

MOBITAT 2050: Pendelmobilität im Spannungsfeld von Wohnen und Arbeiten

Claudia Nobis¹, Viktoriya Kolarova¹, Nina Thomsen¹, Frank Dünnebeil², Simon Hein³

1. Einleitung

Leitthema des Projekts *MOBITAT 2050* ist die nachhaltige Gestaltung der Pendelmobilität in der Region der Zukunft. Jeden Tag legen Millionen von Menschen Wege zwischen ihrem Zuhause und ihrem Arbeitsort zurück. Da das Pendeln unmittelbar durch vorgelagerte Entscheidungen zur Wohnstandort- und Arbeitsplatzwahl bestimmt wird, basiert das Projekt auf einer integrierten Betrachtung der Bereiche Verkehr, Wohnen und Arbeiten. Im Rahmen des Projekts wurde am Beispiel der Metropolregion FrankfurtRhein-Main ein auf andere Regionen übertragbares Instrumentarium, bestehend aus einer neuen Methode zur Modellierung der Wohnstandortwahl, die mit dem bestehenden und weiterentwickelten Verkehrsmodell der Region (VDRM) gekoppelt ist, aufgebaut. Zudem wurde eine Methodik zur Bewertung ökologischer und sozioökonomischer Nachhaltigkeitsfragen von Mobilität entwickelt. Ergänzt wurde das Projekt durch eine umfangreiche Empirie in Form von zwei Online-Erhebungen und Fokusgruppen.

Im Folgenden werden exemplarisch im Projekt erarbeitete empirische Ergebnisse zur Pendelmobilität und deren Veränderungen durch die Corona-Pandemie vorgestellt. Es folgt eine methodische Beschreibung des entwickelten Wohnstandortwahlmodells und dessen Kopplung mit dem Verkehrsmodell. Im Anschluss daran wird die aufgebaute Methodik zur Bewertung der Nachhaltigkeit des aktuellen und zukünftigen Mobilitätsgeschehens beschrieben.

2. Empirische Ergebnisse zur Pendelmobilität

Die Darstellung der Ergebnisse zur Pendelmobilität basiert auf drei Datenquellen:

1. Mobilität in Deutschland (MiD): Die letzten verfügbaren Daten der vom Bundesverkehrsministerium in Auftrag gegebenen Studie stammen aktuell aus dem Jahr 2017. Durch die Beteiligung einer Vielzahl regionaler Aufstockungen umfasst die Stichprobe mehr als 300.000 Personen, die knapp eine Million Wege berichtet haben (vgl. Eggs et al. 2018; Nobis & Kuhnimhof 2018).
2. DLR-Panelerhebung „Mobilität in Krisenzeiten“: Die Panelerhebung ist erstmals im April 2020 während des ersten Corona-bedingten Lockdowns ins Feld gegangen. Inzwischen umfasst sie acht Erhebungen, die letzte aus dem Sommer 2023. Befragt wurden anfangs 1.000 Personen, später 2.500 Personen zu ihrer Mobilität im Allgemeinen und zu speziellen Themen, so auch Pendelmobilität und Homeoffice (vgl. DLR 2022).
3. Online-Erhebung mit Discrete-Choice-Experimenten zu den Präferenzen in Bezug auf den Wohnstandort und den Pendelweg: Die Erhebung wurde im Jahr 2022 mit einer für die erwerbstätige Bevölkerung im Alter von 25 bis 60 Jahren repräsentativen Stichprobe im Umfang von 1.500 Personen durchgeführt (vgl. Dubernet & Kolarova 2024).

¹ Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Berlin

² ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg

³ RWTH Aachen University

2.1 Größenordnung der Pendelmobilität

Pendeln ist eine alltägliche Aktivität. Bei den meisten Erwerbstätigen wird immer derselbe Ort aufgesucht, sodass Pendelmobilität stark von Routinen geprägt ist. Bezogen auf den Gesamtverkehr handelt es sich bei 16 Prozent aller Wege um Pendelwege. Weitere 11 Prozent der Wege werden während der Arbeitszeit für dienstliche Zwecke zurückgelegt. Da Wege in Zusammenhang mit der Arbeit überproportional lang sind, sind 38 Prozent der Verkehrsleistung, das heißt der insgesamt von Personen zurückgelegten Kilometer, auf diese zurückzuführen (vgl. Nobis & Kuhnimhof 2018). Die Veränderung von Arbeitsmobilität stellt daher einen großen Hebel für das Erreichen von Nachhaltigkeitszielen im Verkehr dar.

2.2 Einflussfaktoren der Pendelmobilität

Die Ausprägungen der Pendelmobilität unterscheiden sich von anderen Wegezwecken und werden stark von Raum und Soziodemografie beeinflusst. Pendelwege weisen eine durchschnittliche Länge von 16 Kilometern auf. Sie sind im Vergleich zum Durchschnitt aller Wege (12 Kilometer) nicht nur länger, sie werden auch überproportional oft mit dem Pkw zurückgelegt (60 Prozent im Vergleich zu 43 Prozent aller Wege). Dabei sind 36 Prozent aller Arbeitswege kürzer als fünf Kilometer, sie hätten das Potenzial für die Nutzung aktiver Verkehrsmodi. Tatsächlich werden Pendelwege zwischen zwei und fünf Kilometern zu 40 Prozent mit dem Pkw zurückgelegt, in den Distanzklassen ab fünf Kilometern dominiert der Pkw (Abbildung 1).

Während Personen mit Wohnort in einer Metropole zu 82 Prozent auch dort arbeiten und durchschnittlich 10 Kilometer zurücklegen, haben nur 40 Prozent der Personen aus dem kleinstädtisch-dörflichen Raum auch dort ihren Arbeitsort. Die durchschnittliche Pendeldistanz liegt in diesem Fall ebenfalls bei 10 Kilometern. Die meisten Personen aus dem kleinstädtisch-dörflichen Raum pendeln jedoch weite Distanzen zu einem Arbeitsort, der in einem anderen Raumtyp liegt (Basis: regionalstatistische Raumtypologie des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV) und des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)) und dies weit überwiegend mit dem Auto (vgl. Nobis & Klein-Hitpaß 2020).

