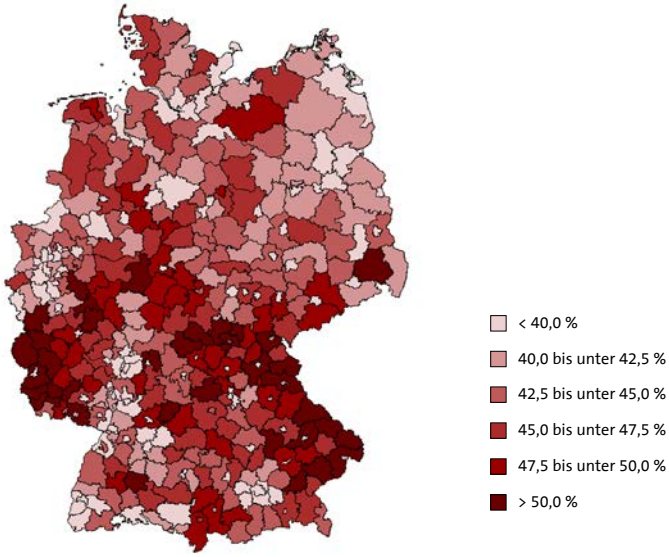
Schätzung des Anteils des Verkehrsmittels ÖV an der Personenverkehrsleistung



MiD 2023 | Bericht | Quelle: MiD 2023

Abbildung 8

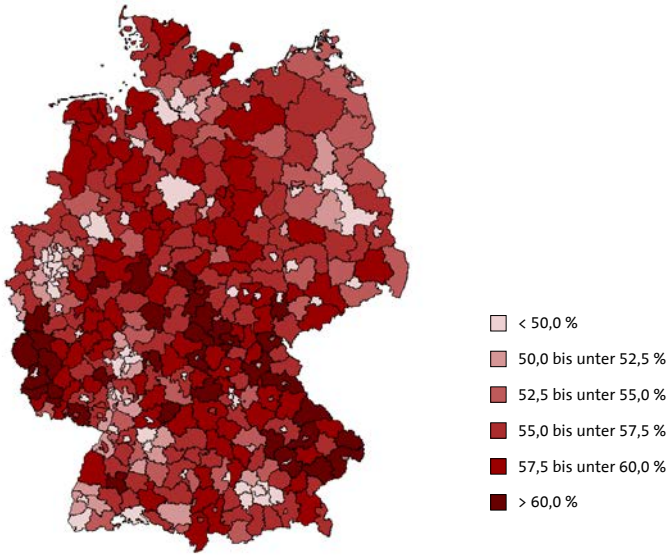
Schätzung des Anteils des Verkehrsmittels MIV (Fahrer) am Personenverkehrsaufkommen



MiD 2023 | Bericht | Quelle: MiD 2023

Abbildung 9

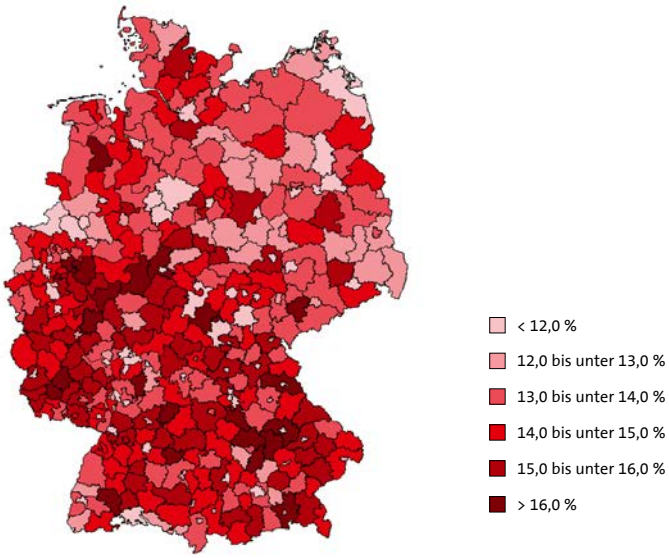
Schätzung des Anteils des Verkehrsmittels MIV (Fahrer) an der Personenverkehrsleistung



