

Analyse von Mobilfunk-Bewegungsdaten im Industriegebiet Donautal in Ulm

*Potentiale durch Home-Office zur Reduzierung des Straßenverkehrs und Förderung nachhaltigerer Pendler*innen-Mobilität*

Reallabor „Klima Connect Industriegebiet Donautal“

Gefördert durch das baden-württembergische
Ministerium für Wissenschaft, Forschung und
Kunst (MWK)

Gefördert von:



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT, FORSCHUNG UND KUNST

Stand 06/2024

Kurz & knapp

- Mit Hilfe von Mobilfunkdaten wurden im Rahmen des KLICONN Projektes Potentiale für die Reduktion von Verkehrsaufkommen sowie die Förderung nachhaltiger Lösungen für die Pendler*innen-Mobilität identifiziert.
- Über den Jahresverlauf hinweg betrachtet sank während der Covid-19-Pandemie die Anzahl der durchgeführten Pendelwege. Trotz natürlicher monatsbedingter Schwankungen stieg die Gesamtanzahl der Reisen in 2022 und 2023 wieder an.
- Der Großteil der Verkehre, die in das Industriegebiet Donautal führen oder dort beginnen haben ihren Start bzw. ihren Zielpunkt in den umliegenden, teils angrenzenden Siedlungsgebieten.
- Der Großteil der Wege, mit Start oder Ziel im Industriegebiet Donautal ist kürzer als 10 km, woraus sich ein großes Potential für Pendelwege mit dem Fahrrad bzw. E-Bikes/Pedelecs ableiten lässt.
- Die meisten eingehenden Reisen in das Industrie Donautal werden aus dem Raum Wiblingen zurückgelegt, gefolgt von Ulm West/Außenbezirke und Neu-Ulm. Große Teile dieser Gebiete sind mit dem ÖPNV jedoch schwer zu erreichen.
- Aufgrund der Anzahl zurückgelegter Wege aus den Gebieten Ulm West, Ulm Mitte/Ost, Söflingen/Kuhberg und Neu-Ulm kann ein großes Potential für Pendelverkehre mit dem ÖPNV sowie Fahrrad bzw. E-Bikes und Pedelecs abgeleitet werden.
- Es gibt Unterschiede bei der Gesamtmobilität im Wochenverlauf. Das Verkehrsaufkommen für Wege in und aus dem Donautal ist an den Wochentagen Dienstag und Mittwoch am höchsten, gefolgt vom Donnerstag und Montag. Freitags finden die wenigsten Verkehrsbewegungen statt.
- Mögliche Optimierungen des ÖPNV durch Takterhöhungen bieten sich vor allem in den Kernreisezeiten an. Innerhalb des Tagesverlaufs werden zwischen 05:00 Uhr und 07:00 Uhr die meisten Reisen ins Donautal angetreten.
- Die meisten ausgehenden Reisen aus dem Donautal werden zwischen 14:00 Uhr und 16:00 Uhr angetreten
- Das Donautal ist ein Gebiet von 345 ha. Zur Reduktion des motorisierten Individualverkehrs sollten Mobilität und Infrastruktur für ÖPNV, Fuß- und Radverkehr innerhalb des Industriegebietes verbessert werden

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	1
Tabellenverzeichnis	1
1. Einleitung	2
2. Gegenstand und methodisches Vorgehen	3
2.1. <i>Was sind Mobilfunkdaten?</i>	3
2.2. <i>Untersuchungsgegenstand</i>	4
2.3. <i>Untersuchungszeitraum und Datengrundlage</i>	5
2.4. <i>Vorgehen bei der Datenauswertung</i>	6
3. Ergebnisse der Mobilfunkdatenauswertung	7
3.1. <i>Mobilität im Zeitverlauf</i>	7
3.2. <i>Potentialabschätzung mobiles Arbeiten</i>	8
3.3. <i>Potentialanalyse Fahrrad: Fokus Radius 10km um das Industriegebiet Donautal</i>	9
3.4. <i>Detailanalyse der Wohngebiete und Innenstadtbezirke</i>	16
3.5. <i>Zeitlich geschichtete Analysen</i>	20
4. Zusammenfassung und Limitation	23
4.1. <i>Zusammenfassung</i>	23
4.2. <i>Limitationen</i>	24
5. Referenzen	0

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ansicht Regional- und Mobilfunkzelleneinteilung	4
Abbildung 2: Mobilfunkzellen IG-Donautal und Umgebung.....	5
Abbildung 3: Gesamtanzahl Reisen ins und aus dem IG-Donautal pro Monat.....	7
Abbildung 4: Gesamtanzahl Reisen (ein- und ausgehend) im Vergleich Home-Office Pflicht vs. Keine Home-Office Pflicht	8
Abbildung 5: Kategorisierung Gebiete kleiner als 10 km Entfernung zum Industriegebiet Donautal	11
Abbildung 6: Gesamtanzahl Reisen IG-Donautal kleiner als 10 km.....	13
Abbildung 7: Gesamtanzahl der Reisen in und aus dem Donautal unter 10 km nach Zonen.....	14
Abbildung 8: Reisen aus Zellen im Umkreis von weniger als 10km um das Industriegebiet Donautal je Monat (Zeiten: 00:00 – 23:00; Darstellung Repräsentativer Monat Dezember 2022).....	15
Abbildung 9: Eingehende Reisen aus Gebieten E1-5 (Zeiten: 05:00 – 15:00; Tagesdurchschnitt Monat Dezember 2022).	16
Abbildung 10: Eingehende Reisen aus Siedlungsgebieten (Zeiten: 00:00 – 23:00; Absolute Zahlen Monat Dezember 2022)	17
Abbildung 11: Eingehende Reisen aus Siedlungsgebieten (Zeiten: 05:00 – 15:00; Tagesdurchschnitte Monat Dezember 2022).....	18
Abbildung 12: Gesamtreisen (ein- und ausgehend) nach Temperaturphasen	20
Abbildung 13: Mobilität an Wochentagen Gesamtzeitraum	21
Abbildung 14: Ein- und ausgehende Reisen nach Startuhrzeit im Vergleichsmonat Dezember 2022.....	22

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Datenverfügbarkeit der Jahre 2019 - 2023.....	6
Tabelle 2: Gesamtanzahl Reisen in den Monaten Mai und Juni im Vergleich Home-Office-Pflicht (blau) vs. keine Home-Office-Pflicht	9
Tabelle 3: Zonierung Kategorisierung Stadtteile, Kommunen, Gemeinden.....	12

1. Einleitung

Das Industrie- und Gewerbegebiet (IG) Donautal im Südwesten des Ulmer Stadtgebiets ist mit rund 20.000 Beschäftigten in ca. 200 Unternehmen auf 345 ha eine der wirtschaftlichen Herzkammern der Region. Die Verkehrssituation vor Ort ist angespannt da neben den Lieferverkehren rund 80% der Arbeitnehmenden den Weg zur Arbeit mit dem Auto zurücklegen.¹

Wohn-Standort-Analysen bei ausgewählten Unternehmen zeigten jedoch deutlich, dass der Wohnort von über 50% der Mitarbeitenden der betrachteten Unternehmen weniger als 10 km vom Unternehmen entfernt liegt. Belastbare Daten für die modale Zusammensetzung der Pendelwege ins Donautal gibt es bislang jedoch nicht. Ebenfalls liegen bislang keine Daten zu den aus- und eingehenden Verkehrsbewegungen des Industriegebiets vor.

Als Grundlage für Planungsprozesse der Verkehrsinfrastruktur und zur Entwicklung von Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssituation sind belastbare Daten jedoch von großer Bedeutung. Daher wurden im Rahmen des Reallabores KlimaConnect (KLICONN) Mobilfunk-Bewegungsdaten vom Anbieter Teralytics erworben.

In diesem Bericht werden ausgewählte Analysen und Ergebnisse auf Basis der Mobilfunkdaten dargestellt. Ziel ist es, einen Überblick über die wesentlichen Quell-Ziel-Verbindungen des Donautals und der umliegenden Orte zu geben, um so Grundlage für weitere Planungen zur Verbesserung der Verkehrssituation im Donautal anzustoßen.

In Kapitel 2 wird die Methodik und die Vorgehensweise bei der Datenauswertung dargestellt. Anschließend werden in Kapitel 3 ausgewählte Analyseergebnisse beschrieben und vor dem Hintergrund der Potentiale zur Verkehrsreduktion sowie Steigerung des Radverkehrs interpretiert. Im vierten Abschnitt werden die Resultate diskutiert und eingeordnet, bevor der Report mit der Schlussbetrachtung in Kapitel 4 abschließt.

¹ Weiterführende Informationen unter <https://www.uni-ulm.de/mawi/reallabor-klima-connect/>.

2. Gegenstand und methodisches Vorgehen

In diesem Abschnitt wird das methodische Vorgehen beschrieben. Hierfür werden zunächst Grundlagen zu Mobilfunkdaten erläutert, bevor der Ablauf des Analyseverfahrens dargelegt wird.

2.1. Was sind Mobilfunkdaten?

Bei der Nutzung von Mobiltelefonen entstehen bei der Kommunikation von Mobilfunkmasten und mobilen Endgeräten automatisch Verbindungsprotokolle. Über die Zuweisung von Standortinformationen zu den Mobilfunkmasten kann die Position des mobilen Endgeräts bestimmt und die Reise des Gerätes durch das Mobilfunknetz zurückverfolgt werden. D.h. durch die Zuordnung eines Handysignals zu einzelnen Mobilfunkmasten bzw. -zellen wird die räumliche Ortsveränderung des Gerätes dokumentiert. Dieser Datentyp wird auch als Mobile Network Data (MND) bezeichnet.

