

Neue Tagesganglinien des Quell- und Zielverkehrs – Auswertung der MiD-Daten zum nutzungsspezifischen Tagesgang der Verkehrsnachfrage

Die frei verfügbaren Wegedatensätze aus der bundesweiten Studie „Mobilität in Deutschland 2017“ ermöglichen die Berechnung zweckbezogener Quell- und Zielverkehrsganglinien. Diese sind ein wichtiges Eingangsdatum für vorhabenbezogene Verkehrsuntersuchungen, wobei für verkehrs- und emissionstechnische Betrachtungen die Verfügbarkeit stundenscharfer Anteilswerte von Interesse ist. Der Beitrag dokumentiert anhand des frei verfügbaren, vollständig anonymisierten Wegedatensatzes der MiD 2017 ermittelte, durchschnittliche zweckbezogene Quell- und Zielverkehrsganglinien und untersucht darauf aufbauend, welche Begleitumstände einen erheblichen Einfluss auf den Verlauf der Ganglinien haben. Es zeigen sich teilweise deutliche Abweichungen von den Ganglinien der vorangegangenen Erhebungen und ein überraschend ausgeglichener Tagesgang beim Wegezweck Einkauf.

Publicly available trip data from the nationwide german mobility survey “Mobilität in Deutschland 2017” allows calculating load curves of origin and destination traffic for individual trip purposes. These load curves are an important input for project-related traffic impact studies, where technical and emission-related analyses require hourly values of traffic demand. This contribution documents average, purpose-specific origin- and destination traffic load curves derived from the publicly available, fully anonymized trip dataset of the MiD 2017 and looks at further variables for their impact on the shape of load curves. For some trips, pronounced deviations from load curves derived from earlier mobility surveys were observed, and a surprisingly balanced load curve for shopping trips.

Veranlassung

Der Tagesgang des Quell- und Zielverkehrs am Ort der Verkehrsentstehung ist eine wesentliche Grundlage für verkehrs- und emissionstechnische Untersuchungen. Während für verkehrstechnische Untersuchungen meist das höchste stündliche Aufkommen im Ziel- oder Quellverkehr von Interesse ist (FGSV 2015), ist für emissionstechnische Berechnungen das Gesamtaufkommen in verschiedenen Stundengruppen relevant. In der planerischen Praxis wird hierfür auf vorliegende Erhebungen des Tagesgangs an vergleichbaren Standorten zurückgegriffen, die in der einschlägigen Literatur für spezielle Nutzungen (z. B. Bosserhoff et al. (2003) für Schnellrestaurants) oder in entsprechenden Zusammenstellungen (z. B. Parkplatzlärmstudie (LfU 2007), VER_BAU (Bosserhoff 2019)) ausführlich dokumentiert sind. Darüber hinaus liefern die durch Haushaltsbefragungen gewonnenen Daten der Studien „Mobilität in Städten – SrV“ von 2018 stundengenaue Werte des Tagesgangs für den Beginn der Wege für einige Wegezwecke und Verkehrsmittel Gerike et al. (2020); für die bundesweiten Studien „Mobilität in Deutschland“ (MiD) von 2002 (infas, DIW 2003) bzw. 2008 (infas, DLR 2010) wurden

Stundengruppen und Startzeiten von Wegen ausgewertet. Finden sich in der Literatur bzw. in den genannten Studien keine geeigneten Richtwerte, werden entsprechende Werte für den Tagesgang aus Plausibilitätsüberlegungen in Anlehnung an z. B. Betriebsabläufe, typische Ganglinien (z. B. (Fitschen et al. 2019) oder Worst-Case-Szenarien gewählt oder eigene Erhebungen durchgeführt (ARGUS 2016). Zusammengefasst werden zur Abschätzung der tageszeitlichen Verteilung bei vorhabenbezogenen Verkehrsprognosen im Regelfall Datengrundlagen verwendet, die entweder sehr individuell (Vergleichsdaten einzelner Standorte) oder stark verallgemeinert (empirische Durchschnittswerte) sind. Beides wird hinsichtlich der Genauigkeit oft überbewertet bzw. überinterpretiert.

Vor diesem Hintergrund erscheint die Auswertung und Veröffentlichung weiterer Datenquellen hilfreich. Diese Möglichkeit besteht mit den frei verfügbaren Wegedatensätzen der deutschlandweiten Studie „Mobilität in Deutschland“ MiD von 2017 (Nobis et al. 2018). Aus den Start- und Endzeitpunkten der erhobenen Wege lassen sich Tagesganglinien für unterschiedliche Wegezwecke berechnen, wobei die zahlreichen persönlichen, räumlichen und verkehrlichen

Attribute der Wege eine sehr feine, nur durch die Verfügbarkeit ausreichender Stichproben begrenzte Differenzierung von Wegezwecken und äußeren Umständen der Wege gestatten.

Anlässlich der kritischen Aktualisierung einer vorhabenbezogenen Verkehrsuntersuchung wurden die Wegedatensätze der MiD 2017 einer spezifischen Auswertung unterzogen. Die teilweise überraschenden Ergebnisse legten eine allgemeinere Analyse der aus den MiD-Wegedatensätzen ablesbaren Quell- und Zielverkehrsganglinien nahe, die in den bisherigen Berichten zur jüngsten MiD und durch das Online-Analysetool „Mobilität in Tabellen“¹ noch nicht in einer

¹ <https://www.mobilitaet-in-tabellen.de/mit/>.

■ Verfasser

Dipl.-Ing. Timotheus Klein
t.klein@argus-hh.de

ARGUS Stadt und Verkehr
Admiralitätsstraße 59
20459 Hamburg

für die Praxis vorhabenbezogener Verkehrsprognosen geeigneten Form und Differenzierung erfolgt ist: in 24 einstündigen Intervallen und differenziert nach Wegezwecken am Ausgangs- bzw. Endpunkt der Wege, sodass sich typische Quell- und Zielverkehrsganglinien ableiten lassen. Diese Lücke versuchen wir mit den folgenden Ausführungen zu verkleinern.

