



Hochschule Konstanz
Fakultät Bauingenieurwesen

**Innerstädtische Mobilitätsplanung durch die Verwendung von
Fernerkundungsdaten**

Im Rahmen einer klimaresilienten Stadtentwicklung

Master-Thesis

Zur Erlangung des Grades: Master of Engineering (M. Eng.)

Vorgelegt von:

Patrick Kühn



Matrikelnummer:



Betreuer:

Prof. Dr.-Ing. Michael Bühler

Abgabedatum:

28.02.2022

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere hiermit wahrheitsgemäß, die Master-Thesis, bis auf die dem betreuenden Dozenten bereits bekannte Hilfe, selbstständig angefertigt, alle benutzten Hilfsmittel vollständig und genau angegeben und alles kenntlich gemacht zu haben, was aus Arbeiten anderer unverändert oder mit Abänderungen übernommen wurde.

[REDACTED]

Ort, Datum

[REDACTED]

Patrick Kühn

Zusammenfassung

Durch neuartige Arten der Fortbewegung, eine weitreichende Vernetzung und die Notwendigkeit einer nachhaltigen Mobilität steht die Mobilitätsplanung vor neuen Herausforderungen. Die bisherige Ausrichtung auf die Optimierung von Kapazität und Geschwindigkeit des Verkehrsflusses ist mit der modernen Stadtplanung nicht mehr vereinbar.

Ziel dieser Masterarbeit ist es, ein Konzept für eine zukunftsorientierte Mobilitätsplanung mit der Eingliederung in eine klimaresiliente Stadtplanung zu schaffen. Dafür wird der Einsatz von Fernerkundungsdaten als Datengrundlage für Planung und Monitoring und die Verwendung weicher Maßnahmen untersucht. Sie erfordern keinen direkten Eingriff in die Infrastruktur, sondern bauen auf der bereits bestehenden auf und zielen auf eine Veränderung des Mobilitätsverhalten der Reisenden ab.

Auf Basis einer Literaturrecherche wurde ein Konzept erstellt, das die identifizierten Problemstellen der heutigen Mobilitätsplanung aufgreift. Zur Validierung der technischen Machbarkeit und die Praxistauglichkeit, wurden Experteninterviews durchgeführt. Mit den daraus gewonnenen Erkenntnissen wurde der neue Ansatz darauffolgend erweitert und angepasst.

Die Auswertung zeigt, dass die Herausforderungen durch das entwickelte Konzept aufgegriffen werden und die Mobilitätsplanung von der Verwendung von Fernerkundungsdaten profitieren kann. Um eine optimale Datenverwertung zu gewährleisten, ist eine Bilderkennungssoftware erforderlich. Allerdings erfordert die angestrebte Verhaltensänderung bei den Reisenden zudem ein unterstützendes zielgruppenorientiertes Marketing. Für eine weitere Verbesserung des Monitorings ist die Bildung von KPIs bereits in der Planungsphase und eine Monitoring-Plattform hilfreich.

Zur Einbindung des Konzepts in der Praxis ist die Entwicklung einer auf die Fernerkundungsdaten angepasste Bilderkennungssoftware notwendig. Danach kann das entwickelte Konzept in Pilotprojekten angewendet werden. Dadurch können auch die prozessualen Änderungen, die durch den Ansatz erfolgen, erprobt werden.

Abstract

Due to new types of travel, extensive networking and the need for sustainable mobility, mobility planning is facing new challenges. The previous focus on optimising the capacity and speed of traffic flow is no longer compatible with modern urban planning.

The aim of this thesis is to create a concept for future-oriented mobility planning with the integration into climate-resilient urban planning. For this purpose, the use of remote sensing data as a data basis for planning and monitoring and the use of soft measures are investigated. They do not require a direct intervention in the infrastructure but build on the already existing one and aim at changing the mobility behaviour of travellers.

Based on a literature review, a concept was developed that addresses the identified problem areas of current mobility planning. Expert interviews were conducted to validate the technical feasibility and practicality of the concept. With the insights gained from this, the new approach was subsequently expanded and adapted.