Für das Industriegebiet Donautal lagen zu Projektbeginn keine belastbaren Informationen zu den ein- und ausgehenden Verkehrsbewegungen vor. Der Erwerb der Mobilfunkdaten hat gegenüber Verkehrszählungen und Befragungen den großen Vorteil Wegeinformationen mit hoher zeitlicher Auflösung flächendeckend abzubilden. Es wurden daher anonymisierte und aggregierte Mobilfunkdaten aus dem Netz des Mobilfunkanbieters Telefónica erworben. Diese werden vom Unternehmen Teralytics aufbereitet und zur Verfügung gestellt.

Die erworbenen Daten enthalten die Anzahl der Bewegungen innerhalb eines bestimmten Zeitraums (u.a. Stunde, Tag oder Monat), die hinsichtlich Ursprungs- und Zielregion identisch sind. Bewegungen werden erfasst, wenn ein Mobilfunkgerät die Funkzelle wechselt. Die Zielregion einer Bewegung ist erreicht, wenn das Mobiltelefon für mindestens 30 Minuten in einer Zelle verbleibt. Bewegungen können somit auch innerhalb einer Region erfasst werden, vorausgesetzt es findet zwischenzeitlich ein Wechsel der Funkzelle statt. Abbildung 1 zeigt links die regionale Einteilung des Untersuchungsgebietes. Demgegenüber zeigt die rechte Abbildung die Einteilung von Ulm und Umgebung nach den vorhandenen Funkzellen - eine Region kann mehrere Funkzellen umfassen, eine Funkzelle ist jedoch einer einzelnen Region zugeordnet.



Regionale Ebene Ulm und Umgebung



Mobilfunkzellenebene Ulm und Umgebung

Abbildung 1: Ansicht Regional- und Mobilfunkzelleneinteilung

2.2. Untersuchungsgegenstand

Der Fokus der Analyse liegt auf dem Industriegebiet Donautal sowie den umliegenden Städten und Gemeinden. Aus diesem Grund wurden Daten für Baden-Württemberg und Bayern erworben. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** Abbildung 2 zeigt das Industriegebiet mit orange markierten Gebietsgrenzen sowie die umliegenden Gemeinden, aufgeteilt in die bestehenden Mobilfunkzellen. Dabei wird deutlich, dass in Gebieten mit höherer Siedlungsdichte eine kleinräumigere Aufteilung in Mobilfunkzellen besteht, als in Gebieten mit geringerer Bevölkerungsdichte.



Abbildung 2: Mobilfunkzellen IG-Donautal und Umgebung

2.3. Untersuchungszeitraum und Datengrundlage

Im Rahmen des Projektes KLICONN wurden Daten für 24 Monate in den Jahren 2020 bis 2022 anhand der folgenden Kriterien und Anwendungsfälle ausgewählt und erworben:

- Analyse von pandemiebedingten Änderungen in der Pendler*innen-Mobilität durch Vergleich von durch die Home-Office-Pflicht betroffenen Monaten (2021) sowie vor- und nachgelagerten Vergleichsmonaten (2019 / 2022 / 2023)
- Analyse zur Verbesserung der Verkehrsinfrastruktur bspw. durch Taktanpassung im ÖPNV, Routenanpassungen und Anschluss von Kerngebieten mit Rufbus-Systemen (2022)
- Potentialanalyse für mobiles Arbeiten der Mitarbeitenden des Donautals zur Einsparung von arbeitswegbedingten Emissionen (2019 / 2022 / 2023)
- Analyse des Potentials der Fahrradnutzung für den Arbeitsweg durch Analyse der zurückgelegten Entfernungen (2022)

- Analyse der Mobilitätsveränderungen im Jahresverlauf (2019 – 2022) sowie ein konkreter Vergleich des Verkehrsaufkommens in bestimmten Monaten (Mai/Juni 2019 – 2022)

Insgesamt ausschlaggebend für die Auswahl der Monate waren die mit der Covid-19-Pandemie verbundene Home-Office Pflicht sowie das Abdecken repräsentativer Monate im Jahresverlauf um diese im Längsschnitt miteinander vergleichen zu können².

Tabelle 1 zeigt, für welche Monate Daten vorliegen.

Tabelle 1: Datenverfügbarkeit der Jahre 2019 - 2023

Monate	2019	2021	2022	2023
Januar	x		x	
Februar	x		x	
März			x	
April	x		x	x
Mai	x	x	x	x
Juni	x	x	x	x
Juli			x	x
August			x	x
September			x	
Oktober			x	
November			x	
Dezember			x	

2.4. Vorgehen bei der Datenauswertung

In einem ersten Schritt wurden Auswertungen im online-Dashboard des Datenanbieters Teralytics vorgenommen. Diese Auswertungen hatten das Ziel, einen Überblick der Start-Ziel-Bewegungen von ausgewählten Gebieten zu erhalten. Für darüberhinausgehende Längsschnittanalysen wurde die zugrundeliegende Datenbasis exportiert und in Form von csv-Dateien bearbeitet. Die Ergebnisse der Auswertung findet sich nachfolgend in Gliederungsabschnitt 3.

² Nach Bundesanstalt für Straßenwesen (2010) eignen sich hierfür besonders die Monate Mai und Juni.

3. Ergebnisse der Mobilfunkdatenauswertung

Im nachfolgenden Kapitel werden ausgewählte Mobilitätsanalysen auf Basis der Mobilfunk-Bewegungsdaten dargestellt.

3.1. Mobilität im Zeitverlauf

Um einen Überblick über die Größenordnung des Mobilitätsaufkommens in und aus dem IG Donautal zu erhalten, ist in Abbildung 3 die Gesamtzahl der Reisen pro Monat im Zeitverlauf abgebildet. Die Summe aller ein- und ausgehenden Reisen, d.h. aller Wege, die den Start oder das Ziel im Industriegebiet haben, bildet die Gesamtanzahl pro Monat.

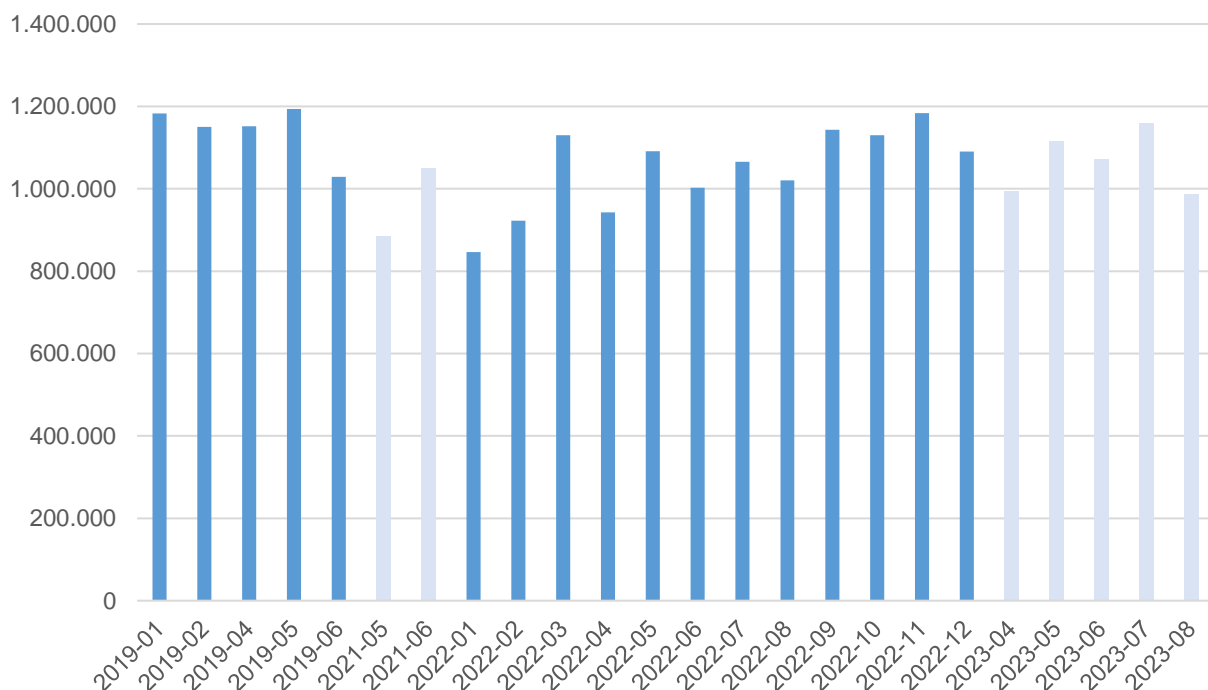


Abbildung 3: Gesamtanzahl Reisen ins und aus dem IG-Donautal pro Monat

Abbildung 3 zeigt, dass es signifikante Unterschiede bei der Anzahl der Reisen pro Monat im Zeitverlauf gibt. Als Gründe hierfür können die konjunkturelle Lage, natürliche Schwankungen im Jahresverlauf (u.a. Urlaubszeit etc.), (geo-)politische Ereignisse (z.B. Angriffskrieg Russlands auf die Ukraine), sowie die Covid-19-Pandemie herangezogen werden. Für Ableitungen hinsichtlich des Pendelverkehrsaufkommens sollte jedoch beachtet werden, dass in den Reisen auch Lieferantenverkehre enthalten sind. In Bezug auf Personenverkehre war es von großem Interesse zu analysieren, welche Differenzen durch Covid-19-Pandemie und die damit verbundene Home-Office-Pflicht ausgelöst wurden. Im nachfolgenden Gliederungsabschnitt 3.2 werden diese Aspekte genauer betrachtet.