Dabei ist das Ziel der Untersuchung zunächst, aktuelle wegezweckspezifische Quell- und Zielverkehrsganglinien zu ermitteln und mit denen der vorangegangenen MiD-Studien von 2008 und 2002 gegenüberzustellen, wie sie in der gängigen Datenzusammenstellung von VER_BAU dokumentiert sind. In einem folgenden Schritt sind diejenigen Einflussgrößen zu identifizieren, für die sich nach dem Wegezweck und den Wochentagsgruppen (Wochenende, Arbeitswoche, Kernwoche) die stärkste Variation im Tagesgang der Verkehrsnachfrage zeigen.

Methode

Für die Untersuchung zweckbezogener Quell- und Zielverkehrsganglinien muss der Wegezweck am Ausgangs- bzw. Endpunkt der Wege bekannt sein. Da der Datensatz nur den Wegezweck am Ziel des Weges ausweist, muss der Wegezweck am Anfang des Weges rekonstruiert werden, was anhand der Personen-Identifikationsnummer und der laufenden Nummer des Weges mit wenigen Ausnahmen möglich ist. Des Weiteren ist der Wegezweck „Rückweg vom vorherigen Weg“ anhand der Wegekette mit aussagekräftigen Wegezwecken zu versehen.: der „Rückweg vom vorherigen Weg“ hat den Ort bzw. Wegezweck am Startort des vorangegangenen Weges zum Ziel. Anhand des so ergänzten Datensatzes lassen sich zweckbezogene Ziel- und Quellverkehrsganglinien ableiten.

Diese werden in einem ersten Schritt den zweckspezifischen Tagesganglinien gegenübergestellt, die auf den vorangegangenen MiD-Studien von 2002 und 2008 basieren und seither in zahlreichen Verkehrsuntersuchungen verwendet wurden.

Ausgehend vom Wegezweck als vorrangigem Merkmal, das mutmaßlich den größten Einfluss auf den Tagesgang hat und für die Erstellung von Verkehrsprognosen relevant ist, werden darauf aufbauend Kombinationen der übrigen Einflussfaktoren wie z. B.

Hauptverkehrsmittel oder Bundesland (s. u.) mit dem Wegezweck untersucht. Der Einfluss dieser Faktoren auf den Tagesgang wird durch Berechnung des Koinzidenzverhältnisses (KV) zwischen der nur für einen Wegezweck berechneten Ganglinie und der für denselben Wegezweck verbunden mit weiteren Einflussfaktoren berechneten Ganglinie (1). Stimmen die prozentualen Anteile in allen 24 Stunden überein, ergibt sich ein KV von 1,0. Je stärker die Ganglinien voneinander abweichen, desto kleiner wird das KV.

$$KV = \sum_k RH_{(\min,k)} \quad (1)$$

mit:

k: Laufindex der Klassen bzw. Intervalle

$RH_{\min,k}$: Kleinerer Wert der relativen Häufigkeit beider Klassen k.

Bei der Gegenüberstellung von Ganglinien ist einerseits die Effektgröße zu beachten, d. h. die Frage, ob sich die prozentualen Anteilswerte der einstündigen Intervalle in einem planungsrelevanten Ausmaß voneinander unterscheiden. Für die Effektgröße wird hier in Anlehnung an Wittwer (2008) der Minimalwert von 2 Prozentpunkten verwendet.

Andererseits ist bei der Auswertung der Datensätze zu beachten, dass eine hinreichend große Stichprobengröße bzw. ein hinreichend kleiner statistischer Fehler gewährleistet ist. Die Vertragsbedingungen zur Nutzung der Erhebungsdaten der MiD 2017 empfehlen als Datenbasis 630 oder mehr Wege, um hinreichend statistisch genaue Aussagen abzuleiten. Zudem wird die individuelle Berechnung des Standardfehlers gefordert, um die statistische Genauigkeit der Analyseergebnisse darzustellen. Die hier vorgenommene Analyse von Tagesganglinien berechnet zunächst für jede Ganglinie den Standardfehler (SE) für alle 24 Prozentwerte einer Ganglinie, wobei der jeweilige Prozentwert als Standardabweichung in die Formel zur Berechnung des Standardfehlers eingeht (2).

$$SE = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

mit:

SE: Standardfehler

s: Standardabweichung der Stichprobe

n: Stichprobengröße.

Für aussagekräftige KV ist zu fordern, dass deren Abstand von 1,0 größer ist als die Summe der Konfidenzintervalle aller einstündigen Intervalle der beiden Ganglinien

(3). Die Konfidenzintervalle werden für einen Vertrauensbereich von 95 % berechnet.

$$1-KV \leq 1.96 \cdot \sum_k (SE_{z,k} + SE_{z',k}) \quad (3)$$

mit:

k: Laufindex der Klassen bzw. Intervalle

z: Wegezweck

z': Wegezweck und weitere Randbedingung.

Die KV werden für alle Wegezwecke jeweils für Quell- und Zielverkehre berechnet. Eine Auswahl der stärksten Abweichungen, d. h. der Ganglinienpaare mit den niedrigsten KV, wird in Diagrammen dargestellt und erörtert. Ganglinien, bei denen die Summe der 2*24 Konfidenzintervalle für den 95-%-Vertrauensbereich über der minimalen Effektgröße von 2 % liegt, werden nicht weiter betrachtet.

Ziel dieser ergebnisoffenen Herangehensweise ist es, im Hinblick auf die Modellierung von Nachfragespitzen diejenigen Attribute zu identifizieren, denen ein entsprechend deutlicher Einfluss auf die Ganglinien nachzuweisen ist. Fragestellungen zu den Auswirkungen einzelner Attribute, wie sie in den Ergebnisberichten zur MiD thematisiert werden, werden damit nicht beantwortet.