MiD 2023 | Bericht | Quelle: MiD 2023

Abbildung 10

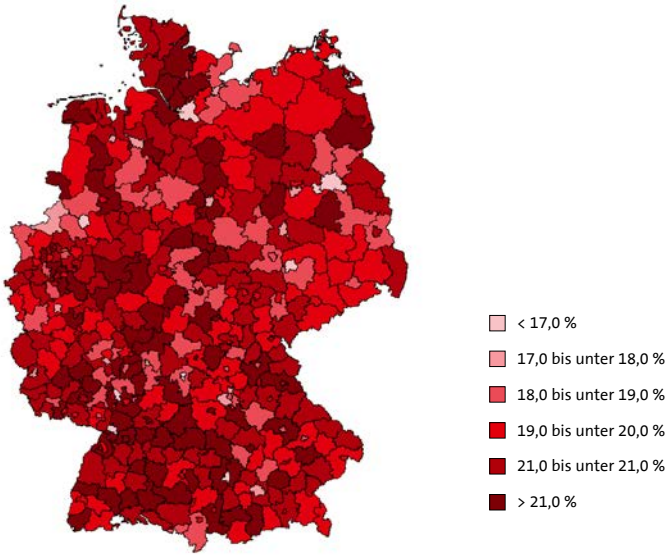
Schätzung des Anteils des Verkehrsmittels MIV (Mitfahrer) am Personenverkehrsaufkommen



MiD 2023 | Bericht | Quelle: MiD 2023

Abbildung 11

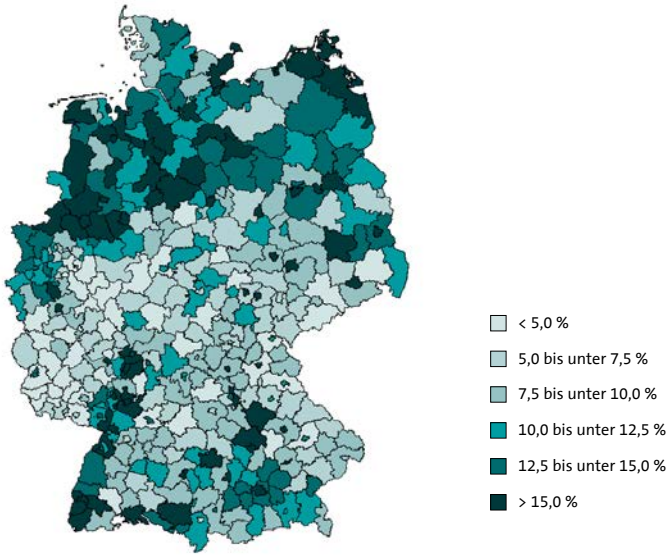
Schätzung des Anteils des Verkehrsmittels MIV (Mitfahrer) an der Personenverkehrsleistung



MiD 2023 | Bericht | Quelle: MiD 2023

Abbildung 12

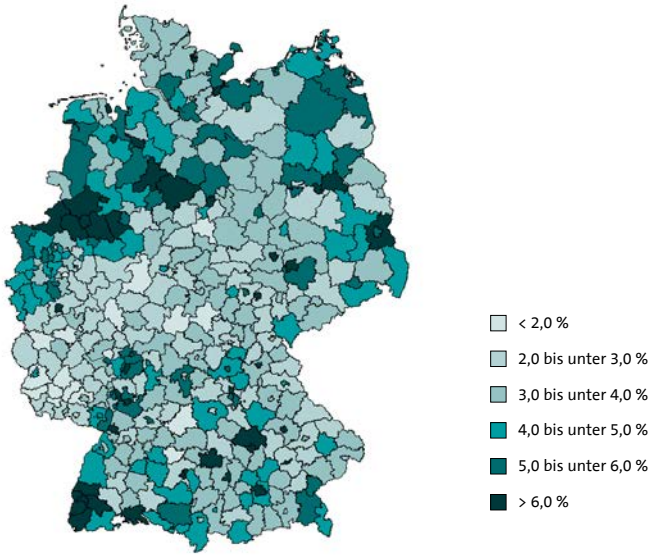
Schätzung des Anteils des Verkehrsmittels Fahrrad am Personenverkehrsaufkommen