3.2. Potentialabschätzung mobiles Arbeiten

Da Unternehmen im Industriegebiet über mangelnde Parkflächen sowie erhöhtes Verkehrsaufkommen durch PKWs berichteten, sollte untersucht werden, inwiefern die Home-Office-Pflicht zu einer Reduktion des Verkehrsaufkommens geführt hat. Für einen Längsschnittvergleich für den Zeitraum vor, während und nach dem Höhepunkt der Covid-19-Pandemie wurden die Monate Mai und Juni ausgewählt. Diese spiegeln die durchschnittliche Verkehrsnachfrage eines Jahres am besten wider³. In Abbildung 4 sind die Monate mit Home-Office-Pflicht^{Fehler! Textmarke nicht definiert.} den Referenzmonaten ohne Home-Office Pflicht gegenübergestellt.

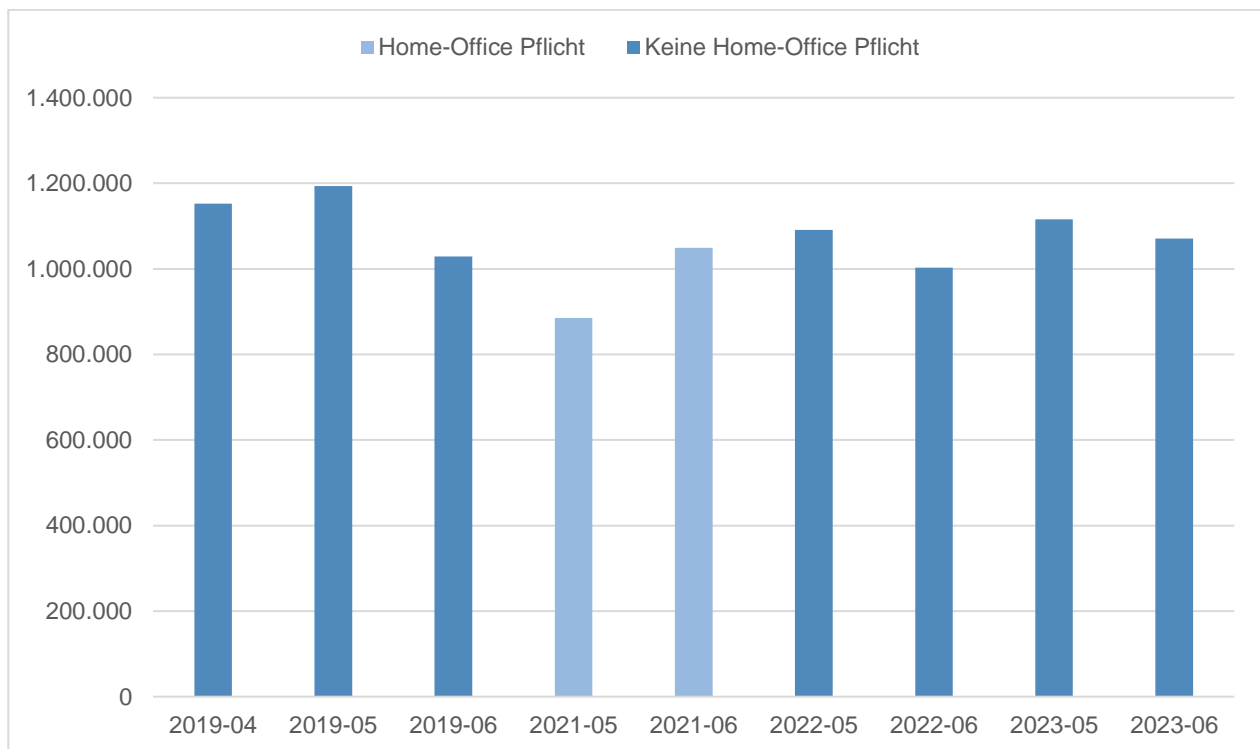


Abbildung 4: Gesamtanzahl Reisen (ein- und ausgehend) im Vergleich Home-Office Pflicht vs. Keine Home-Office Pflicht⁴

³ Bundesanstalt für Straßenwesen (2010).

⁴ Im Zuge der Maßnahmen zur Eindämmung der Covid-19-Pandemie wurden in Deutschland zwei verpflichtende Home-Office-Zeiträume festgelegt. Der erste Pflichtzeitraum erstreckte sich vom 27. Januar 2021 bis zum 30. Juni 2021. Ein zweiter verpflichtender Zeitraum wurde vom 24. November 2021 bis zum 18. März 2022 angeordnet. Es ist anzumerken, dass während der gesamten Covid-19-Pandemie die Empfehlung bestand, Home-Office zu ermöglichen, wo dies praktikabel war. Jedoch werden in diesem Kontext ausschließlich die explizit als verpflichtend deklarierten Zeiträume betrachtet.

Bei Betrachtung von Abbildung 4 und der in Tabelle 2 dargestellten absoluten Zahlen wird deutlich, dass vor allem die Anzahl der Reisen im Mai 2021 geringer ist als in den Referenzmonaten. Diese Entwicklung gilt jedoch nicht für den Monat Juni, in dem die Anzahl zurückgelegter Wege 2021 höher als im Jahr 2022 ist. Aufgrund der Beschaffenheit der Daten lassen sich diese aufgezeichneten Verkehrsbewegungen nicht 1:1 auf den Anteil der Home-Office Beschäftigung übertragen. Zumal remote-Arbeiten vor allem im produzierenden Gewerbe nur bedingt zur Reduktion der Pendelwege beitragen kann, da Produktionsmitarbeitende in der Regel vor Ort im Unternehmen tätig sind.

Tabelle 2: Gesamtanzahl Reisen in den Monaten Mai und Juni im Vergleich Home-Office-Pflicht (blau) vs. keine Home-Office-Pflicht

Monat	Anzahl Reisen
Mai 19	1.238.260
Juni 19	1.070.895
Mai 21	928.675
Juni 21	1.100.875
Mai 22	1.135.970
Juni 22	1.043.540
Mai 23	1.154.395
Juni 23	1.109.135

Die schattierten Monate Mai 21 und Juni 21 stellen die Monate mit geltender Home-Office-Pflicht dar. Neben dem verzeichneten Rückgang der Wege im Mai 2021 gibt es über die Mobilfunkdatenanalyse hinaus weitere Indikatoren für die Abnahme des Personenverkehrs durch die Etablierung von Home-Office-Lösungen in Unternehmen. So haben bei Zwischenpräsentationen der Daten einige Geschäftsführende davon berichtet, dass verkehrsbedingte Probleme wie z.B. der Parkdruck auf firmeneigenen Stellplätzen deutlich abnahmen.

Ein großes Potential zur Verringerung des motorisierten Individualverkehrs (MIV) liegt neben der Reduktion durch Home-Office, in einer Erhöhung des Radverkehrsanteils am Modal-Split für Wege ins IG Donautal. Der nachfolgende Gliederungsabschnitt 3.3 widmet sich dessen Potential für direkt anliegende Kommunen.

3.3. Potentialanalyse Fahrrad: Fokus Radius 10km um das Industriegebiet Donautal

Befragungen von Mitarbeitenden im Donautal ansässiger Unternehmen im Rahmen des Projektes KLICONN ergaben, dass das Radverkehrsaufkommen im und zum IG Donautal derzeit gering ist, was u. a. auf Gefahrenstellen und die vorhandene Radverkehrsinfrastruktur zurückzuführen ist.

Weiterhin wurde häufig eine zu große Distanz zwischen Wohnort und Arbeitsstätte als wesentliches Hemmnis zur Nutzung des Fahrrades angegeben.⁵ Allerdings gibt es bisher keine flächendeckenden, belastbaren Daten zur Fahrradmobilität in und um das Gewerbegebiet, die diese qualitativen Ergebnisse bestätigen könnten. Diese Lücke soll mit den durchgeführten Analysen teilweise geschlossen werden.

In durchgeführten Wohn-Standort-Analysen konnte festgestellt werden, dass in einzelnen Unternehmen über 50% der Mitarbeitenden in einer mit dem Rad zu bewältigenden Pendeldistanz wohnen. Dies sind für das Fahrrad Strecken bis zu 5 km und für Pedelecs sowie E-Bikes Distanzen bis 10 km.⁶ Um die stichprobenartig durchgeführten Analysen durch Einbezug einer breiteren Datenbasis zu erweitern, wurden detaillierte Quell-Ziel-Verbindungen vom Donautal in die umliegenden Gebiete, die unter 10 km Wegstrecke liegen, untersucht.

Das Ziel der durchgeführten Analysen ist es nicht, den Anteil des Radverkehrs am Modal Split zu ermitteln und so den IST-Zustand abzubilden. Vielmehr soll das Potential des Radverkehrs bei der Bewältigung von Wegen ins Donautal ermittelt und benannt werden.

In einem ersten Schritt wurden hierfür die Mobilfunkzellen, in Einzugsgebiete von E1 – E5 gruppiert. Ein Einzugsgebiet besteht somit aus der Bündelung mehrerer Mobilfunkzellen.⁷ Dabei wurden lediglich die Mobilfunkzellen berücksichtigt, von denen aus die Distanz mit dem Fahrrad ins Donautal nicht länger als 10 km ist. Wenn Zellen aufgrund ihrer Größe und Lage zum Teil in der vorgegebenen Entfernung und zum Teil außerhalb liegen, wurden diese miteinbezogen. Verzerrungen bezüglich der Distanz zum Donautal sind daher an den Randgebieten der Zellen möglich. Abbildung 5 zeigt die Kategorisierung der Gebiete, deren Entfernung zum Donautal weniger als 10 km beträgt.

⁵ Institut für Nachhaltige Unternehmensführung (Hrsg.) (2024).