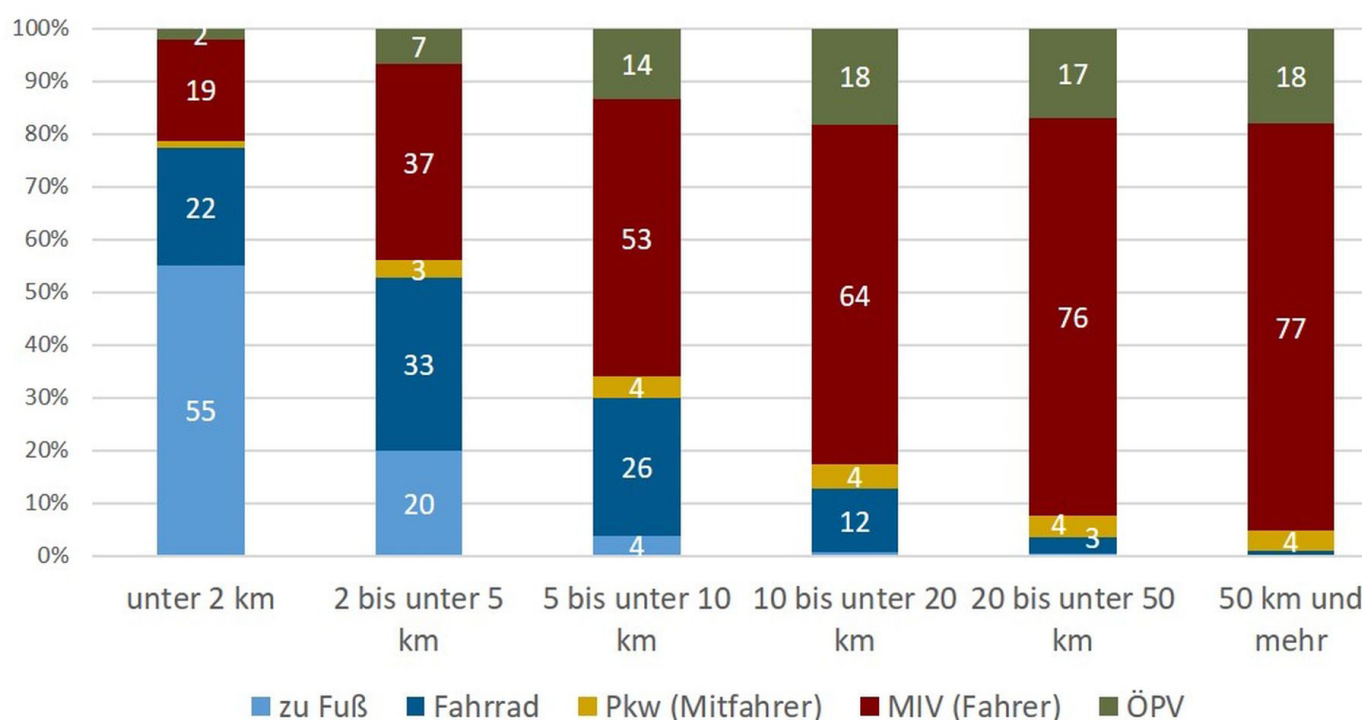


Abbildung 1: Modal Split der Pendelwege in Deutschland nach Distanzklassen, Quelle: MiD 2017, eigene Berechnung

Auch im Untersuchungsgebiet der Metropolregion FrankfurtRheinMain reicht die Spannweite der beim Pendeln durchschnittlich zurückgelegten Distanzen von 11 Kilometern in Aschaffenburg bis 24 Kilometer im Landkreis Limburg-Weilburg.

Auf Basis soziodemografischer und -ökonomischer Merkmale zeigt sich: Mit steigenden Einkommen und höheren Bildungsabschlüssen nimmt die Pendeldistanz zu. Vollzeitberufstätige legen weitere Wege zurück (im Durchschnitt 17 Kilometer) als Teilzeitbeschäftigte (10 Kilometer). Da Teilzeitbeschäftigte weit überproportional oft Frauen sind, handelt es sich hier gleichermaßen um einen geschlechtsspezifischen Unterschied. Während die Unterschiede beim Pendeln in jungen Jahren zwischen Männern und Frauen gering sind, zeigen sich deutliche Unterschiede, wenn Kinder im Haushalt leben.

2.3 Einfluss der Corona-Pandemie und Homeoffice

Im Zuge der Pandemie hat sich eine deutliche Verlagerung des Verkehrs von öffentlichen Verkehrsmitteln auf das Auto ergeben, um den Ansteckungsgefahren im öffentlichen Verkehr zu entgehen. Parallel ist der Homeoffice-Anteil der Berufstätigen, die zumindest ab und zu im Homeoffice arbeiten, von 13 Prozent vor der Pandemie (vgl. MiD 2017) auf rund 40 Prozent im Sommer 2023 gestiegen. Im Jahr 2021 wurde ein zwischenzeitlicher Höchststand von 50 Prozent erreicht (DLR-Panelerhebung; Abbildung 2). Die Nutzung von Zeitkarten für den öffentlichen Personennahverkehr hat sich aufgrund des selteneren Arbeitswegs für viele Erwerbstätige nicht mehr gelohnt. Öffentliche Verkehrsbetriebe hatten im Zuge der Pandemie rund 20 Prozent ihrer Kernkundschaft verloren. Seit Einführung des Deutschlandtickets konnten die Verkaufszahlen wieder deutlich erhöht werden.

Arbeiten Sie derzeit im Homeoffice beziehungsweise von zu Hause?

MiD 2017 und 1. bis 8. DLR-Befragung zur Mobilität in Krisenzeiten, berufstätige Personen, Angaben in Prozent