Die Auswertung der MiD-Daten erfolgt anhand des vollständig anonymisierten Standard-Datensatzpaketes. Die Wegetabelle in diesem Datensatz beschreibt insgesamt 115 Attribute, die teilweise durch Klassifizierungen gebildet und insofern redundant sind. Im Hinblick auf die Relevanz für vorhabenbezogene Verkehrsuntersuchungen wurden folgende Attribute ausgewählt, um den Datensatz zu filtern und entsprechend spezifische Ganglinien abzuleiten:

- a) Wegezweck
- b) Kernwoche (Di.–Do.)
- c) Arbeitswoche (Mo.–Fr.)
- d) Saison
- e) Hauptverkehrsmittel
- f) Ökonomischer Status
- g) Geschlecht
- h) Bundesland
- i) Regionalstatistischer Regionstyp (RegioStaR) mit 5 Kategorien
- j) Wohnlage
- k) Qualität Nahversorgung
- l) Qualität ÖPNV.

Bekanntermaßen hat der Wochentag einen erheblichen Einfluss auf das Verkehrsaufkommen (GGR 2005), sodass der mittlere

Tagesgang des Quell- oder Zielverkehrs über die gesamte Woche wenig praktische Relevanz hat. Die Variation der Tagesganglinien wird daher für die Arbeitswoche, die Kernwoche und das Wochenende analysiert.

Die Auswertung erfolgte mit PostgreSQL, Python und Excel (Diagramme); zur Validierung der Ergebnisse wurden ausgewählte Tabellen mit dem Online-Tool MiT² erstellt und reproduziert.

Ergebnisse

Wegezeckspezifische Ganglinien 2017

Die Ergebnisse für die Kernwoche unterscheiden sich nur unwesentlich von denen der Arbeitswoche, das kleinste KV findet sich mit 0,969 bei der Gegenüberstellung der Quellverkehrsganglinien für den Wegezweck „dienstlich“, die größte absolute prozentuale Abweichung mit ca. 1,0 % bei Quellverkehr für den Wegezweck „Arbeit“. Aufgrund der größeren Stichprobe konzentrieren sich die weiteren Ausführungen auf die Ergebnisse für die Arbeitswoche.

Auffällig ist zunächst die hohe Anzahl berichteter Wege beim Wegezweck Freizeit und der deutliche Überhang berichteter Wege im Zielverkehr in einer Größenordnung von ca. 20%, die in ähnlicher Größenordnung bei den hochgerechneten Wegen und bei den Zahlen für die Kernwoche zu beobachten ist. Die Anteile der Wegezwecke zueinander ähneln anderen Analysen zum Verkehrsverhalten in Deutschland (Badrow 2000; GGR 2005; Nobis et al. 2018).

Die beiden höchsten Prozentwerte für Stundengruppen in den wegezweckspezifischen Ergebnissen (Tabelle 1) finden sich im Zielverkehr zu nichtdisponiblen Aktivitäten wie Ausbildung (54,8 %) und Arbeit (27,5 %). Die Quellverkehrsganglinien dieser Aktivitäten zeigen demgegenüber abgeschwächte Spitzenstundenanteile mit 17,3 % bei Arbeit und 22,4 % bei Ausbildung. Ein ähnlich hoher Spitzenstundenanteil berechnet sich für den Quellverkehr von Wohnen (17,9 %), der offenkundig mit dem Zielverkehr von Arbeit und Ausbildung korrespondiert. Beim Wegezweck Einkauf liegt der höchste Spitzenstunden-

anteil vormittags im Zielverkehr bei 13,3 %; während der üblichen Stoßzeiten zwischen 6 und 9 Uhr am Vormittag bzw. 15 und 19 Uhr am Nachmittag liegt der maximale Spitzenstundenanteil des Wegezwecks Einkauf bei 10,3 %. Die übrigen maximalen Spitzenstundenanteile liegen zwischen 10 und 13 % in Größenordnungen standardisierter Tagesganglinien des motorisierten Straßenverkehrs (Fitschen et al. 2019).

Gegenüberstellung mit MiD 2008 und MiD 2002

Der Vergleich mit den wegezweckspezifischen Ganglinien auf Grundlage der MiD 2008 bzw. 2002 beschränkt sich auf die in VER_BAU (Bossert 2019) veröffentlichten Wegezwecke und im Fall der MiD 2002 auf die Ganglinien für die alten Bundesländer (Tabelle 2). Die stärksten Abweichungen bzw. niedrigsten KV ergeben sich für die Wegezwecke Ausbildung in der Gegenüberstellung mit der MiD 2002 und Wohnen in

² <https://www.mobilitaet-in-tabellen.de/mit/>.