⁶ Die Kategorisierung wurde aufgrund von Forschungspublikationen wie z.B. von Lopez et al. (2017) und Schäfer & Schmidt (2011) vorgenommen.

⁷ Die Einzugsgebiete entsprechen hierbei nicht den in Kapitel 2 erläuterten Regionen. Sie wurden individuell für die Untersuchung definiert.

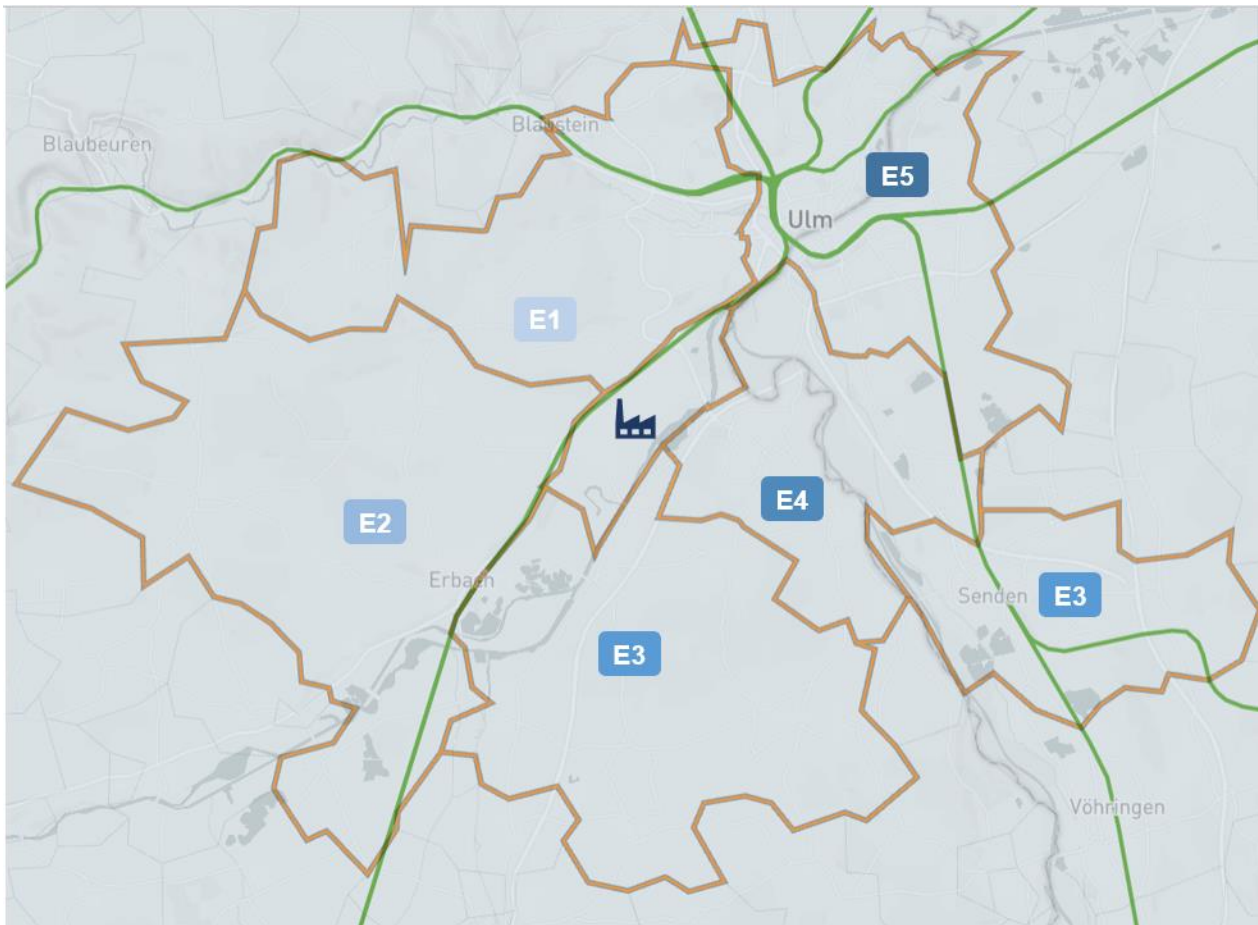


Abbildung 5: Kategorisierung Gebiete kleiner als 10 km Entfernung zum Industriegebiet Donautal

Die Abbildung 5 bietet einen geografischen Überblick über die relevanten Gebiete. Zur besseren Übersicht, welche Ortschaften in den eingeteilten Gebieten enthalten sind, führt Tabelle 3 die Zonierung mit den jeweils zugehörigen Kommunen und Stadtteilen auf.

Tabelle 3: Zonierung Kategorisierung Stadtteile, Kommunen, Gemeinden

Zonierung	Stadtteil/ Kommune	
E1	Eselsberg	Söflingen
	Grimmelfingen	Weststadt
E2	Eggingen	Erbach
	Einsingen	Ermingen
E3	Donaustetten	Senden
	Gögglingen	Unterweiler
E4	Illerkirchberg	Wiblingen
	Ludwigsfeld	
E5	Böfingen	Oststadt
	Neu-Ulm	Stadtmitte

Auf Basis dieser Zonierung wurde die Gesamtanzahl der ein- und ausgehenden Wege kleiner als 10 km ins IG Donautal betrachtet. Abbildung 6 zeigt die Gesamtanzahl aller Wege, mit dem Anteil der Wege kleiner und größer 10 km.

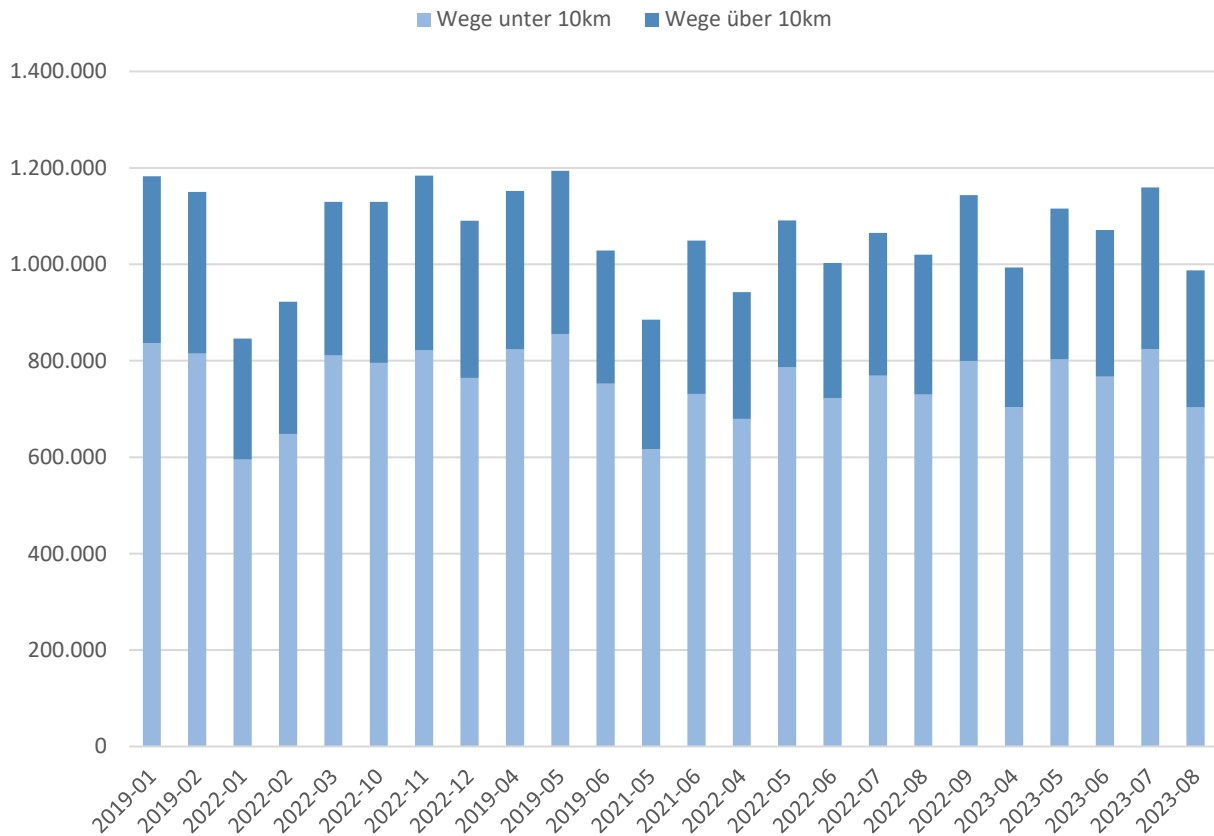


Abbildung 6: Gesamtanzahl Reisen IG-Donautal kleiner als 10 km

Die hellblaue Schattierung zeigt die Anzahl der Wege unter 10 km, wohingegen die dunkelblaue Hervorhebung den Anteil der zurückgelegten Wegstrecken über 10 km darstellt. Der direkte Vergleich zeigt, dass der Großteil der zurückgelegten Quell-Ziel-Verbindungen in und aus dem Donautal kleiner als 10 km ist.

Dieser hohe Anteil von Wegstrecken unter 10 km ist ein Indikator für das Potential von Fahrrädern und E-Bikes zum Pendeln in das IG Donautal. Abbildung 6 gibt jedoch eine Übersicht über alle Wege, daher ist zu beachten, dass nicht nur Personen sondern auch Güter bzw. Lieferverkehre in der Analyse enthalten sind.