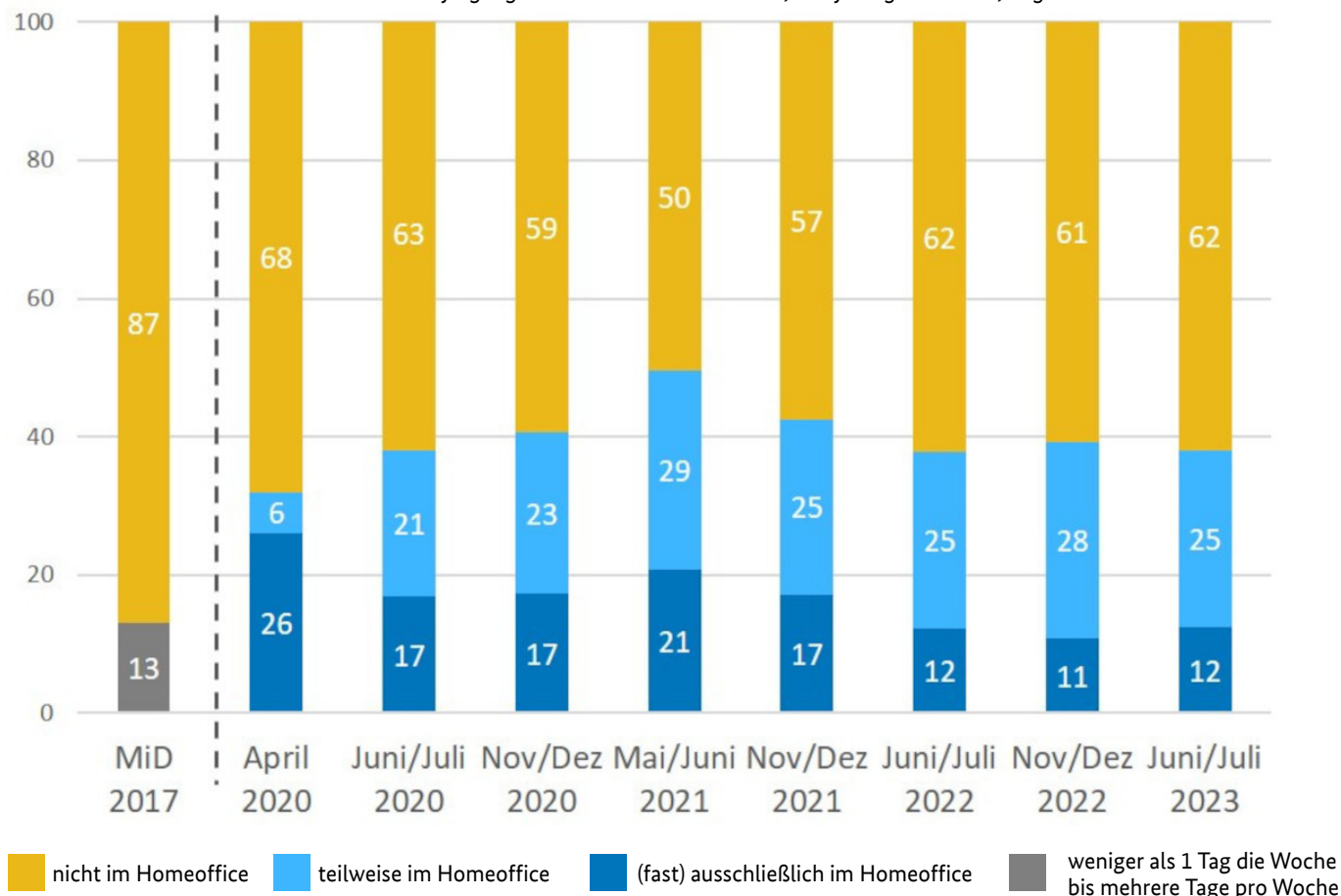


Abbildung 2: Arbeit im Homeoffice, Quelle: MiD 2017 und DLR-Befragung, eigene Darstellung

Ein hoher Homeoffice-Anteil wird oft gleichgesetzt mit einer reduzierten Verkehrsnachfrage. Die Ergebnisse der Empirie zeigen, dass diese einfache Ursachen-Wirkungsbeziehung nicht zutrifft. Die DLR-Panelerhebung weist eine deutliche Bereitschaft der Befragten zu weiter vom Arbeitsort entfernt liegenden Wohnorten nach. So gibt jeweils ein gutes Fünftel der Befragten mit Wohnort im städtischen Raum an, dass es aufgrund der bestehenden Möglichkeit, im Homeoffice zu arbeiten, bereits konkret darüber nachgedacht habe, an den Stadtrand beziehungsweise aufs Land zu ziehen. Dadurch können schnell Arbeitswege entstehen, die auch bei seltenerem Aufsuchen des Arbeitsortes in Summe zu einer höheren Verkehrsleistung führen. Je weiter der Arbeitsweg ist, umso niedriger fällt zudem der Anteil des Umweltverbundes aus. Bereits bei einer Länge des Arbeitsweges von 2 bis 5 Kilometern ist das Auto mit einem Anteil von 56 Prozent das dominante Verkehrsmittel. Bei Arbeitswegen über 10 Kilometer liegt der Anteil des Autos bei 80 Prozent.

Die höhere Bereitschaft zu weiteren Distanzen zwischen Wohn- und Arbeitsort zeigt sich auch bei der im Projekt durchgeführten Online-Erhebung zu den Präferenzen bei der Wohnstandortwahl und dem Pendelweg. Die Befragten konnten sich im Rahmen von Discrete-Choice-Experimenten zwischen unterschiedlichen Wohnstandorten (mit unterschiedlich langen Pendelwegen) sowie zwischen verschiedenen Verkehrsmitteln für den Pendelweg entscheiden. Zusätzlich wurden ihnen zwei unterschiedliche Szenarien vorgegeben – ein Szenario, bei dem sie 5 Tage die Woche zur Arbeit pendeln müssten, und ein Szenario, bei dem sie nur 2 Tage die Woche pendeln und die restlichen 3 Tage von zuhause arbeiten würden (Homeoffice-Szenario). Die Ergebnisse der Analysen zeigen, dass sich die Befragten im Homeoffice-Szenario mit der gleichen Wahrscheinlichkeit für einen Wohnstandort entschieden haben wie im Szenario ohne Homeoffice, obwohl der Arbeitsweg im Homeoffice-Szenario um 25 Prozent länger war. Mit anderen Worten: Die Dauer des Arbeitsweges macht den Berufspendelnden weniger aus, wenn sie nur an wenigen Tagen in der Woche zur Arbeit fahren müssten. Daraus leitet sich ab, dass sie bei der Möglichkeit, im Homeoffice zu arbeiten, potenziell zu längeren Pendelwegen bereit wären und eine kurze Distanz zwischen dem Wohn- und Arbeitsstandort an Bedeutung verliert.

Die Ergebnisse der Empirie, insbesondere zum Thema Homeoffice, waren Input für die Modellierung, deren methodischer Ansatz im nächsten Kapitel beschrieben wird.