The evaluation shows that the challenges are addressed by the developed concept and that mobility planning can benefit from the use of remote sensing data. Image recognition software is required to ensure optimal data utilisation. However, the desired behavioural change among travellers also requires supportive target group-oriented marketing. For a further improvement of monitoring, the formation of KPIs already in the planning phase and a monitoring platform is helpful.

To integrate the concept in practice, the development of image recognition software adapted to the remote sensing data is necessary. Afterwards, the developed concept can be applied in pilot projects. In this way, the procedural changes brought about by the approach can also be tested.

Inhalt

| | |
|---|-----|
| Abbildungsverzeichnis | V |
| Tabellenverzeichnis | V |
| Abkürzungsverzeichnis | VI |
| 1. Einleitung..... | 1 |
| 2. Grundlagen..... | 3 |
| 2.1 Mobilitätsplanung Status Quo | 3 |
| 2.1.1 Begriffe | 3 |
| 2.1.2 Aktueller Planungsprozess | 5 |
| 2.2 Klimaresiliente Stadtentwicklung..... | 11 |
| 2.3 Nachhaltige Mobilitätsplanung | 13 |
| 2.3.1 Probleme des Stadtverkehrs & Einflussfaktoren auf Umweltbelastungen ... | 13 |
| 2.3.2 „Sustainable Urban Mobility Planing“ | 15 |
| 2.4 Digitale Datenerhebung | 19 |
| 2.4.1 Mobilitätsdaten | 20 |
| 2.4.2 Remote Sensing | 22 |
| 3. Vorgeschlagene Vorgehensweisen & Methoden..... | 24 |
| 4. Methoden zur Evaluierung & Validierung des Konzepts..... | 31 |
| 4.1 Entwicklung der leitfadengestützten Experteninterviews | 31 |
| 4.2 Auswahl der Experten..... | 34 |
| 5. Ergebnisse..... | 37 |
| 5.1 Status Quo | 37 |
| 5.2 aktuelle Datengrundlage & -verarbeitung..... | 41 |
| 5.3 Evaluierung des Konzepts | 42 |
| 6. Anpassung & Weiterentwicklung des Konzepts | 46 |
| 6.1 Technische Machbarkeit durch Bilderkennung..... | 47 |
| 6.2 Verhalten bei der Verkehrsmittelwahl..... | 49 |
| 6.3 KPIs für das Monitoring | 52 |
| 6.4 Darstellung des überarbeiteten Konzepts | 54 |
| 6.5 Eingliederung des Konzepts in eine klimaresiliente Stadtentwicklung | 55 |
| 7. Schlussbetrachtung | 58 |
| 7.1 Fazit | 58 |
| 7.2 Ausblick | 61 |
| Literaturverzeichnis..... | 62 |
| Anhang | VII |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: Verschiedene Definitionen der Mobilität | 3 |
| Abbildung 2: Elemente der Planung..... | 10 |
| Abbildung 3: Auswirkungen der Flutkatastrophe im Ahrtal | 11 |
| Abbildung 4: Verteilung der Starkregenereignisse über die Jahre 2001 bis 2020..... | 12 |
| Abbildung 5: Einflussfaktoren auf die Umweltbelastung im Personenverkehr | 14 |
| Abbildung 6: SUMP Cycle - 12 Schritt der nachhaltigen Mobilitätsplanung | 16 |
| Abbildung 7: Untersuchung der Pendelströme der Region Stuttgart durch Mobilfunkdaten | 21 |
| Abbildung 8: Detaillierungsgrad bei unterschiedlichen räumlichen Auflösungen | 22 |
| Abbildung 9: Herausforderungen der aktuellen Mobilitäts- und Verkehrsplanung..... | 24 |
| Abbildung 10: Darstellung des Konzepts und der Abhängigkeiten der verschiedenen Parameter..... | 28 |
| Abbildung 11: Außenwerbung für Car-Sharing in Bremen..... | 40 |
| Abbildung 12: Verkehrszählung durch Bilderkennung bei einer Auflösung von 1m pro Pixel | 48 |
| Abbildung 13: Verkehrszählung durch Bilderkennung bei einer Auflösung von 15cm pro Pixel..... | 48 |
| Abbildung 14: Monitoring-Plattform San Sebastian | 52 |
| Abbildung 15: Einbindung neuer Erkenntnisse in das Konzept | 54 |
| Abbildung 16: Flächenverbrauch öffentlicher Straßenfahrzeuge im Vergleich zu übrigen PKW | 56 |
| Abbildung 17: "Bäche ans Licht", Vorhaben für eine klimaangepasste Stadt in Wiesbaden | 57 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|---|----|
| Tabelle 1: Beispiele für erhobene Daten zum Mobilitätsverhalten | 6 |
| Tabelle 2: Ebenen der Verkehrs- und Mobilitätsplanung | 9 |
| Tabelle 3: Unterschiede zwischen der traditionellen Verkehrsplanung und dem SUMP-Ansatz | 18 |
| Tabelle 4: Gegenüberstellung verschiedener Faktoren des Ist-Zustandes und des angestrebten Ansatzes | 29 |
| Tabelle 5: Symbolische Dimensionen der Mobilität | 50 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|------------|--|
| ADAC | <i>Allgemeiner Deutscher Automobil-Club</i> |
| ADFC..... | <i>Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club</i> |
| FGSV..... | <i>Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen</i> |
| KFZ..... | <i>Kraftfahrzeug</i> |
| KI..... | <i>Künstliche Intelligenz</i> |
| KPI..... | <i>Key Performance Indicator</i> |
| LKW..... | <i>Lastkraftwagen</i> |
| MIV | <i>motorisierter Individualverkehr</i> |
| ÖV | <i>öffentlicher Verkehr</i> |
| P+R | <i>Park and Ride</i> |
| PKW | <i>Personenkraftwagen</i> |
| SUMP | <i>Sustainable Urban Mobility Planing</i> |