Die individuelle Verkehrsmittelwahl ist zudem von vielen Faktoren abhängig. Besonders wichtige Determinanten in Bezug auf das Rad sind neben der Distanz das Wetter, die Radinfrastruktur, Sicherheit sowie topographische oder sozial-relevante Variablen⁸. Der hohe Anteil von Distanzen

⁸ Ton et al. (2020).

unter 10 km führt alleine nicht automatisch zu einer Verlagerung im Modal-Split. Allerdings zeigt sich dadurch ein großes Verlagerungspotential, wenn erforderliche Rahmenbedingungen für den Einsatz des Fahrrades im und um das Industriegebiet Donautal verbessert werden.

Um zu verdeutlichen, wo solche Maßnahmen besonders wichtig sind und wo die zurückgelegten Wege starten bzw. enden, wurden diese genauer untersucht und grafisch ausgewertet. Abbildung 7 zeigt die Zusammensetzung der Wege unter 10 km im Zeitverlauf.

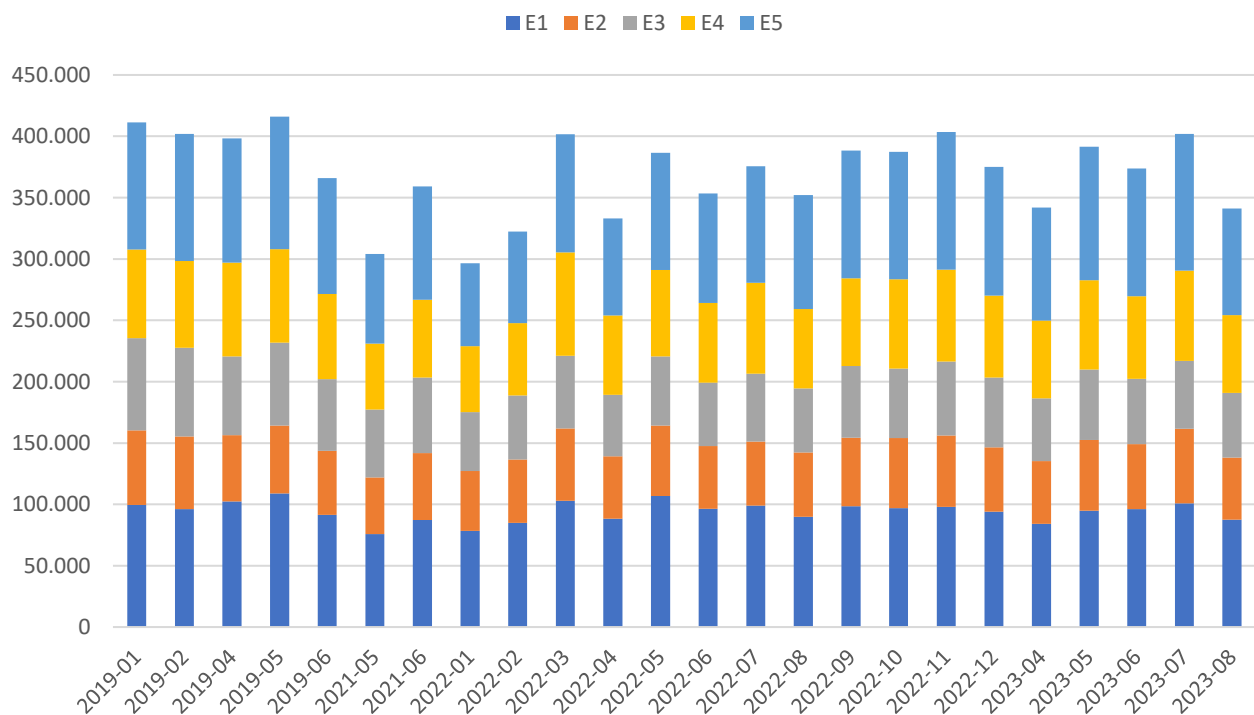


Abbildung 7: Gesamtanzahl der Reisen in und aus dem Donautal unter 10 km nach ZonenBei Betrachtung von Abbildung 7 wird deutlich, dass die Einzugsgebiete E1 (Eselsberg, Grimmelfingen, Söflingen, Weststadt) und E5 (Böfingen, Neu-Ulm, Oststadt, Stadtmitte) den höchsten Anteil der zurückgelegten Wege sowohl in einzelnen Monaten als auch über die gesamte Betrachtungsdauer hinweg enthalten. Diese Zonen verfügen über eine hohe Siedlungsdichte bzw. über hohe Wohngebietsanteile. Zur besseren Übersicht sind die Mobilitätsbewegungen in Abbildung 8 und Abbildung 9 geographisch visualisiert. Als Referenzmonat wurde hierfür der Dezember 2022 ausgewählt⁹. Bei der Analyse wurden, zu Gunsten der optischen Darstellung, nur die eingehenden Verkehre abgebildet. Daher sind die Summen der Reisen niedriger als in obiger Abbildung 7, da in dieser auch die ausgehenden Verkehre enthalten sind.

⁹ Zur Auswahl eines Monats wurden zunächst die Mittelwerte über alle Monate hinweg ermittelt. Da der Dezember am engsten an den Mittelwerten lag und diese am besten repräsentiert, wurde dieser für die folgenden Schaubilder ausgewählt.

Abbildung 8 zeigt die Anzahl aller eingehenden Reisen im Dezember 2022 in das Industriegebiet Donautal, separiert nach den jeweiligen Einzugsgebieten.



Abbildung 8: Reisen aus Zellen im Umkreis von weniger als 10km um das Industriegebiet Donautal je Monat (Zeiten: 00:00 – 23:00; Darstellung Repräsentativer Monat Dezember 2022)

Zwischen den einzelnen Gebieten gibt es große Unterschiede in der Anzahl von Reisen ins Donautal. Im Gebiet E5 (u.a. Stadtmitte Ulm, Ulm Ost, Böfingen) liegt die Anzahl bei 120.840, während aus Gebiet E2 (u.a. Wernau, Einsingen, Eggingen) hingegen 66.620 Reisen ins Donautal zurückgelegt werden. Grund dafür ist vermutlich die stark schwankende Siedlungsdichte in den Einzugsgebieten.

Die größten Verkehrsprobleme entstehen, laut Rückmeldung von Unternehmen, zu Beginn der Frühschicht, und beim Übergang von Früh- und Spätschicht. Dies betrifft sowohl die Zufahrt über die einbrechenden Straßen als auch die Park- und Flächensituation bei den Unternehmen vor Ort. Für gewöhnlich sind die Arbeitszeiten der Frühschicht 6:00 Uhr bis 14:00 Uhr und der Spätschicht von 14:00 Uhr bis 22:00 Uhr. Um diese schichtrelevanten Zeiträume zu untersuchen wurden alle eingehenden Reisen im Zeitraum von 05:00 Uhr bis 15:00 Uhr separat gefiltert und analysiert. Der Zeitraum bietet den Vorteil, dass sowohl die Reisen von Personen erfasst werden, die einer Bürotätigkeiten nachgehen und ihren Arbeitstag in der Regel zwischen 7:00 und 9:00 Uhr beginnen, also auch die Reisen in das Industriegebiet der Früh- und Spätschicht-Mitarbeitenden

erfasst werden. Abbildung 9 zeigt das grafische Ergebnis dieser Auswertung im Tagesdurchschnitt.

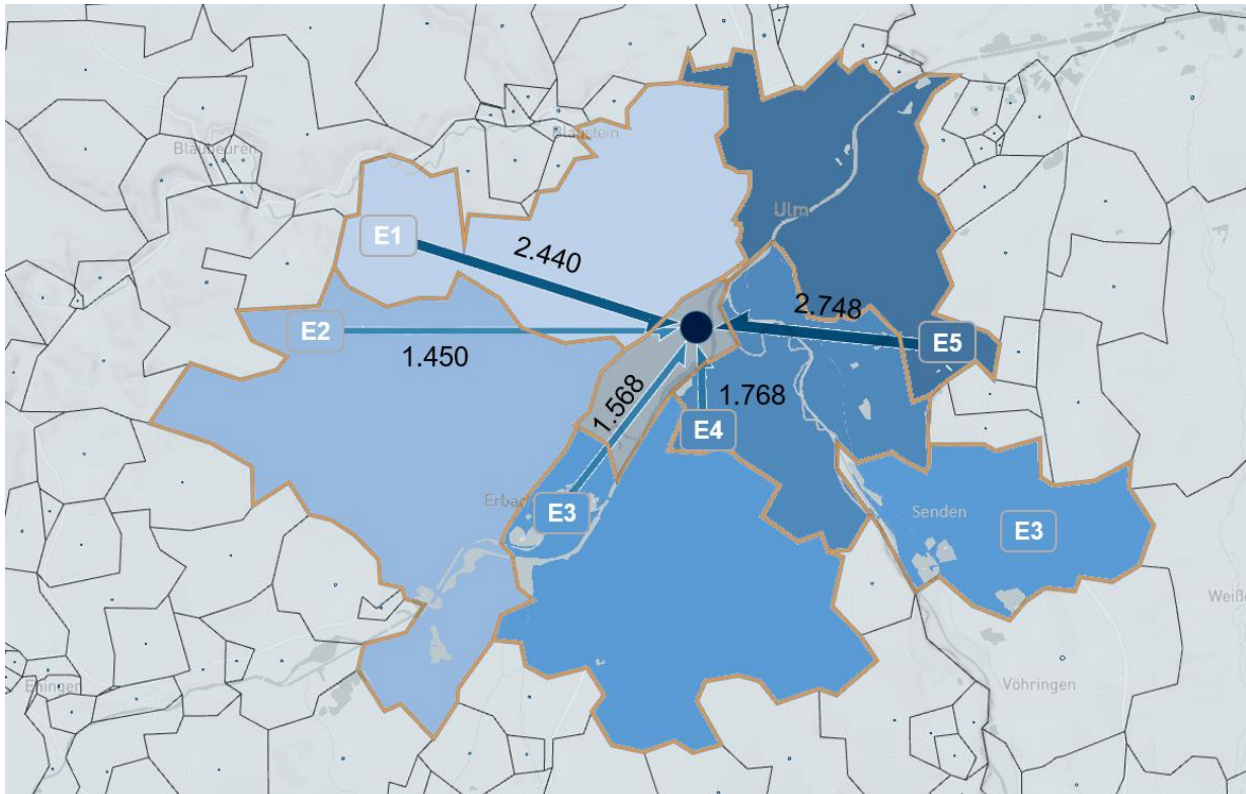


Abbildung 9: Eingehende Reisen aus Gebieten E1-5 (Zeiten: 05:00 – 15:00; Tagesdurchschnitt Monat Dezember 2022).