3. Modellierung von Wohnstandortwahl, Pendelrelationen und Verkehrssystem

Wer mit Hilfe von Verkehrsmodellen zukünftige Entwicklungen oder Maßnahmenwirkungen abschätzen möchte, ist meist auf kleinräumige Bevölkerungs- und Haushaltsprognosen angewiesen. Diese gehen – je ferner der Prognosehorizont – mit größeren Unsicherheiten einher. Deswegen wurde im Projekt *MOBITAT 2050* ein alternativer Ansatz entwickelt, dessen zentrale Neuerung die zunächst großräumige Prognose von Bevölkerung und Haushalten ist. Die kleinräumige Verteilung der Haushalte auf Gemeinden erfolgt im nächsten Schritt mittels eines neu entwickelten Modells, das den Einfluss von Änderungen

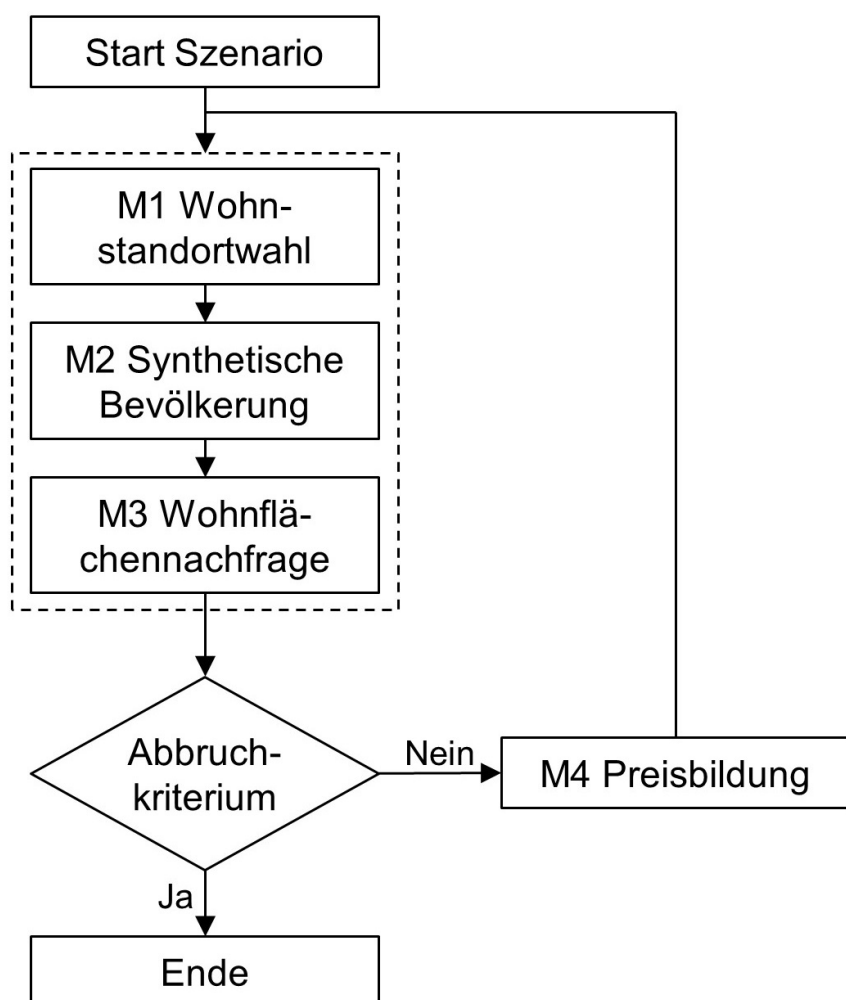
- der Siedlungsstruktur (räumliche Verteilung von Wohnraumangebot und Arbeitsplätzen),
- der zeit-räumlichen Organisation von Erwerbstätigkeit (vor allem häufigeres Arbeiten im Homeoffice)
- innerhalb des Verkehrssystems

auf die Ausprägung von Pendelströmen und die Verteilung von Haushalten abbilden kann. Darüber hinaus generiert der Modellierungsansatz weitere Datenoutputs, die für die Bearbeitung raum- und verkehrsplanerischer Fragestellungen von Nutzen sind.

Das Projekt hat den entwickelten Modellierungsansatz anhand von Szenarien für das Jahr 2050, die verschiedene Pfade der Siedlungsentwicklung, der Arbeitsmarktdurchdringung von Homeoffice und der Verkehrspolitik repräsentieren, erprobt. Expertenworkshops mit regionalen Akteuren und Akteurinnen dienen in einem an die Szenariotechnik angelehnten Prozess der Erarbeitung der Entwicklungspfade. Das neu entwickelte Modell ist iterativ und besteht aus vier Modulen. Abbildung 3 stellt die Modellierungsschritte vereinfacht dar.

Modul 1 (M1) ordnet allen Erwerbstätigen ausgehend von der Gemeinde, in der sie arbeiten, eine Gemeinde des Untersuchungsraums als Wohnstandort zu. Reiseaufwände, Wohnkostenniveau, Wohnraumangebot und Erreichbarkeiten gehen als Daten in das Modell ein. Das Ergebnis ist eine Pendelmatrix auf Gemeindeebene für den Untersuchungsraum.

Da nach dem ersten Schritt nur aggregierte Informationen zur Anzahl Erwerbstätiger an Wohn- und Arbeitsort vorliegen, erstellt Modul 2 (M2) eine mesoskopische synthetische Bevölkerung. Das heißt, in den einzelnen Gemeinden werden konkrete Haushalte mit angehängten Informationen (zum Beispiel Anzahl HH-Mitglieder, Alter HH-Mitglieder, HH-Einkommen, Anzahl HH-Mitglieder im Homeoffice) hinterlegt. Dabei werden Randbedingungen wie beispielsweise Altersverteilung und Haushaltsgrößenverteilung in der gesamten Untersuchungsregion eingehalten. Ein Pkw-Besitz-Modell ordnet den Haushalten entsprechend ihrer Eigenschaften sowie der Erreichbarkeit ihres Wohnortes anschließend Wahrscheinlichkeiten zum Besitz keines, eines oder mehrerer Pkw zu.



Modul 3 (M3) ermittelt die Wohnungsgröße jedes Haushaltes und aggregiert diese zu einem Wohnflächenkonsum auf Gemeindeebene. Eingangsdaten sind Haushaltszusammensetzung, Haushaltseinkommen, Wohnkostenniveau am Wohnort und die Anzahl der HH-Mitglieder, die im Homeoffice arbeiten.

Übersteigt der modellierte Wohnflächenkonsum in einer Gemeinde das Wohnraumangebot, ist das Abbruchkriterium nicht erreicht. Als Folge passt Modul 4 (M4) das Wohnkostenniveau jeder Gemeinde an. Die grundsätzliche Logik ist: Ist der Wohnflächenkonsum im Vergleich zum Wohnraumangebot hoch, steigt das Wohnkostenniveau; ist er gering, sinkt das Wohnkostenniveau. Die aktualisierten Wohnkostenniveaus gehen als Eingangsgrößen in den nächsten Iterationsschritt ein.

Abbildung 3: Module des ISB-Modells zur Wohnstandortwahlmodellierung, Quelle: eigene Darstellung

Im Ergebnis bildet das ISB⁴-Modell Pendelströme über eine Pendelmatrix ab und generiert über die synthetische Bevölkerung gemeindescharf Informationen auf Haushaltsebene. Wohnflächenkonsummodul und Preisbildungsmechanismus produzieren darüber hinaus Daten zum Wohnflächenkonsum und zur qualitativen Entwicklung von Wohnkostenniveaus auf Gemeindeebene.