RTB Motorradlärm-Schutz

SPASS AM BIKEN, ABER LEISE

WISSENSCHAFTLICH BEWIESENE
SENKUNG VON GESCHWINDIGKEIT
UND LÄRM DURCH GEZIELTE
ANSPRACHE

Wir sind dabei!
B7.411

HAMBURG
ITS World Congress
11 - 15 Oct 2021
Experience Future Mobility Now

RTB
www.rtb-bl.de | Tel. +49 5252 9706-0

- LZA
- Detektion
- Parken
- E-Mobilität

Intervall	Arbeit		Dienstlich		Ausbildung		Einkauf		private Erledigung		Bringen und Holen		Freizeit		Wohnung	
	Ziel	Quell	Ziel	Quell	Ziel	Quell	Ziel	Quell	Ziel	Quell	Ziel	Quell	Ziel	Quell	Ziel	Quell
0-1	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,4 %	0,1 %
1-2	0,1 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,1 %	0,1 %
2-3	0,1 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,1 %
3-4	0,3 %	0,0 %	0,2 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %
4-5	1,0 %	0,1 %	0,2 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,7 %
5-6	6,8 %	0,3 %	0,7 %	0,3 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,3 %	0,2 %	0,2 %	0,1 %	0,1 %	3,1 %
6-7	15,3 %	0,9 %	2,0 %	0,5 %	2,5 %	0,4 %	0,3 %	0,2 %	0,4 %	0,1 %	1,3 %	1,1 %	0,5 %	0,3 %	0,3 %	7,9 %
7-8	27,5 %	1,4 %	6,9 %	2,2 %	54,8 %	2,5 %	1,9 %	1,2 %	2,5 %	0,7 %	10,9 %	8,9 %	1,1 %	0,6 %	0,8 %	17,9 %
8-9	19,5 %	1,4 %	10,1 %	4,2 %	23,3 %	1,2 %	5,7 %	3,1 %	7,2 %	3,1 %	12,1 %	10,8 %	2,8 %	0,9 %	1,8 %	11,0 %
9-10	7,9 %	1,5 %	11,0 %	5,7 %	5,3 %	1,1 %	10,4 %	6,6 %	10,4 %	6,7 %	4,7 %	5,3 %	4,5 %	1,7 %	2,6 %	8,0 %
10-11	2,8 %	2,0 %	10,6 %	6,9 %	2,0 %	1,3 %	13,3 %	10,1 %	11,2 %	9,2 %	3,7 %	3,4 %	5,0 %	3,2 %	3,8 %	6,6 %
11-12	2,0 %	3,3 %	9,9 %	9,6 %	1,4 %	4,9 %	10,1 %	11,8 %	9,5 %	10,6 %	4,3 %	3,9 %	4,8 %	4,3 %	5,5 %	4,1 %
12-13	3,4 %	9,7 %	8,7 %	10,2 %	2,0 %	15,1 %	7,8 %	9,0 %	7,5 %	8,9 %	6,4 %	6,4 %	5,5 %	5,0 %	7,1 %	3,3 %
13-14	5,0 %	8,4 %	7,3 %	8,6 %	2,5 %	22,4 %	5,9 %	6,7 %	6,3 %	7,0 %	6,1 %	5,5 %	5,2 %	4,9 %	7,6 %	4,2 %
14-15	2,5 %	10,4 %	7,9 %	8,5 %	2,0 %	13,5 %	7,6 %	7,1 %	8,6 %	7,8 %	8,9 %	8,0 %	7,5 %	5,3 %	7,1 %	5,6 %
15-16	1,2 %	12,5 %	6,6 %	10,0 %	1,6 %	18,9 %	8,7 %	8,6 %	8,9 %	8,8 %	12,4 %	11,9 %	10,1 %	6,7 %	9,1 %	6,1 %
16-17	1,3 %	17,3 %	5,6 %	11,5 %	1,2 %	11,7 %	9,4 %	10,3 %	9,0 %	9,8 %	10,9 %	11,5 %	11,2 %	9,1 %	11,7 %	5,8 %
17-18	0,9 %	13,4 %	4,6 %	8,1 %	0,5 %	3,4 %	8,5 %	9,9 %	7,4 %	9,5 %	6,9 %	8,5 %	11,2 %	11,3 %	12,0 %	5,4 %
18-19	0,7 %	8,6 %	3,4 %	6,3 %	0,4 %	1,6 %	6,3 %	7,8 %	5,2 %	6,9 %	5,3 %	6,9 %	11,4 %	11,9 %	10,5 %	4,5 %
19-20	0,4 %	3,5 %	2,0 %	3,0 %	0,2 %	0,8 %	2,8 %	5,1 %	3,0 %	4,5 %	2,7 %	3,8 %	10,0 %	9,9 %	7,0 %	3,2 %
20-21	0,3 %	1,8 %	0,9 %	1,6 %	0,1 %	0,5 %	0,8 %	1,6 %	1,5 %	2,7 %	1,4 %	1,8 %	5,0 %	7,9 %	4,5 %	1,2 %
21-22	0,6 %	1,2 %	0,5 %	1,3 %	0,1 %	0,3 %	0,3 %	0,5 %	0,6 %	1,9 %	0,7 %	1,0 %	2,0 %	7,5 %	3,4 %	0,5 %
22-23	0,2 %	1,7 %	0,4 %	1,0 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,2 %	0,4 %	1,1 %	0,5 %	0,6 %	1,2 %	6,0 %	2,9 %	0,2 %
23-0	0,1 %	0,6 %	0,2 %	0,5 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,6 %	0,3 %	0,4 %	0,6 %	3,4 %	1,7 %	0,1 %
n	77.074	75.407	19.730	18.707	27.867	27.512	75.476	73.208	71.069	67.062	35.131	33.225	101.004	84.238	252.056	262.543

Tabelle 1: Wegezweckspezifische Quell- und Zielverkehrsganglinien, Arbeitswoche (Mo.–Fr.), Deutschland gesamt, auf Grundlage des anonymisierten Wegedatensatzes der MiD 2017 mit n = als Anzahl der Wege/Stichprobengröße. Hervorgehobene Werte werden im Text erörtert

	MiD 2008 (Rhein-Main)		MiD 2002 (alte Bundesländer)	
	Zielverkehr	Quellverkehr	Zielverkehr	Quellverkehr
Arbeit	0,90	0,88	0,86	0,93
Ausbildung	-	-	0,70	0,81
Einkauf	-	-	0,94	0,95
Freizeit	0,94	0,88	0,92	0,90
Wohnung	0,71	0,70	0,93	0,94

Tabelle 2: Koinzidenzverhältnisse zweckbezogener Ganglinien der MiD 2002 und 2008 (VER_BAU) und der MiD 2017

Abweichungen zwischen den Ganglinien für den Wegezweck Arbeit mit einer um 2 Stunden verschobenen Quellverkehrsspitze und einer Zielverkehrsspitze am Vormittag kann an dieser Stelle keine Erklärung gegeben werden.

Einflussgrößen des Tagesgangs

Mit 16 Quell- und Zielverkehrsganglinien von 8 Wegezwecken und 49 Merkmalsausprägungen der 9 Attribute d) – l) (s. o.) werden für jeden untersuchten Wochentagstyp 784 Vergleiche berechnet. Bei der Arbeitswoche erfüllen 60 davon die einleitend genannten Kriterien, von denen die mit den 10 niedrigsten KV (also die Merkmale, die zu den stärksten Abweichungen vom Durchschnitt führen) im Folgenden vorgestellt werden (Tabelle 3). Die niedrigste Stichprobengröße

der MiD 2008, bei der es sich um eine Sonderauswertung für das Rhein-Main-Gebiet handelt (Bild 1).