Bei der Betrachtung des Tagesdurchschnitts in den schichtrelevanten Zeiten wird deutlich, dass knapp 10.000 Verkehrsbewegungen (9.974) allein aus den anliegenden Zonen täglich ins Donautal führen. Bei einem angenommenen Anteil von 80% des Automobils¹⁰ am Modal Split, wären dies rund 8.000 Fahrzeuge im Zeitraum von 05:00 Uhr bis 15:00 Uhr. Der ermittelte Tagesdurchschnitt kann jedoch nicht vollumfänglich den Pendelbewegungen zugerechnet werden, da darin auch Liefer- und Dienstleistungsverkehre enthalten sind. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass diese zu erheblichen Teilen mit Kraftfahrzeugen durchgeführt werden, welche ebenfalls zur Verkehrsbelastung beitragen.

Um den Fokus der Analyse stärker auf Pendelverkehre zu richten, wurden im Folgenden die Wohn- und Innenstadtbezirke fokussiert.

3.4. Detailanalyse der Wohngebiete und Innenstadtbezirke

Es ist anzunehmen, dass vor allem aus den Mobilfunkzellen mit hohem Wohngebietsanteil viele Pendel- und wenig Lieferantenverkehre in das Industriegebiet fahren. Diese Gebiete, die auch in

¹⁰ Institut für Nachhaltige Unternehmensführung (Hrsg.) (2024).

den obigen Analysen die höchsten Quell-Zielverbindungen aufweisen sollten daher in separaten Auswertungen detaillierter betrachtet werden. Aus der Analyse kann abgeleitet werden, wie hoch die Verkehrsbewegungen aus den einzelnen Ulmer Innenstadt- und Wohnbezirken ins IG Donautal sind, um Potentiale für verbesserte ÖPNV-Anbindung sowie den Ausbau der Radwegeinfrastruktur zu identifizieren.

Abbildung 10 gibt hierauf Antwort für den Monat Dezember 2022.



Abbildung 10: Eingehende Reisen aus Siedlungsgebieten (Zeiten: 00:00 – 23:00; Absolute Zahlen Monat Dezember 2022)

Die Einteilung der Gebiete in Abbildung 10 erfolgt auf Basis der Sozialraumeinteilung der Stadt Ulm¹¹. Hierbei ist zu beachten, dass der Raum Wiblingen Teile der oben (Abbildung 8, Abbildung 9) angewandten Zonen E3 und E4 abdeckt, weshalb die Anzahl der Reisen im Verhältnis besonders hoch ausfällt. Auch bei diesem Schaubild wurde der Referenzmonat Dezember 2022 gewählt, da dieser den Durchschnitt des gesamten Betrachtungszeitraumes am besten

¹¹ Stadt Ulm (o.j.), online.

widerspiegelt. Die meisten eingehenden Verkehre haben ihre Quelle im Raum Wiblingen mit 101.505 Reisen im Dezember 2022. Größentechnisch gefolgt vom Raum West und den Außenbezirken mit 72.355 Reisen und dem Raum Neu-Ulm mit 67.535 Reisen. Jedes der drei erwähnten Gebiete grenzt unmittelbar an das Industriegebiet an, weshalb hier zunächst erhöhtes Potential zur Reduktion des motorisierten Individualverkehrs gesehen werden kann. Gerade in den Außenbezirken bzw. Randgebieten der Sozialräume ist die Siedlungsdichte geringer und die Wege verteilen sich auf mehrere kleine Kommunen, was die Bedienung mit dem ÖPNV, im Vergleich zu den Gebieten West und Mitte/Ost, erschwert. Bricht man diese Zahlen auf den Tagesdurchschnitt herunter und betrachtet den Zeitraum zwischen 05:00 und 15:00 Uhr ergibt sich dadurch Abbildung 11.

Der in Abbildung 11 dargestellte Tagesdurchschnitt zeigt, dass auch die Gebiete Söflingen/Kuhberg mit 828, West mit 1.057 und Mitte/Ost mit 843 eingehenden Wegen in das Industriegebiet Donautal unter gegebenen Rahmenbedingungen erhebliches Potential für modale Verkehrsverlagerungen bieten.

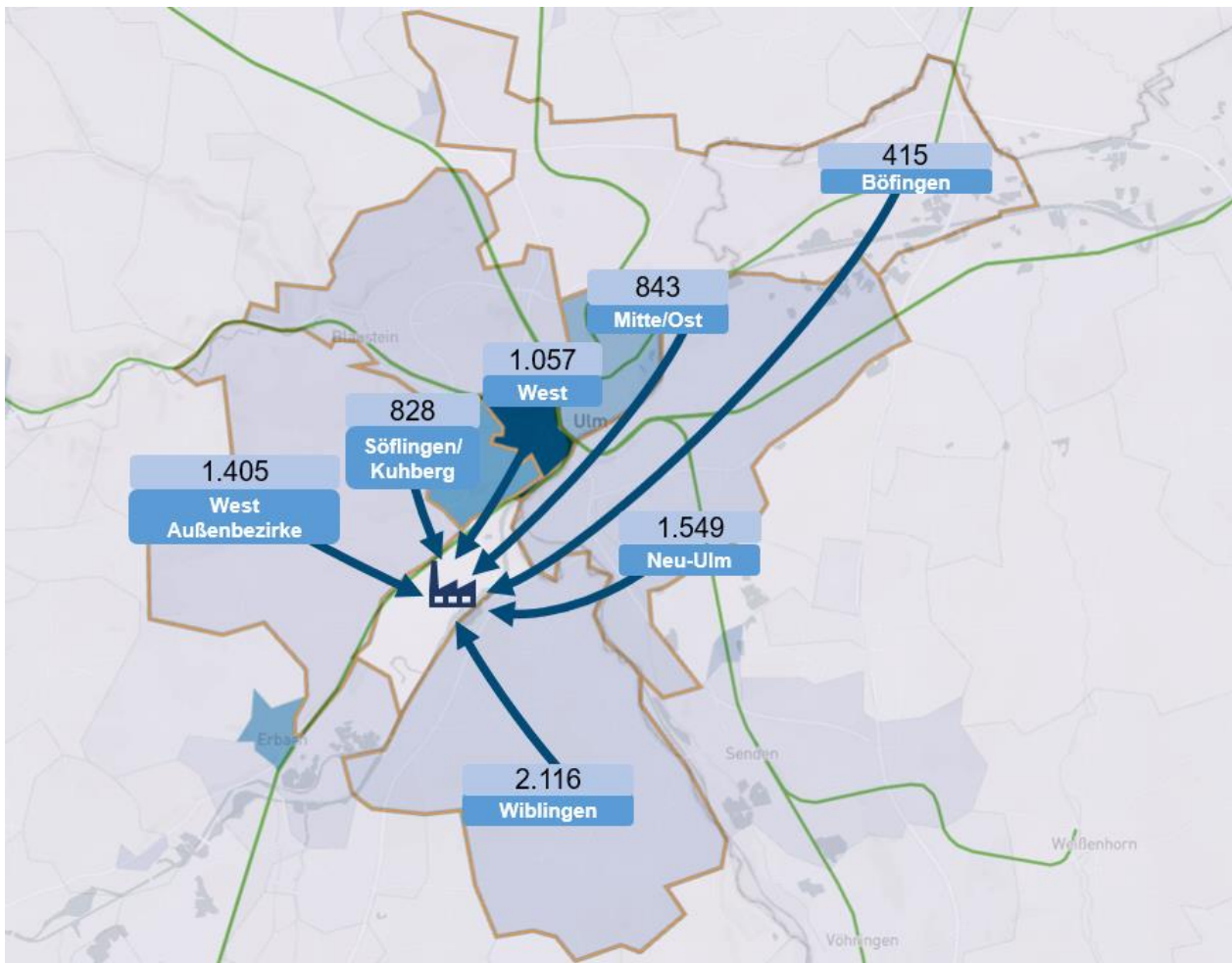


Abbildung 11: Eingehende Reisen aus Siedlungsgebieten (Zeiten: 05:00 – 15:00; Tagesdurchschnitte Monat Dezember 2022)

3.5. Zeitlich geschichtete Analysen

Zur Ermittlung von Unterschieden im Mobilitätsaufkommen zwischen den verschiedenen Monaten, Wochentagen und Tageszeiten sind in diesem Gliederungsabschnitt zeitlich geschichtete Analysen enthalten. Beginnend mit Abbildung 12 in der die Anzahl aller Reisen der Winter und Sommermonate gegenübergestellt sind.