MiD 2023 | Bericht | Quelle: MiD 2023

Abbildung 13

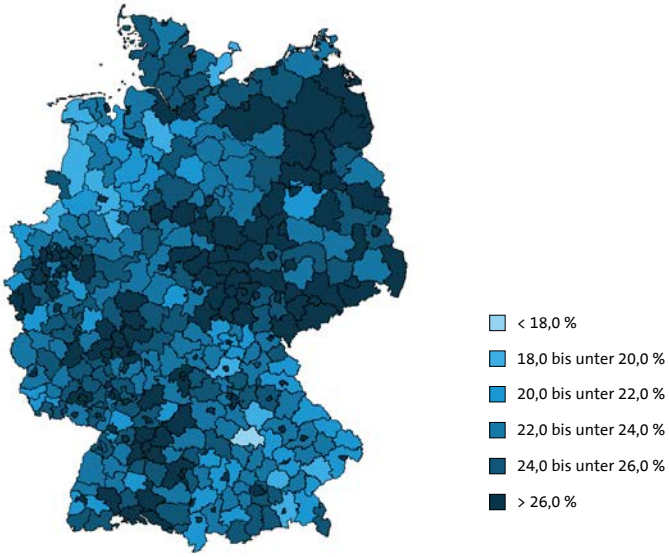
Schätzung des Anteils des Verkehrsmittels Fahrrad an der Personenverkehrsleistung



MiD 2023 | Bericht | Quelle: MiD 2023

Abbildung 14

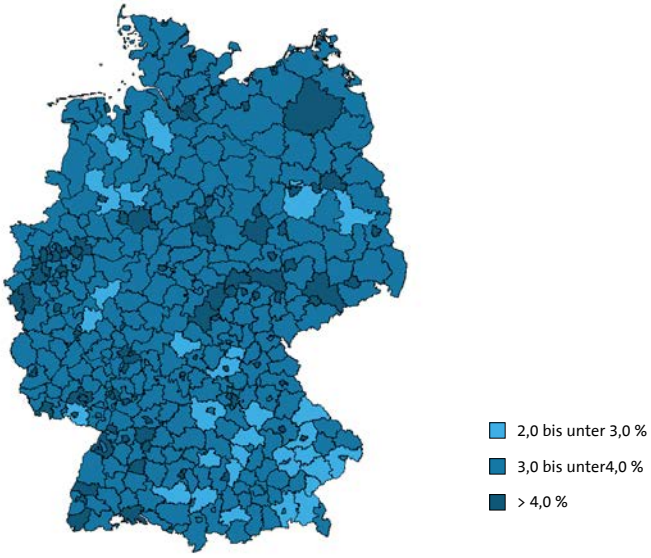
Schätzung des Anteils des Verkehrsmittels zu Fuß am Personenverkehrsaufkommen



MiD 2023 | Bericht | Quelle: MiD 2023

Abbildung 15

Schätzung des Anteils des Verkehrsmittels zu Fuß an der Personenverkehrsleistung



MiD 2023 | Bericht | Quelle: MiD 2023

5. Zusammenfassende Einordnung der Ergebnisse

Im vorliegenden Forschungsbericht werden die methodisch-technische Umsetzung der Small Area-Schätzung von Mobilitätskennzahlen im Projekt MiD 2023 ausführlich beschrieben und die Ergebnisse grafisch visualisiert.