Die Zensuskorrektur scheidet zur Erklärung der auffälligen Abweichungen aus (Bäumler et al. 2019), wahrscheinlicher sind Effekte der auf die alten Bundesländer bzw. die

Rhein-Main-Region reduzierten Bezugsregion. Diese könnten in Verbindung mit über die 15 Jahre veränderten Lebens- und Arbeitsgewohnheiten einerseits und Erhebungsmethoden andererseits die bis auf die Zielverkehrsspitze am Morgen moderaten Abweichungen erklären (Bild 1). Für die

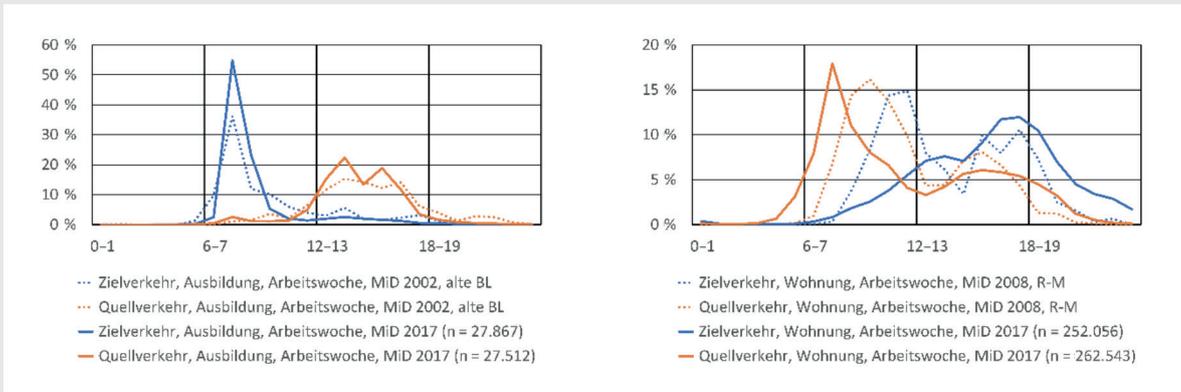


Bild 1: Tagesganglinien für den Wegezweck Ausbildung, Auswertung MiD 2002 für alte Bundesländer und MiD 2017 für Gesamt Deutschland (li.), für den Wegezweck Arbeit, Auswertung MiD 2008 für Rhein-Main Gebiet und MiD 2017 für Gesamt Deutschland (re)

in dieser Auswahl liegt bei 9.716 Wegen als Datenbasis einer Ganglinie.

Die niedrigsten Koinzidenzverhältnisse treten bei den nicht disponiblen Tätigkeiten Arbeit und Ausbildung sowie der häufig am anderen Ende des Weges stehenden Wohnung auf. Nutzer des öffentlichen Personenverkehrs (ÖPV) zeigen sowohl im Quell- als auch im Zielverkehr der Arbeitsstätte eine breitere Spitze als der Durchschnitt. Gleichzeitig weisen sie eine überdurchschnittlich hohe Quellverkehrsspitze am Wohnort auf. Hier könnte die Verkehrsmittelwahl im Tagesverlauf eine Rolle spielen, die am frühen Morgen stärker zugunsten des ÖPV ausfällt, während die Quellverkehrsganglinie aller Verkehrsmittel durch weitere Wege im restlichen Tagesverlauf gedämpft wird (Bild 2).

Neben dem Verkehrsmittel geht ein sehr hoher ökonomischer Status mit zeitlichen Verlagerungen der Nachfrage einher. Der ökonomische Status eines Haushalts wird aus anhand des Haushaltseinkommens und der Haushaltsgröße einer von 5 Klassen von „sehr niedrig“ bis „sehr hoch“ zugeordnet. Einem sehr hohen Status werden beispielsweise Einpersonenhaushalte mit mehr als 4.000 Euro monatlichem Nettoeinkommen zugeordnet, und alle Haushalte mit einem

Wegezweck	Einflussgröße	Koinzidenzverhältnis Zielverkehrsganglinie	Koinzidenzverhältnis Quellverkehrsganglinie
Ausbildung	Bundesland Bayern	0,93	0,89
Arbeit	Verkehrsmittel ÖPV	0,86	0,88
Arbeit	Ökonomischer Status sehr hoch	0,89	0,91
Arbeit	Regionalstatistischer Gemeindetyp Metropole	0,85	0,92
Arbeit	Regionalstatistischer Gemeindetyp kleinstädtischer, dörflicher Raum	0,89	0,96
Wohnung	Verkehrsmittel zu Fuß	-	0,89
Wohnung	Verkehrsmittel ÖPV	0,89	0,79
Wohnung	Ökonomischer Status sehr hoch	0,92	0,90

Tabelle 3: niedrigste Koinzidenzverhältnisse (fett) für die Gegenüberstellung zweckspezifischer Quell- und Zielverkehrsganglinien mit entsprechenden Ganglinien unter Berücksichtigung einer weiteren Einflussgröße, die alle genannten Anforderungen erfüllten (Stichprobe, Effektgröße, Konfidenzintervalle)

monatlichen Nettoeinkommen über 7.000 Euro (Nobis et al. 2018). Die Quell- und Zielverkehrsganglinien für den Wegezweck Arbeit deuten bei ähnlich stark ausgeprägten Spitzen auf variabelere Arbeitszeiten hin (Bild 3). Auffälliger ist die um 5,5 Prozentpunkte stärkere Spitze im morgendlichen Quellverkehr der Wohnung, eine unter Umständen planungsrelevante Größenordnung.