1. Einleitung

Etwa die Hälfte der heutigen Weltbevölkerung lebt bereits in Städten und dieser Trend der Urbanisierung setzt sich weiter fort. Bis 2050 sollen ca. zwei Drittel der Menschen in Städten wohnen. Essenziell für die Lebensqualität und Funktion dieser Städte waren und sind nicht zuletzt die jeweils gegebenen Verkehrsmöglichkeiten, sowohl für Menschen als auch für Güter¹, die sich deshalb mit dem Prozess der Verstädterung ebenfalls entwickeln müssen. Dabei kommt es zu verschiedenen sozialen, ökonomischen und ökologischen Anforderungen an die Mobilität der Zukunft und darum ist es wichtig, die Verkehrsplanung und die Stadtentwicklung zusammen zu gestalten.

„Der Zwang zum Auto ist krass in uns verankert.“²

In diesem Zitat der Verkehrswende-Expertin Katja Diehl spiegelt sich wider, dass die Mobilitätswende nicht nur technische Komponenten beinhaltet, sondern auch eine Verhaltensänderung bei den Menschen fordert. Der reine Wechsel zu nachhaltigen Energien und die Verwendung von zum Beispiel elektrisch betriebenen Verkehrsmitteln allein löst nicht die Probleme, vor denen eine zukunftsorientierte Mobilität steht. Dies zeigen auch die Stauzeiten in Deutschland. Nur durch einen Wechsel der Antriebsarten könnten diese nicht gesenkt werden. Durchschnittlich stehen Pendlerinnen und Pendler 40 Stunden im Stau.³ Die heutige Mobilität muss sich wandeln.

Katastrophen wie das Jahrhundert-Hochwasser in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen vergangenen Juli sind Ausdruck für die zunehmende Zahl von Unwettern und die damit verbundenen Schäden als Folge des Klimawandels. Hier starben allein an der Ahr mindestens 133 Menschen und entstand ein Schaden von mehr als 29 Milliarden Euro.⁴ Das verdeutlicht die Dringlichkeit des Umdenkens. Die Klimaresilienz von Städten, also deren Fähigkeit, die Auswirkungen des Klimawandels abzumildern, muss folglich gestärkt werden, um dem Klimawandel entgegenzusteuern. Da die Mobilität in großem Maß die Entwicklung einer Stadt mitprägt, ist die Mobilitätsplanung besonders im Hinblick auf eine klimaresiliente Stadt also nicht wegzudenken.