Die Änderungen der Wohnstandorte und Pendelrelationen werden über eine Schnittstelle in ein Verkehrsmodell der Untersuchungsregion eingespielt, um deren Auswirkungen auf den Verkehr der Region zu modellieren. Mit dem Modell, der Verkehrsdatenbasis Rhein-Main (VDRM), werden außerdem Änderungen im Verkehrssystem abgebildet und deren Effekte analysiert. Diese Änderungen bestehen aus verkehrspolitischen Maßnahmenbündeln, neuen Angeboten im On-Demand-Bereich und einem höheren Automatisierungsgrad privater Fahrzeuge. Dabei wird davon ausgegangen, dass Fahrzeuge der SAE⁵-Level 4 und 5 zugelassen und akzeptiert sind. Dafür wurde die VDRM neben der Schnittstelle zum ISB-Modell unter anderem um Komponenten ergänzt, die die Reisekosten in die Verkehrsmittelwahl mit einfließen lassen und neue verkehrsplanerische Maßnahmen abbilden. Die Reisekosten werden auf Basis der Verhältnisse im Modell-Basisjahr 2017 für das Jahr 2050 fortgeschrieben. Die modellierten Änderungen im Verkehrssystem gehen in das ISB-Modell über angepasste Reiseaufwände zwischen den Gemeinden ein.

3.1 Kopplung mit Verkehrsmodell

Die Modelllandschaft in MOBITAT 2050 besteht folglich aus dem ISB-Modell, welches durch die Übergabe von Pendelmatrix und synthetischer Bevölkerung sowie das Rückspielen neu berechneter Reiseaufwände mit dem Verkehrsmodell gekoppelt ist. Mittels der synthetischen Bevölkerung übermittelt das ISB-Modell sozio-demografische Daten sowie Daten zum Pkw-Besitz von Haushalten auf Gemeindeebene, die eine präzise Berechnung der Verkehrserzeugung im Verkehrsmodell ermöglichen. Abbildung 4 stellt die Modellzusammenhänge vereinfacht dar.

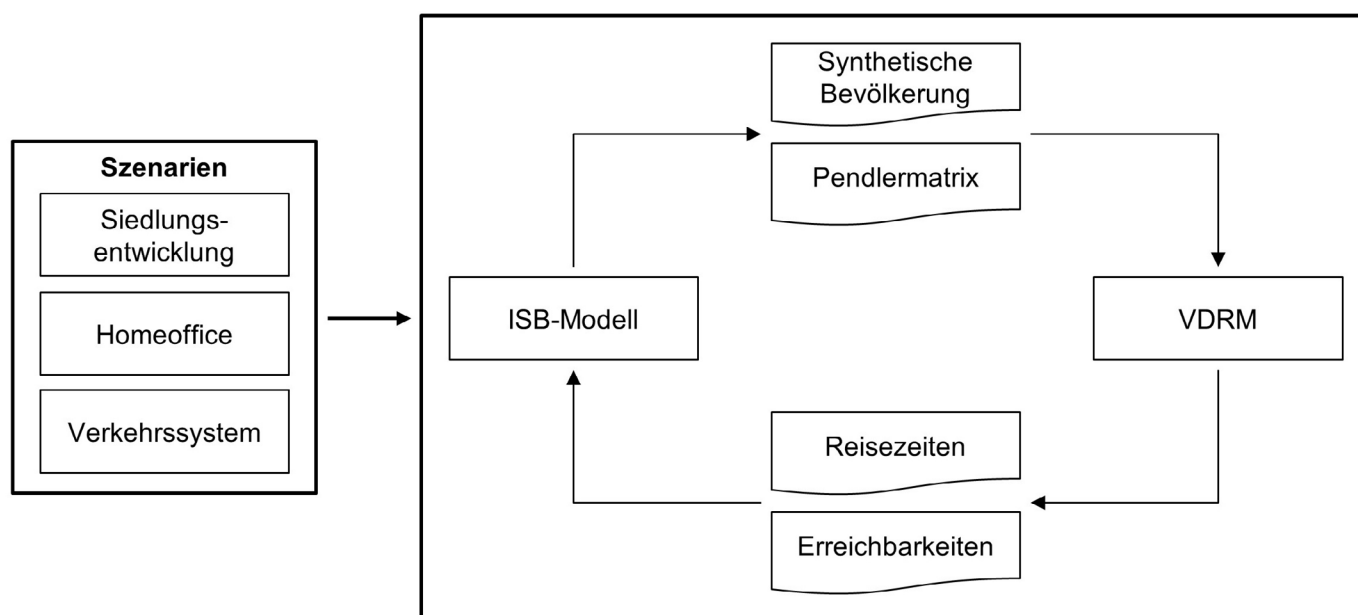


Abbildung 4: Module des ISB-Modells zur Wohnstandortwahlmodellierung, Quelle: eigene Darstellung

⁴ Modell des Instituts für Stadtbauwesen und Stadtverkehr (ISB) der RWTH Aachen University
⁵ Standardisierung der Society of Automotive Engineers (SAE), die die verschiedenen Automatisierungsstufen von Fahrzeugen beschreibt

Auch die Modellkopplung erfolgt iterativ. Ausgehend von einer initialen Bestimmung von Pendelmatrix und synthetischer Bevölkerung spielt das Verkehrsmodell Reisezeiten und Erreichbarkeiten an das ISB-Modell zurück. Das ISB-Modell errechnet auf Basis der angepassten Reisezeiten und Erreichbarkeiten eine neue Pendelmatrix sowie eine synthetische Bevölkerung, die wiederum an das Verkehrsmodell übergeben werden. Es erfolgen so viele Iterationsschritte, bis die Änderungen in den Modell-Outputs vernachlässigbar werden.

Der vorgestellte Ansatz ermöglicht es, kleinräumige Bevölkerungs- und Haushaltsdaten für Wirkungsabschätzungen zu nutzen, ohne diese direkt prognostizieren zu müssen. Stattdessen kann auf großräumige Prognosedaten zurückgegriffen werden, die weniger vom Wanderungsgeschehen abhängen und zuverlässiger sind. Dazu werden vergleichsweise wenige Eingangsdaten sowie geringe Rechenkapazitäten benötigt, sodass eine Übertragbarkeit auf andere Untersuchungsräume gegeben ist. Weiterhin können die Zusammenhänge zwischen Wohnen, Arbeiten und Mobilität untersucht werden und sowohl langfristige Entscheidungen (Wohnstandort) als auch mittel- bis kurzfristige Entscheidungen (Verkehrsmittelwahl, Zielwahl) modelliert werden. Besonders spannend ist die Analyse des Einflusses von Homeoffice sowohl auf Siedlungsentwicklung und Pendlerströme als auch auf die Verkehrsnachfrage.