Die Gegenüberstellung der durchschnittlichen Ganglinien für den Wegezweck Arbeit mit denen der Einwohner kleinstädtischer bzw. dörflicher Räume einerseits und Metropolen andererseits zeigt in der Diagrammdarstellung keine gravierenden Divergenzen, weist bei genauerem Hinsehen jedoch auf spezifische Verhaltensweisen der Beschäftigten hin (Bild 4): Die Beschäftigten aus kleinstädtischen oder dörflichen Regionen

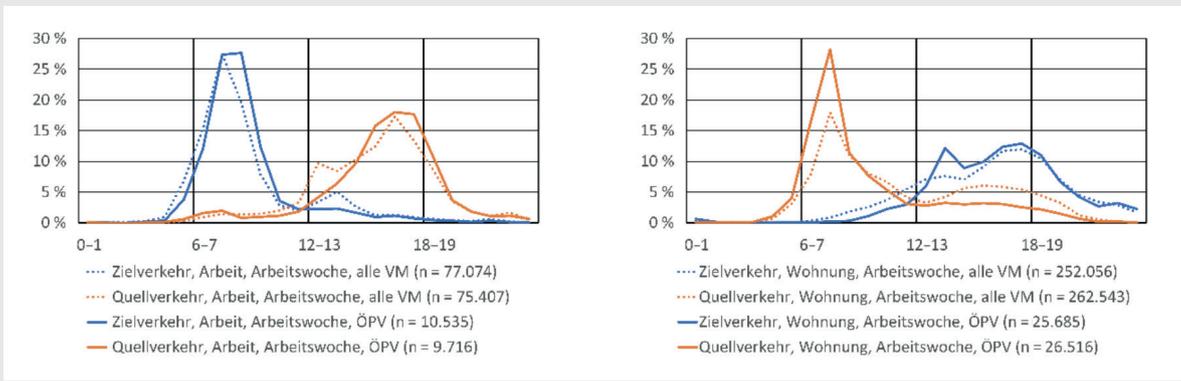


Bild 2: Gegenüberstellung der Ganglinien für alle Verkehrsmittel mit Verkehrsmittel ÖPV, für Wegezweck Arbeit (li.) und Wohnung (re)

Bild 3: Gegenüberstellung der Ganglinien für beliebigen ökonomischen Status mit „sehr hohem“ ökonomischen Status, für Wegezwecke Arbeit (li.), Wohnung (re)

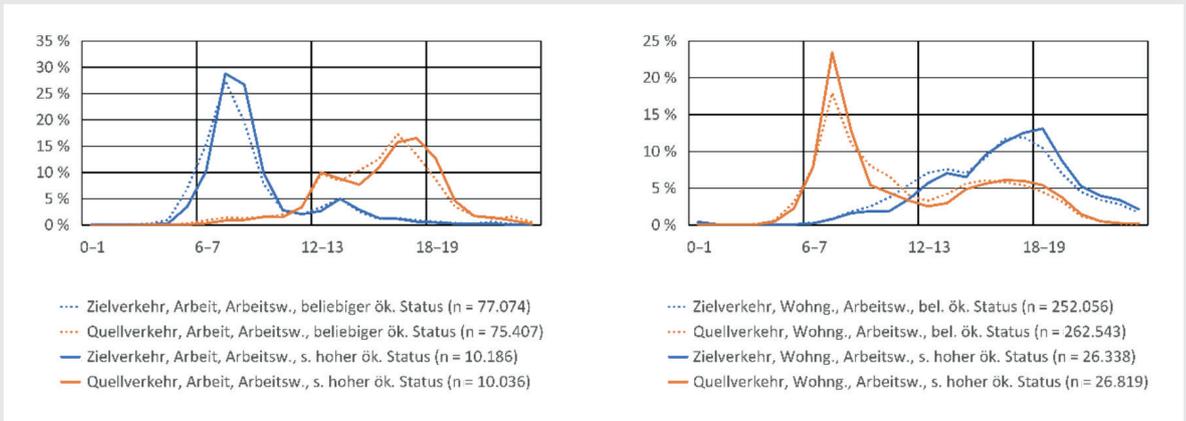
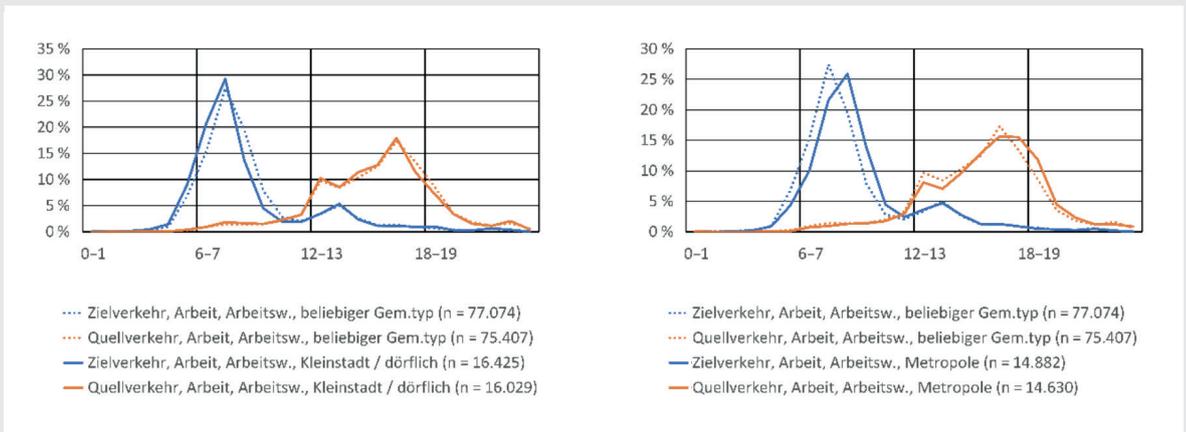


Bild 4: Wegezweck Arbeit, Gegenüberstellung der Ganglinien für beliebige Gemeindetypen mit regionalstatistischem Gemeindetyp „kleinstädtischer, dörflicher Raum“/(li.) und, mit Gemeindetyp „Metropole“ (re)



kommen früher bei der Arbeit an und beginnen auch früher von dort den Rückweg. Im Anstieg zur morgendlichen Zielverkehrsspitze liegen die Ganglinien bei ähnlichen Spitzenwerten um 5–6 Prozentpunkte auseinander.