Bei den Ergebnissen der Small Area-Schätzungen handelt es sich nicht um amtliche Daten, sondern um Modellschätzungen von regional untergliederten Mobilitätskennziffern für Kreise sowie für Gemeinden ab 10.000 Einwohnern. Basis für die Modellschätzung sind die Befragungsdaten der MiD 2023 und Hilfsinformationen aus externen Quellen. Die Modellschätzung wurde mit einer wissenschaftlich anerkannten Methodik einheitlich für alle Kreise und größeren Gemeinden der Bundesrepublik durchgeführt. Neben amtlichen Daten wurden diesmal ergänzend auch Daten der infas 360 GmbH einbezogen. Durch die Einbeziehung von deutlich mehr Hilfsmerkmalen (wie Hangneigung, ÖPNV-Index etc.) konnten die Modelle weiter optimiert werden. Deshalb ist bei Vergleichen mit den Ergebnissen des Jahres 2017 zu beachten, dass hierdurch Veränderungen hervorgerufen sein könnten. Da bei Small Area-Methoden die Erhebungsdaten mit Daten aus anderen Quellen mittels statistischer Modelle kombiniert werden, kann es in den Kreisen und Gemeinden, die in der MiD 2023 regionale Vertiefungsstichproben beauftragt haben (regionale Aufstocker), zu Abweichungen zwischen den Ergebnissen der Erhebung und denen der Small Area-Schätzung kommen.

In der MiD 2023 wurden die Ergebnisse für die regionalen Vertiefungsstichproben unter Nutzung der amtlichen Bevölkerungsfortschreibung auf Basis des Zensus 2022 sorgfältig nach u.a. soziodemografischen Merkmalen (z.B. Alter und Geschlecht) auf die Bevölkerung des jeweiligen Vertiefungsgebiets hochgerechnet. Für die regionalen Aufstocker sind diese Ergebnisse denen der Small Area-Schätzung vorzuziehen. Für alle Gebiete, die in der MiD 2023 keine Vertiefungsstichproben beauftragt haben, sind die Ergebnisse der Small Area-Schätzung geeignete Indikatoren zum Mobilitätsverhalten. Trotzdem ist zu beachten, dass u.a. in touristischen Regionen mit vielen Rad- und/oder Wanderwegen ein vor Ort gemessener Rad- und/oder Fußverkehrsanteil deutlich höher liegen kann. Auch besondere, lokal begrenzte Maßnahmen in einzelnen Gemeinden zur Stärkung bestimmter Verkehrsmittel finden natürlich nur indirekt Eingang in solche Modellrechnungen. Die Ergebnisse bieten allerdings den großen Vorteil, dass nun für alle Kreise und größeren Gemeinden in Deutschland einheitlich modellierte Schätzwerte für die wichtigsten Mobilitätskennziffern bereit stehen.

Die detaillierten Ergebnisse werden in Tabellenform als Excel-Datei zur Verfügung gestellt. Diese enthält für jeden Land- bzw. Stadtkreis sowie für Gemeinden ab 10.000 Einwohner der Bundesrepublik Deutschland die Schätzwerte für die mittlere tägliche Wegezahl, die durchschnittliche tägliche Wegstrecke, die durchschnittliche tägliche Unterwegszeit, die Mobilitätsquote sowie die aufkommens- und verkehrsleistungsbezogenen Verkehrsmittelanteile.

Studiendurchführung und Auswertung:

Folkert Aust
Marcus Bäumer
Janina Belz
Gerhard Born
Thorsten Brand
Kerstin von der Burg
Peumi Dehnhardt
Dr. Ilka Dubernet
Dr. Johannes Eggs
Andrea Fischer
Sabine Fleger
Robert Follmer
Christine Fredebeul
Dr. Anton Galich
Dr. Reiner Gilberg
Dana Gruschwitz
Hannes Jäkel
Zafirios Kiatipis
Karen Marwinski
Lea van Nek
Dr. Claudia Nobis
Denise Obersteller
Manfred Pfeiffer
Dr. Merle Ruppenthal
Thorsten Schröder
Michaela Schürig
Dr. Dennis Schumacher
Marco Stengel
Mehmet Teke
Miriam Vieth
Dr. Barbara Wawrzyniak

Text:

Marcus Bäumer
Manfred Pfeiffer

Layout und Grafik:

Sigrid Phiesel