4. Nachhaltigkeitsbewertung für Pendelmobilität und Wohnstandortwahl

Ein weiterer Projektbaustein in *MOBITAT 2050* ist die Entwicklung und Erprobung einer Methodik zur kommunenfeinen Bewertung von Nachhaltigkeitsfragen der Pendelmobilität im Zusammenspiel mit der darauf einwirkenden Wohnstandort- und Arbeitsortwahl. Dies umfasst zum einen umweltbezogene Fragestellungen, wobei neben Klimaschutz und Luftqualität auch die Inanspruchnahme von Flächen und Fragen der Ressourceneffizienz eine Rolle spielen. Zum anderen werden soziale Fragestellungen (zum Beispiel Mobilitätsteilnahme, Erreichbarkeit, verkehrsbezogene Gesundheitsrisiken wie Lärmbelastung und Unfälle) und wirtschaftliche Aspekte (zum Beispiel Bezahlbarkeit von Mobilität und Wohnen, kommunale Ausgaben für nachhaltige Mobilitätsangebote) untersucht. Die Nachhaltigkeitsbewertung in *MOBITAT 2050* ist primär auf den inhaltlichen Projektschwerpunkt Pendelmobilität ausgerichtet. Gleichzeitig wurde jedoch bei der Entwicklung angestrebt, dass vorgeschlagene Indikatoren zumindest teilweise auch für andere Fragen zur nachhaltigen Entwicklung von Kommunen hilfreich sind.

Als erster grundlegender Baustein der Nachhaltigkeitsbewertung wurden in einer umfassenden Literaturrecherche bestehende Nachhaltigkeitsstrategien und -ziele sowie Nachhaltigkeitsbewertungen analysiert. Die Auswertung umfasst thematisch breit angelegte Veröffentlichungen wie die UN-Nachhaltigkeitsziele (Sustainable Development Goals), die damit verknüpfte Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie, die Nachhaltigkeitsstrategie Hessen sowie die SDG-Indikatoren für Kommunen ebenso wie auf bestimmte Themen fokussierte Indikatorensets, beispielsweise zur Stadt- und Raumentwicklung (zum Beispiel INKAR – Indikatoren und Karten zur Raum- und Stadtentwicklung) und zur Mobilität (zum Beispiel EU Sustainable urban mobility indicators (SUMI)).

Auf dieser Basis wurden vier grundsätzliche Leitbilder zur Nachhaltigkeitsbewertung unter Einbezug von ökologischen, sozialen und ökonomischen Aspekten abgeleitet. Jedes Leitbild umfasst drei bis vier spezifische Zielfelder, mit denen die grundsätzlichen Nachhaltigkeitsfragestellungen für das Handlungsfeld der Pendelmobilität inklusive Bezug zur Wohn- und Arbeitsortwahl konkretisiert sowie für die späteren Anwender verständlich und anwendbar ausformuliert werden.

Die Leitbilder und Zielfelder wurden im Rahmen einer Online-Befragung einer breiten Gruppe potenzieller kommunaler und regionaler Anwender vorgestellt und im Rahmen eines Onlinetermins diskutiert. Zusätzlich wurden vertiefende Interviews mit Expertinnen und Experten für die verschiedenen Themenfelder innerhalb des Projektkonsortiums geführt. Anschließend wurden die Einschätzungen aus der Akteursbeteiligung konsolidiert und die in Tabelle 1 aufgeführten Leitbilder und Zielfelder finalisiert.

Die konkrete Bewertung der Nachhaltigkeit in den einzelnen Zielfeldern erfolgt über zwei bis vier Einzelindikatoren je Zielfeld. In einer umfassenden Recherche wurden zunächst über 150 potenziell geeignete Einzelindikatoren mit Bezug zur Pendelmobilität identifiziert. Diese wurden den entsprechenden Zielfeldern zugeordnet und anschließend auf ihre Verwendbarkeit in *MOBITAT 2050* im Detail untersucht. Zentrale Kriterien für die Indikatorenauswahl waren die Validität (inhaltliche Relevanz und Aussagekraft für das Zielfeld), Festlegung geeigneter kommunaler Zielwerte sowie die Verfügbarkeit regionaler Eingangsdaten. Weitere Einzelindikatoren kommen direkt aus den in *MOBITAT 2050* entwickelten beziehungsweise eingesetzten Wohnstandortwahl- und Verkehrsmodellen.

Ein zentrales Hemmnis für die Anwendung von Bewertungstools in der kommunalen Praxis liegt in hohen Arbeitsaufwänden, insbesondere zur Ermittlung der Eingangsdaten, sowie dem nötigen Know-how der Praxisanwenderinnen und -anwender. Für eine potenzielle Nutzung der *MOBITAT*-Bewertungsmethodik direkt durch kommunale Akteurinnen und Akteure ist daher zentral, möglichst einfach verständliche Indikatoren abzuleiten, die zudem zentral für alle Kommunen bereitgestellt oder mit geringem Aufwand in den Kommunen selbst erhoben werden können. Der kommunale Nutzen erhöht sich zudem, wenn Indikatoren auch für Fragestellungen in anderen Kontexten nutzbar sind und so über den *MOBITAT 2050*-Kontext Pendelmobilität hinaus einen Mehrwert schaffen. Ein Großteil der aus Statistiken oder Literatur vorliegenden Indikatoren erfüllt diese Anforderungen nicht oder nur eingeschränkt.