Die Koinzidenzverhältnisse würden bei einer Gegenüberstellung entgegengesetzter Merkmalsausprägungen – z. B. kleinstädtischer Raum gegen Metropole – niedriger ausfallen als bei der Gegenüberstellung mit der mittleren Ganglinie. Dass eine derartige Betrachtung aufschlussreich sein kann, zeigt das Diagramm mit den Ganglinien für den Wegezweck Arbeit für Frauen und Männer (Bild 5 rechts). Insbesondere die Ganglinie für den Quellverkehr zeigt deutlich den Einfluss verkürzter Arbeitszeiten bei den Frauen, die ab dem frühen Nachmittag den Arbeitsplatz verlassen. Gleichzeitig ist die Zielverkehrsspitze gestauchter als bei den Männern. Beides lässt sich durch andere Arbeitszeiten von Frauen erklären.

Die Differenzen im Quellverkehr des Wegezwecks Ausbildung im Bundesland Bayern, die mit einer ausgeprägteren frühen Nachmittagsspitze auf eine kürzere Präsenz in den Bildungseinrichtungen hinweisthinwei-

sen, könnten verschiedene soziodemografische Ursachen haben; offensichtliche bildungspolitische Ursachen sind dem den Autoren nicht bekannt³.

Diskussion und Ausblick

Methodisch ist anzumerken, dass das Koinzidenzverhältnis nicht das einzige Abstandsmaß für den Vergleich von Ganglinien ist; alternativ bietet sich z. B. die Summe der quadrierten Abweichungen an, wie sie bei der Hochrechnung von Intervallerhebungen mithilfe von Einheitsganglinien verwendet werden kann (Bernard et al. 2010). Die dabei berechneten Abstandsmaße sind in Anbetracht der potenzierten Eingangswerte jedoch schwerer zu interpretieren.

Zu beachten ist bei der Interpretation, dass die meisten die Person betreffenden Einflussgrößen mit dem Wohnort zusammenhängen (z. B. ökonomischer Status, regionalstatistischer Gemeindetyp), während die dargestellten zweckbezogenen Ganglinien die Situation am Ort der Verrichtung, also z. B. am Arbeitsort, beschreiben sollten. Auf Grundlage des anonymisierten Datensatzes ist eine derartige Auswertung jedoch nicht möglich.

Für die Vorgängerstudien MiD 2002 und MiD 2008 stehen keine unmittelbar vergleichbaren Auswertungen hinsichtlich Wegezweck und Raumbezug zur Verfügung. Die Gegenüberstellung der Ergebnisse bleibt daher im Ungefähren. Eine weitere Einschränkung ergibt sich durch die Verwendung des vollständig anonymisierten Datensatzes. Aus diesem lässt sich keine Differenzierung nach Bevölkerungszahl des Wohnorts erstellen wie bei Wittwer (2008). Dort fand sich bei der Analyse von Befragungsdaten der MiD 2002 und der SrV 2003 ein Zusammenhang zwischen Ortsgröße und Tagesgang.

Im Hinblick auf die Anwendung der Ganglinien in vorhabenbezogenen Verkehrsprognosen ist zu beachten, dass Spitzen bei Einzelvorhaben eher noch ausgeprägter zu erwarten sind. Die Ergebnisse werden schließlich aus dem Verhalten einer Vielzahl an Personen mit unterschiedlichen Arbeits-, Ausbildungs-, Einkaufs- oder Freizeitornten abgeleitet. Objektspezifische Einflüsse wie Arbeits- oder Öffnungszeiten

³ Beispielsweise zeigt der Ländermonitor frühkindliche Bildungssysteme der Bertelsmann-Stiftung (<https://www.laendermonitor.de/de/vergleich-bundeslaender-daten/>) keine auffälligen Besonderheiten.

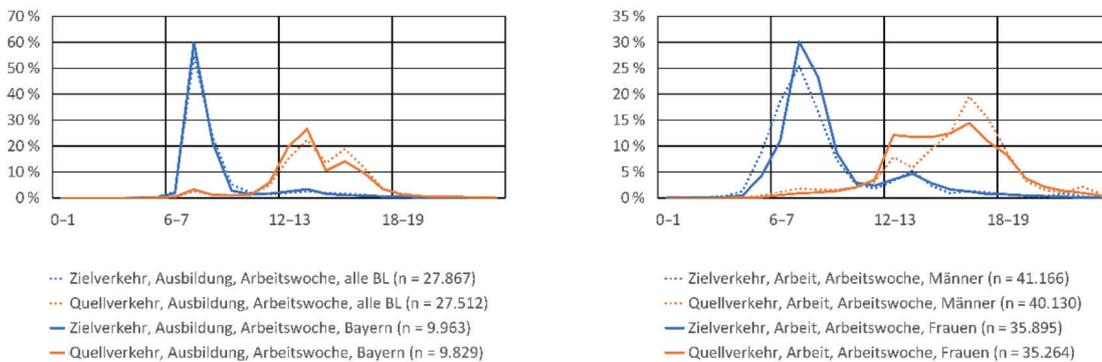


Bild 5: Wegezweck Ausbildung, Gegenüberstellung der Ganglinien für alle Bundesländer mit denen für Bayern (li.), Wegezweck Arbeit, Gegenüberstellung der Ganglinien für Frauen und Männer (re)

werden dementsprechend entschärft. Die Plausibilität der Daten ist folglich je nach Anwendungsfall zu überdenken. Beispielsweise kann es bei Fachgeschäften im aperiodischen Bedarf (Mode, Feinkost, Kultur...) aufgrund reduzierter Öffnungszeiten sowie des Freizeitcharakters des Einkaufs plausibler sein, die Ganglinien für den Wegezweck Freizeit zu berücksichtigen. Unabhängig davon deuten die Ganglinien des Wegezwecks Einkauf darauf hin, dass der Einkaufsverkehr zumindest nicht durch seinen Tagesgang maßgeblich zur Verkehrsbelastung in den üblichen Spitzenstunden beiträgt.