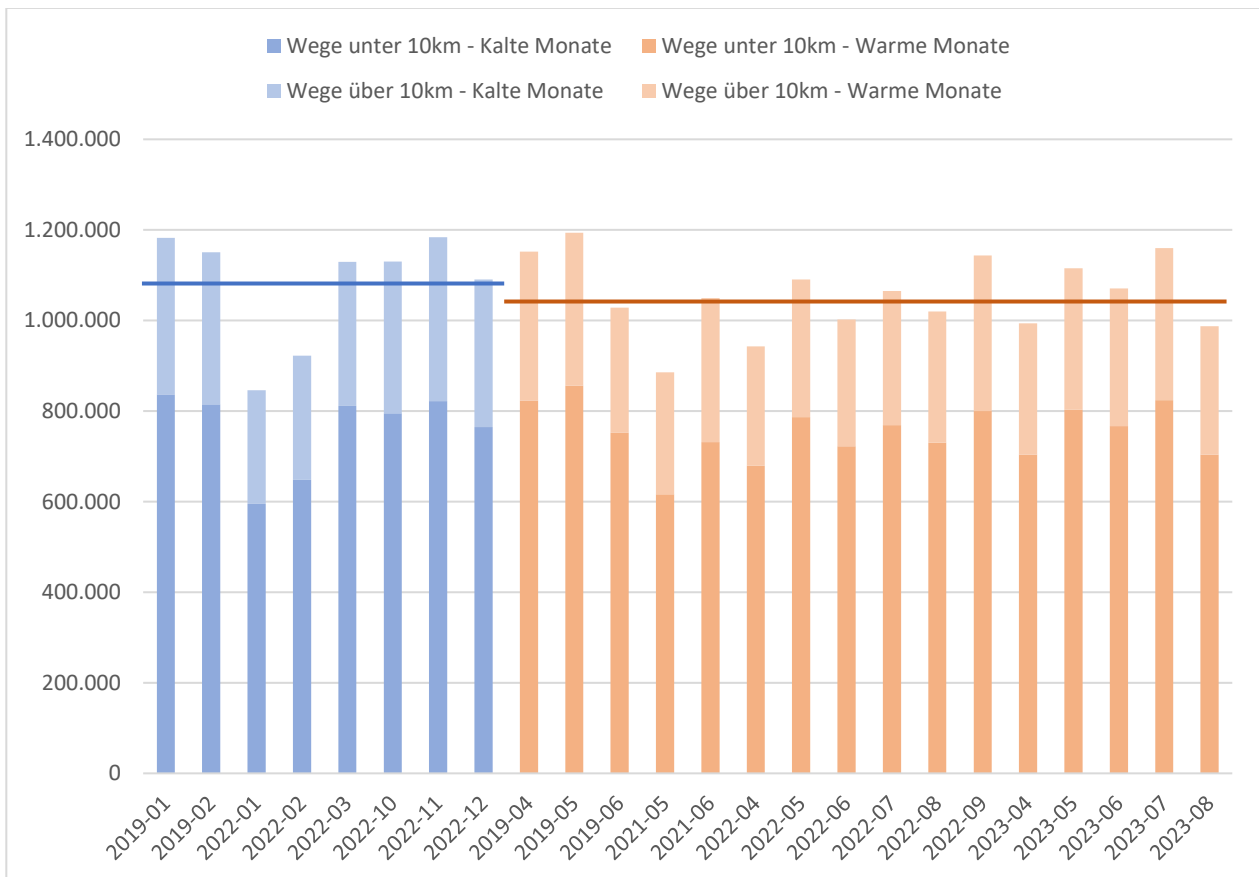


Abbildung 12: Gesamtreisen (ein- und ausgehend) nach Temperaturphasen

Unterschiede gibt es nicht nur zwischen den Monaten, sondern auch zwischen den einzelnen Werktagen. In Abbildung 13 ist die Mobilität nach Wochentagen für den gesamten Zeitraum dargestellt.

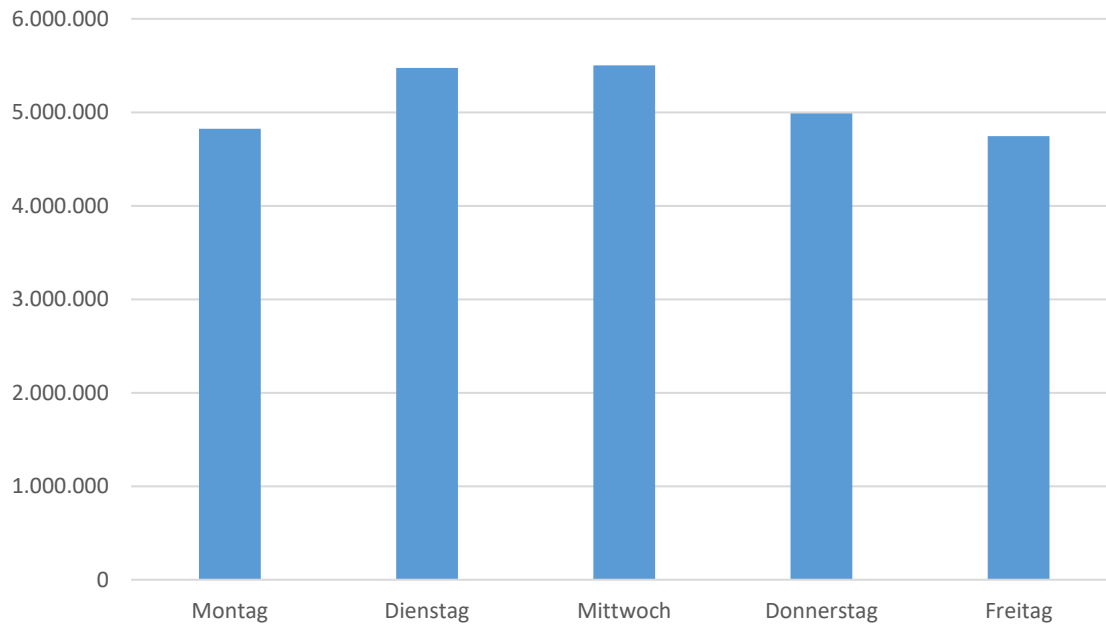


Abbildung 13: Mobilität an Wochentagen Gesamtzeitraum

Demnach sind die Wochentage Dienstag und Mittwoch die Tage mit dem höchsten Verkehrsaufkommen. Untersuchungen wie z.B. Nobis & Kuhnimhof (2018) fanden bereits vor der Covid-19-Pandemie heraus, dass Personen die teilweise im Home Office arbeiten, vor allem dienstags und mittwochs den Präsenzarbeitsplatz in ihrem Unternehmen aufsuchen. Dies könnte auch im vorliegenden Beispiel in Ulm ein Grund für das höhere Verkehrsaufkommen sein.

Nicht nur in Bezug auf die Wochentage, sondern auch auf die Tageszeiten gibt es Unterschiede in der Verkehrsaktivität. Abbildung 14 zeigt die Aufteilung der Wege nach ihrem Startzeitpunkt. Die Tagesverlaufsdaten wurden am Beispiel des Monats Dezember 2022 herangezogen.

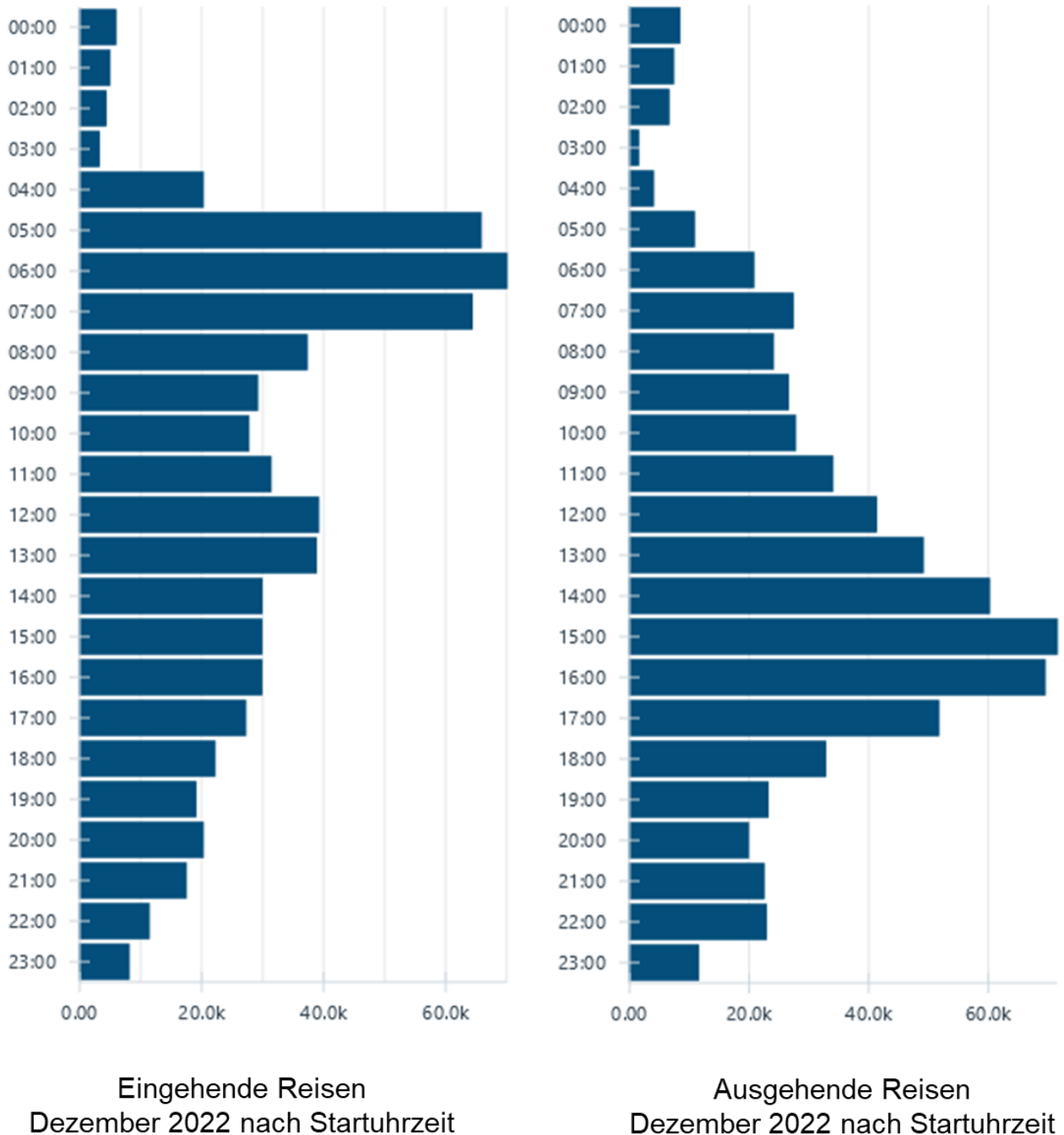


Abbildung 14: Ein- und ausgehende Reisen nach Startuhrzeit im Vergleichsmonat Dezember 2022