Tabelle 1: Leitbilder und Zielfelder der Nachhaltigkeitsbewertung in *MOBITAT 2050*, Quelle: eigene Darstellung

Zielbild der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie (DNS): <i>„Deutschland als fortschrittliches, innovatives, offenes und lebenswertes Land, das sich durch hohe Lebensqualität und wirksamen Umweltschutz auszeichnet. Es integriert, ist inklusiv und grenzt nicht aus, schafft Chancen für eine gleichberechtigte Teilhabe aller Menschen in allen Bereichen und auf allen Ebenen.“</i>			
Umwelt und Ressourcen <i>Welche (regionalen/globalen) Umweltwirkungen und Ressourcenverbräuche entstehen durch die Wahl von Wohn- und Arbeitsort und daraus resultierende Pendelverkehre?</i>	Gerechte Gesellschaft <i>Sind die für die Befriedigung der Grundbedürfnisse notwendige Ressourcen in den Bereichen Wohnen, Arbeiten und Mobilität ausreichend verfügbar und gerecht verteilt?</i>	Hohe Lebensqualität <i>Ermöglichen regionales Wohn- & Arbeitsangebot sowie Mobilitätsangebote eine hohe Lebensqualität der Bevölkerung, die nicht zulasten anderer Nachhaltigkeitsziele geht?</i>	Nachhaltiges Wirtschaften <i>Führen die Aktivitäten der öffentlichen Akteurinnen und Akteure zu einer für diese selbst und ander nachhaltigen Entwicklung in den Bereichen Wohnen, Arbeiten und Pendeln?</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Klima • Umweltschäden • Ressourceneffizienz 	<ul style="list-style-type: none"> • Zugang • Erreichbarkeit • Bezahlbarkeit • Gesundheit 	<ul style="list-style-type: none"> • Mobilitätsqualität • Wohnqualität • Jobattraktivität 	<ul style="list-style-type: none"> • Mobilitätsangebote • Wohnstandortentwicklung • Arbeitsstandortentwicklung

Dementsprechend lag ein wesentlicher Arbeitsschwerpunkt im Projekt auf der Entwicklung zusätzlicher, möglichst passgenauer und regelmäßig mit verfügbaren Daten aktualisierbarer Indikatoren. Dennoch ist mit der heutigen Datenlage eine umfassende Bewertung der Nachhaltigkeit nicht für alle Zielfelder vollständig möglich. Auch die Nachhaltigkeitsbewertung zukünftiger Entwicklungen für die im Projekt entwickelten Szenarien ist nur eingeschränkt möglich, unter anderem weil in den Szenarien nicht alle in der Nachhaltigkeitsbewertung adressierten Fragestellungen (zum Beispiel zukünftige Kosten der Mobilität) untersucht wurden.

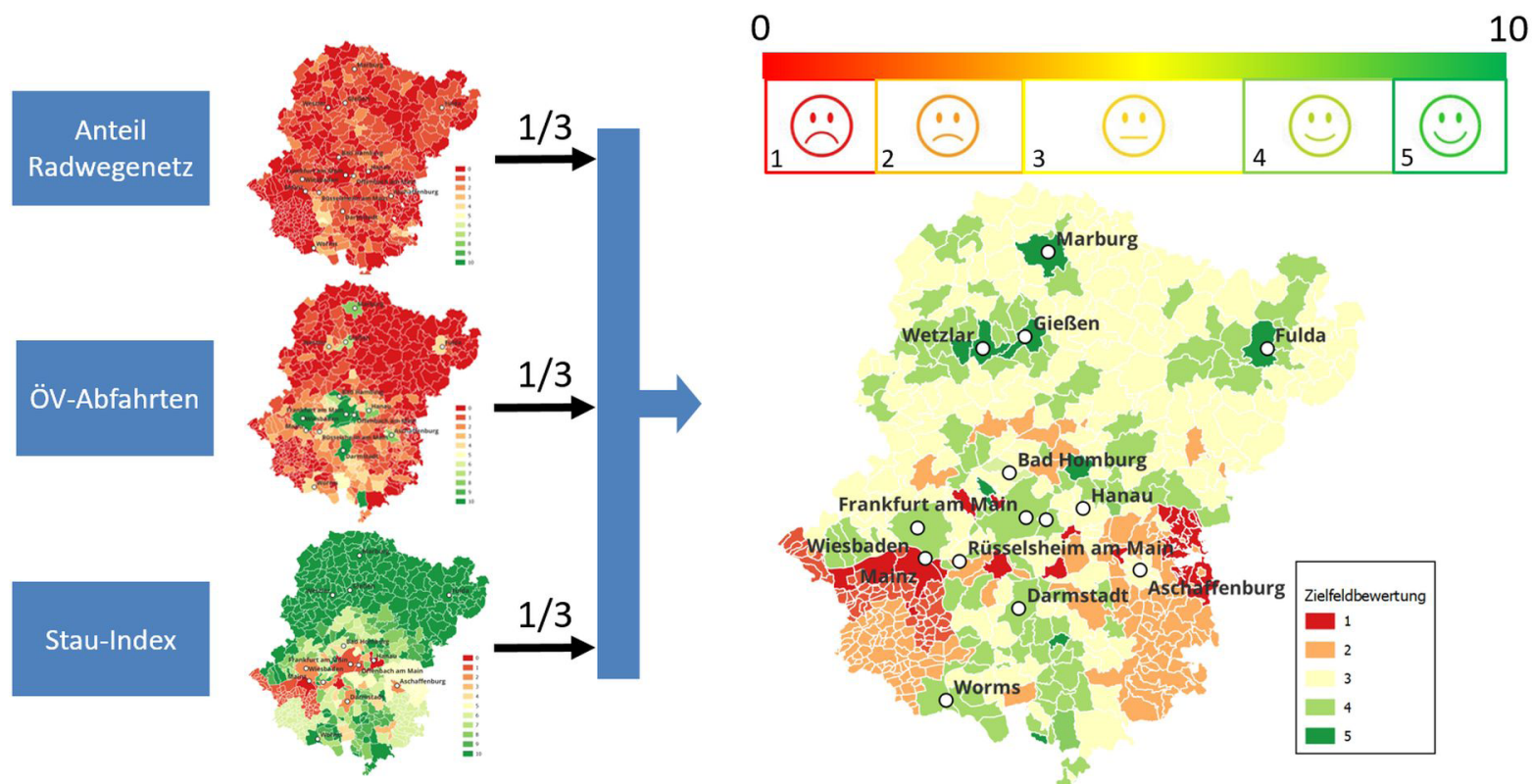


Abbildung 5: Exemplarische Bewertung im Zielfeld, Quelle: eigene Darstellung

Zur Gesamtbewertung pro Zielfeld wird ein Komposit-Indikator aus den jeweiligen Einzelindikatoren gebildet. In den meisten Zielfeldern entspricht dieser Komposit-Indikator dem ungewichteten Mittelwert aller Einzelindikatoren. Teilweise wird eine abweichende Gesamtbewertung über gewichtete Mittelwerte oder Aufsummierung der Einzelindikatoren (zum Beispiel externe Kosten) definiert. Abbildung 5 veranschaulicht die Zielfeldbewertung am Beispiel des Zielfelds „Mobilitätsqualität“. Das Beispiel zeigt auch die teilweise gegensätzlichen Ergebnisse von Indikatoren innerhalb eines Zielfelds in einer Kommune, die sich dementsprechend in der Gesamtbewertung teilweise kompensieren, sowie die erheblichen Unterschiede einzelner Indikatoren im regionalen Vergleich. Dementsprechend erfordert eine belastbare Interpretation der Zielfeldbewertung innerhalb einer Kommune oder im interkommunalen Vergleich meist auch die vergleichende Betrachtung der zugrundeliegenden Einzelindikatoren.