Zusammengefasst liefert die voranstehend dargestellte Analyse stundenscharfe, wegezweckspezifische Ganglinien für Deutschland, die in dieser Form bisher nicht veröffentlicht wurden, obwohl sie für die Erstellung vorhabenbezogener Verkehrsprognosen elementar sein können. Sie basieren auf einem aktuellen und ausreichend großen Datensatz, der systematische Auswertungen zu den Einflussfaktoren zulässt und somit über die Kategorisierung nach Wegezweck hinausgeht. Für vorhabenbezogene Verkehrsprognosen kann hierüber eine Grundlage erschlossen werden, die an das jeweilige Vorhaben angepasste Werte ermöglicht, ohne auf einzelne Vergleichsobjekte zu verweisen. Die Verwendung von Ganglinien aus der Analyse älterer Mobilitätsbefragungen ist damit infrage gestellt.

Neben den dargestellten Auswertungen auf allgemeiner Ebene wäre dazu eine weitergehende Auswertung von Nutzen, die unterschiedliche Verkehrsmittel, stärker differenzierte Wegezwecke oder das räumliche Umfeld der zugehörigen Einrichtungen berücksichtigt. Darüber hinaus wäre für die Berechnung der Nachfrage im Tagesgang

in Verkehrsmodellen eine Auswertung für einzelne Aktivitätenübergänge wünschenswert, wie sie beim SrV in Ansätzen vorgenommen wird. Bedenken hinsichtlich der statistischen Validität sind hierbei verantwortungsvoll gegenüber planungspraktischen Alternativen, d. h. Plausibilitätsüberlegungen und punktuellen Erhebungen an mehr oder weniger geeigneten Vergleichsobjekten, abzuwägen.

Literaturverzeichnis

ARGUS Südliches Überseequartier – Verkehrsuntersuchung zur äußeren Erschließung [Bericht]: Gutachten im Auftrag der HafenCity Hamburg GmbH. Hamburg: [s. n.], 2016 – Stand 6.10.2016

Badrow, A.: Verkehrsentwicklung deutscher Städte im Spiegel des Systems repräsentativer Verkehrsbefragungen unter besonderer Berücksichtigung des Freizeitverkehrs [Buch] – Dresden: [s. n.], 2000. – Dissertation

Bäumer, M. [et al.]: Mobilität in Deutschland – Methodische Erläuterungen zum Zeitreihenbericht 2002–2008–2017 [Bericht]: Studie von infas, DLR, IVT und infas 360 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (FE-Nr. 70.904/15) – Bonn, Berlin: [s. n.], 2019

Bernard, M.; Axhausen, K.: Ein neuer Ansatz für standardisierte Ganglinien [Bericht]: Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung 540 – Zürich: IVT, ETH Zürich, 2010

Bosserhoff, D.: Programm Ver_Bau: Abschätzung des Verkehrsaufkommens durch Vorhaben der Bauleitplanung mit Excel-Tabellen am PC – Gustavsborg: [s. n.], 2019

Bosserhoff, D.; Schroeders, A.: Verkehrserzeugung durch Schnellrestaurants – Teil 1 [Artikel] Straßenverkehrstechnik/Hrsg. FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen. – Bonn: Kirschbaum Verlag, 2003. – 4.2003. – S. 187–193. – Teil 2 in 5.2003, S. 271–278 – ISSN: 0039-2219

FGSV Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS) [Buch], Hrsg. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – Köln: FGSV Verlag, 2015. – ISBN: 978-3-86446-103-3

Fitschen, A; Nordmann, H. und BASt Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2016 [Bericht]: Bericht zum Forschungsprojekt: F1100.629000 – Bergisch Gladbach: Fachverlag NW, 2019 – ISSN 0943-9331

Gerike, R. [et al.]: Sonderauswertung zum Forschungsprojekt „Mobilität in Städten – SrV 2018“ – SrV-Stadtgruppe: Unter-/Grund-/Kleinzentren/ländliche Gemeinden, Topografie: flach [Bericht]: Technical Report/Technische Universität Dresden, Professur für integrierte Verkehrsplanung und Straßenverkehrstechnik – Dresden: [s. n.], 2020

GGR Auswertung der Erhebung „Mobilität in Deutschland“ (MiD) in Bezug auf Wochen- und Jahresgang [Bericht]: Schlussbericht zum Forschungsvorhaben, FE-Nr. 70.0755/2004/Gertz Gutsche Rümenapp Stadtentwicklung und Mobilität Planung Beratung Forschung GbR – Hamburg: [s. n.], 2005

infas; DIW Tabellenband Mobilität in Deutschland – Basisstichprobe [Bericht] = MiD 2002 – Bonn, Berlin: [s. n.], 2003

infas; DLR Mobilität in Deutschland 2008. Tabellenband [Bericht] = MiD 2008 : Bericht im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (FE-Nr. 70.801/2006) – Bonn, Berlin: [s. n.], 2010

LfU Parkplatzlärmstudie – Empfehlungen zur Berechnung von Schallemissionen aus Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen [Buch], Hrsg. Bayerisches Landesamt für Umwelt – Augsburg: [s. n.], 2007 – 6. Auflage – ISBN: 978-3-940009-17-3

Nobis, C.; Köhler, K.: Mobilität in Deutschland – MiD Nutzerhandbuch. [Bericht] = MiD 2017 : Studie von infas, DLR, IVT und infas 360 im Auftrag des Bundesministers für Verkehr und digitale Infrastruktur (FE-Nr. 70.904/15) – Bonn, Berlin: [s. n.], 2018

Nobis C.; Kuhnimhof, T.: Mobilität in Deutschland – MiD Ergebnisbericht [Bericht] = MiD 2017 : Studie von infas, DLR, IVT und infas 360 im Auftrag des Bundesministers für Verkehr und digitale Infrastruktur (FE-Nr. 70.904/15) – Bonn, Berlin: [s. n.], 2018

Wittwer, R.: ico Raumstrukturelle Einflüsse auf das Verkehrsverhalten – Nutzbarkeit der Ergebnisse großräumiger und lokaler Haushaltsbefragungen für makroskopische Verkehrsplanungsmodelle [Buch]. – Dresden: Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung und Straßenverkehr der TU Dresden, 2008. – Bd. 11