Der Peak der eingehenden Verkehre ins Donautal ist im Zeitraum von 05:00 Uhr bis 07:00 Uhr, während die meisten Fahrten aus dem Donautal zwischen 14:00 Uhr und 17:00 Uhr getätigt werden. In diesen Zeiträumen spiegeln sich die Schicht- und Arbeitszeiten vieler Pendelnden wider. Zur Mittagszeit steigt die Zahl der Verkehrsbewegungen (eingehende und ausgehende zusammen) ebenfalls an. Die Verteilung der Reisen auf die Startuhrzeit gleicht sich über die Monate hinweg aus, auch wenn die absoluten Zahlen der durchgeführten Reisen schwanken.

4. Zusammenfassung und Limitation

4.1. Zusammenfassung

Durch Analyse der Mobilfunkdaten konnten umfassende Informationen zu Quell-Ziel-Verbindungen sowie zur zeitlichen Aufteilung des Verkehrsaufkommens gewonnen werden. Bei der Längsschnittbetrachtung über den Jahresverlauf hinweg zeigt sich ein Rückgang des Mobilitätsaufkommens während der Covid-19-Pandemie. Trotz des darauffolgenden Anstieges gibt es jahres- und monatsbedingte Schwankungen.

Ein Großteil der Wege mit Start oder Ziel im Industriegebiet Donautal ist kürzer als 10 km. D.h. die meisten Wege haben ihren Start und Zielpunkt in den umliegenden, teils angrenzenden Siedlungsgebieten. Zwar ist eine modale Aufschlüsselung dieser Verkehre nicht möglich, dennoch lässt sich hier ein großes Potential für MIV-Alternativen wie den ÖPNV, Fahrrad sowie E-Bike/Pedelecs erkennen.

Letztere können allen voran eine Alternative für die Gebiete Wiblingen, Ulm West/Außenbezirke und Neu-Ulm sein. Aus diesen Räumen werden die meisten eingehenden Reisen ins Donautal zurückgelegt. Gleichzeitig ist die ÖPNV-Erreichbarkeit in diese Gebiete mit teils geringer Siedlungsdichte suboptimal, weswegen aktive Verkehrsformen eine attraktive Alternative darstellen können.

Auch aus den direkt angrenzenden Gebieten Ulm West, Mitte/Ost und Söflingen/Kuhberg sind hohe Verkehrsbewegungen zwischen dem Donautal zu verzeichnen. Die zeitliche Ballung der durchgeführten Reisen lässt auf einen hohen Anteil von Pendelverkehren schließen.

Bei Betrachtung der Gesamtmobilität im Wochenverlauf sind Unterschiede zwischen den einzelnen Werktagen zu erkennen. Das höchste Verkehrsaufkommen im Donautal (eingehende und ausgehende Reisen) entfällt über den gesamten Betrachtungsraum hinweg auf die Wochentage Dienstag und Mittwoch. Freitags finden die wenigsten Verkehrsbewegungen statt.

Die Hauptreisezeit für eingehende Verkehre liegt im Tagesverlauf zwischen 05:00 Uhr und 07:00 Uhr. Die meisten ausgehenden Reisen aus dem Donautal werden zwischen 14:00 Uhr und 16:00 Uhr angetreten. Eine Optimierung in Bezug auf das ÖPNV-Angebot bietet sich vor allem in diesen Zeiträumen, beispielsweise durch Taktverdichtung oder spezielle Verstärkerfahrten, an.

Durch die Auswertung der Mobilfunk-Bewegungsdaten konnten viele Informationen gewonnen werden. Allerdings gibt es beim Aussagegehalt und der Interpretation der Daten limitierende Faktoren. Diese sind nachfolgend dargestellt.

4.2. Limitationen

Obwohl die Stichprobe der erworbenen Mobilfunkdaten deutlich höher als bei anderen Methoden ist (bspw. Durchführung einer Befragung der Mitarbeitenden), gibt es Einschränkungen in der Aussagekraft der Ergebnisse. Die im Rahmen dieser Studie relevanten Limitationen werden im Folgenden näher beschrieben

Die geografische Genauigkeit der Daten ist unmittelbar an die Funkzellengröße gekoppelt und variiert daher zwischen verschiedenen Gebieten mit hoher und niedriger Siedlungsdichte. Neben Handys und Smartphones können auch andere elektronische Geräte oder Fahrzeuge mit SIM-Karten ausgestattet sein. Dies kann zu Mehrfachzählungen führen, die nicht identifiziert und exkludiert werden können.

Das Industriegebiet Donautal wird durch zwei Mobilfunkzellen abgedeckt. Die Anzahl der Reisen zwischen diesen Zellen war z.T. auffallend hoch. Dies kann mit der wechselnden Einwahl der Geräte in der jeweiligen Funkzelle erklärt werden. Die Reisen innerhalb des Donautals wurden daher bei Analyse der Quell-Ziel-Verbindungen nicht berücksichtigt.

Aus Datenschutzgründen werden die Bewegungsdaten gruppiert, sodass einzelne Ortsveränderungen nicht nachvollziehbar sind. Eine Quell-Ziel-Relation wird von Teralytics nur angezeigt, wenn mindestens fünf unterschiedliche ID's diese Bewegung durchführen. Legen zu einer bestimmten Uhrzeit weniger als fünf Personen eine Quell-Ziel-Bewegung zurück werden die Bewegungen aus dem Datensatz entfernt

Die Analyse der Quell-Ziel-Matrizen lassen keine Rückschlüsse auf die modale Verteilung zu. Zwar ist es grundlegend möglich durch Kombination verschiedener Daten aus Zählungen, Modellierung und Umfragen Schätzungen zu treffen, da in Ulm solche Daten jedoch entweder nicht verfügbar waren oder nicht bereitgestellt werden konnten, war die Verflechtung der Mobilfunkdaten mit anderen Datenquellen nicht möglich. Umfassende Analysen der Reisen hinsichtlich Verkehrsmittel oder Wegzweck sind daher nicht zu ermitteln. Dem wurde entgegengewirkt indem verschiedene Pendelstromrelevanten Tageszeiten untersucht wurden. Dennoch ist es dadurch nicht möglich die einzelnen Verkehre beispielsweise dem Personen- bzw. Pendelverkehr oder Lieferanten bzw. Güterverkehren zuzuordnen.

Abschließend stellt die begrenzte Anzahl der verfügbaren Monate zur Auswertung der Mobilfunk-Bewegungsdaten eine weitere Limitation dar.

5. Referenzen

- Bundesanstalt für Straßenwesen. (2010): Ermittlung von Standards für anforderungsgerechte Datenqualität bei Verkehrserhebungen (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen Heft V 200).
- Institut für Nachhaltige Unternehmensführung (Hrsg.) (2024): Mobilitätsverhalten von Mitarbeitenden im Industriegebiet Donautal ansässiger Unternehmen. Auswertung von Mitarbeitendenbefragungen und -workshops.
- KLICONN (2024): Reallabor Klima Connect. Online verfügbar unter: <https://www.uni-ulm.de/mawi/reallabor-klima-connect/>.
- Lopez, A.J.; Astegiano, P.; Gautama, S.; Ochoa, D.; Tampère, C.M.J.; Beckx, C. (2017): Unveiling E-Bike Potential for Commuting Trips from GPS Traces. In: ISPRS Int. J. Geo-Inf., 6, 190. <https://doi.org/10.3390/ijgi6070190>.
- Nobis, C.; Kuhnimhof, T. (2018): Mobilität in Deutschland - MID: Ergebnisbericht. Studie von infas, DLR, IVT und infas 360 im Auftrag des Bundesministers für Verkehr und digitale Infrastruktur. Online unter: [mid-ergebnisbericht.pdf \(bund.de\)](https://www.bund.de/SharedMedia/DE/SharedMedia/Infrastruktur/mid-ergebnisbericht.pdf) (zuletzt zugegriffen am 10.06.2024).
- Schäfer, P. K.; Schmidt, K.; Knese, D.; Hermann, A. (2011): Sozialwissenschaftliche Begleitforschung zur Elektromobilität in der Modellregion Rhein-Main. Online unter https://www.frankfurt-university.de/fileadmin/standard/Hochschule/Fachbereich_1/FFin/Neue_Mobilitaet/Veroeffentlichungen/2001-2013/Resuemee_Elektromobilitaet_Sozialwissenschaftliche_Begleitforschung.pdf (zuletzt zugegriffen am 10.06.2024).
- Ton, D.; Bekhor, S.; Cats, O.; Duives, D. C.; Hoogendoorn-Lanser, S.; Hoogendoorn, S. P. (2020): The experienced mode choice set and its determinants: Commuting trips in the Netherlands. In: Transportation Research Part A: Policy and Practice, 132, 744–758. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.12.027>.