Aus allen Zielfeldern pro Leitbild ergibt sich die Gesamtbewertung des jeweiligen Leitbilds. Eine aggregierte Gesamtbewertung über alle Leitbilder ist dagegen nicht zielführend, da verschiedene Leitbilder nicht objektiv gegeneinander verrechnet werden können: Hohe Umweltqualität kann keine geringe soziale Gerechtigkeit ausgleichen, vielmehr müssen hohe Nachhaltigkeitsbewertungen in jedem Leitbild angestrebt werden. Abbildung 6 zeigt schematisch, wie in *MOBITAT 2050* die Gesamtbewertung der Nachhaltigkeit über alle Leitbilder und Zielfelder in einer Kommune dargestellt werden kann.



Abbildung 6: Exemplarische Bewertung im Zielfeld, Quelle: eigene Darstellung

Die in *MOBITAT 2050* entwickelte Nachhaltigkeitsbewertung ermöglicht einen interkommunalen Vergleich verschiedener ökologischer und sozioökonomischer Fragestellungen mit Bezug zur Pendelmobilität. Ebenso kann die Nachhaltigkeitsbewertung innerhalb der einzelnen Kommunen zur Bewertung und Priorisierung von Handlungsbedarfen anhand der aktuellen Situation sowie zum Monitoring laufender Entwicklungen eingesetzt werden. Einer unmittelbaren Anwendung in der kommunalen Praxis steht dabei noch eine Reihe von Herausforderungen entgegen. Insbesondere erschwert bisher die eingeschränkte Verfügbarkeit kommunenspezifischer und mit wenig Aufwand zu erhebender Eingangsdaten eine direkte Nutzung durch kommunale Anwenderinnen und Anwender. Ein Großteil der für die Indikatoren erforderlichen Eingangsdaten ist regelmäßig in Statistiken verfügbar, wobei der damit verbundene Aufwand für einzelne Kommunen hoch ist, da die Daten von jeder Kommune selbst aus verschiedenen Quellen erhoben werden müssen. Ein Teil der in *MOBITAT 2050* verwendeten Eingangsdaten liegt bisher nur einmalig für das Untersuchungsgebiet vor. Einige für die Nachhaltigkeitsbewertung wichtige Bereiche haben generell auf kommunaler Ebene eine schlechte Datenlage (insbesondere Umweltwirkungen im Bereich Wohnen) und konnten daher in *MOBITAT 2050* auch bei inhaltlicher Relevanz nicht bewertet werden. Perspektivisch könnte mit weiteren Verbesserungen der regionalen Datenlage sowie einer zentralen Aufbereitung von Eingangsdaten und deren Bereitstellung in einem leicht anwendbaren Tool zur automatisierten Berechnung aller Indikatoren, Zielfelder und Leitbilder die hier entwickelte Nachhaltigkeitsbewertung in den Kommunen zur Unterstützung einer nachhaltigen Entwicklung eingesetzt und dabei auch auf andere Regionen übertragen werden.

5. Schlussfolgerungen

Für das Gelingen der Mobilitätswende ist eine nachhaltige Gestaltung des Pendelverkehrs unabdingbar. Pendelverkehr ist für einen hohen Anteil der Verkehrsleistung verantwortlich. Über Arbeitgebende ist die Zielgruppe der Pendelnden im Rahmen von betrieblichen Mobilitätsmanagement zudem gut erreichbar. Der reine Fokus auf den Pendelverkehr reicht jedoch nicht aus. Vorgelagerte Entscheidungen der Wohnstandort- und Arbeitsplatzwahl sowie Entscheidungen über den Kauf eines Pkw oder einer Zeitkarte des ÖPNV haben einen hohen Einfluss auf die Wegerelation und die Verkehrsmittelwahl beim Pendeln. Gefragt sind daher alle Akteurinnen und Akteure in einer Region, die Einfluss auf den Verkehr, die Siedlungsentwicklung und die Ansiedlung von Arbeitsplätzen haben. Für diesen erweiterten Blick hat das Projekt *MOBITAT 2050* ein Instrumentarium aufgebaut, um gleichermaßen den Einfluss von Wohnen, Arbeiten und Mobilität auf die Pendelmobilität abzubilden. Die Entwicklung einer Methodik und Analyse von Datengrundlagen zur Bewertung der Nachhaltigkeit einzelner Kommunen sowie im interkommunalen Vergleich trägt zur Identifizierung von Ansatzpunkten für zielgerichtetes Handeln von Politik und Planung in den vier Zielfeldern (1) Umwelt und Ressourcen, (2) gerechte Gesellschaft, (3) hohe Lebensqualität und (4) nachhaltiges Wirtschaften bei. Die entwickelte Methodik wurde für das Untersuchungsgebiet der Metropolregion FrankfurtRheinMain angewendet. In der verbleibenden Projektlaufzeit werden die Szenarien-basierten Modellergebnisse mit der Nachhaltigkeitsbewertung zusammengeführt und ein abschließendes Fazit gezogen.

Literaturverzeichnis

DLR (2022): Sechste DLR-Erhebung zu Mobilität & Corona, 9-Euro-Ticket und Senkung der Kraftstoffpreise, online: https://www.dlr.de/de/vf/medien/publikationen/dlr_hintergrundpapier-sechste-erhebung-zu-mobilitaet-corona.pdf

Dubernet, I. & Kolarova, V. (2024): Unveiling the telework effect: How remote work alters residential choices and commuting preferences. Transportation Research Board (TRB), 103rd Annual Meeting, 7–11 January 2024, Washington.

Eggs, J.; Follmer, R.; Gruschwitz, D.; Nobis, C.; Bäumer, M. & Pfeiffer, M. (2018): Mobilität in Deutschland – MiD Methodenbericht. Studie von infas, DLR, IVT und infas360 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (FE-Nr. 70.904/15), Bonn, Berlin.

Nobis, C. & Klein-Hitpaß, A. (2020): Baustellen der Mobilitätswende. Wie sich die Menschen in Deutschland fortbewegen und was das für die Verkehrspolitik bedeutet. Studie im Auftrag der Agora Verkehrswende, Berlin.

Nobis, C. & Kuhnimhof, T. (2018): Mobilität in Deutschland – MiD Ergebnisbericht. Studie von infas, DLR, IVT und infas360 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (FE-Nr. 70.904/15), Bonn, Berlin.