Bisher wird bei der Planung neuer Mobilitätsmaßnahmen nicht die gesamte Bandbreite der Umwelteinflüsse des Verkehrs betrachtet. In kommunalen Planungen haben besonders die Themen Vorrang, die durch Emissionen direkt vor Ort wahrnehmbar sind, wie die Feinstaubbelastung durch Dieselemissionen. Das bedeutet auch, dass Ressourcen- und

¹ Vallée et al. 2021, VII.

² Diehl in Kaiser 2022.

³ INRIX 07.12.2021.

⁴ tagesschau.de 2021.

Energieverbrauch hier seltener thematisiert werden.⁵ Somit muss sich nicht nur die Art der Mobilität, sondern auch der Planungsprozess selbst verändern.

Ein Werkzeug, das im Rahmen der Untersuchung der Entwicklung der Auswirkungen des Klimawandels verwendet wird, sind Fernerkundungsdaten. Hier werden von Satelliten und Flugzeugen oder Drohnen aufgenommene Bilddaten untersucht und ausgewertet. Auch für den städtischen Bereich ist diese Form der Datengewinnung bereits entwickelt, jedoch erfolgt keine offensichtliche Anwendung dieser Daten im Planungs- und Entwicklungsprozess.⁶ Diese Lücke hat auch das Raumfahrtmanagement des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt erkannt und 2019 eine Förderung von Vorhaben im Bereich „Entwicklung und Implementierungsvorbereitung von Copernicus Diensten für den öffentlichen Bedarf in Deutschland“ bekannt gegeben.⁷ Dort soll unter anderem eine Verbesserung der Mobilitäts- und Verkehrsplanung angestrebt werden.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, ein Konzept für eine zukunftsorientierte Mobilitätsplanung zu erarbeiten. Hierfür wird untersucht, wie die innerstädtische Mobilitätsplanung durch einen schnelleren Planungs- und fortlaufenden Monitoringprozess in Folge der Verwendung von Fernerkundungsdaten profitieren und dadurch eine klimaresiliente Stadtplanung unterstützend begleitet werden kann.

Um dieses Ziel zu erreichen, wird auf Grundlage einer Literaturrecherche ein Konzept entwickelt, welches zuvor identifizierte Herausforderungen der Mobilitätsplanung aufgreift. Für die Evaluierung des Konzepts werden drei Experten aus der Mobilitätsplanung und ein Experte für Geodatenanalyse befragt. Dadurch werden sowohl die technischen also auch die planerischen Aspekte sowie die praktische Umsetzung bewertet. Das Konzept wird anschließend auf Basis der Ergebnisse aus den Experteninterviews weiterentwickelt. Abschließend wird die Frage beantwortet, wie Fernerkundungsdaten und ein veränderter Planungsprozess eine zukunftsweisende Mobilitätsplanung begünstigen können.

Dafür werden in den folgenden Kapiteln zuerst die Grundlagen betrachtet. Auf den Grundlagen basierend werden Vorgehensweisen und Methoden abgeleitet, welche anschließend durch die Experteninterviews evaluiert und validiert werden. Darauf folgend werden die Ergebnisse der Interviews analysiert und das Konzept auf deren Basis weiterentwickelt. Zum Schluss werden die Kernergebnisse und die daraus resultierenden Schlussfolgerungen im Fazit zusammengefasst, sowie ein Ausblick auf zukünftig in diesem Bereich relevante Forschung gegeben.

⁵ Vallée et al. 2021, S. 59.

⁶ Wellmann et al. 2020, S. 2.

⁷ Raumfahrtmanagement des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) 2020.

2. Grundlagen

2.1 Mobilitätsplanung Status Quo

2.1.1 Begriffe

Bevor der Prozess der Planung beschrieben wird, werden in diesem Kapitel einige zentrale Begriffe erläutert. Zunächst muss der Begriff Mobilität definiert werden. Mobilität wird häufig synonym zum Begriff Verkehr benutzt. Allerdings hat sie durch unterschiedliche Perspektiven häufig verschiedene Bedeutungen. Neben der räumlichen Mobilität gibt es die Bereiche der sozialen Mobilität, also die Fähigkeit zum Wechsel des sozialen Status, und der geistigen Mobilität, in den beispielsweise die Kreativität, Flexibilität, Agilität und Dynamik fallen (siehe Abbildung 1).

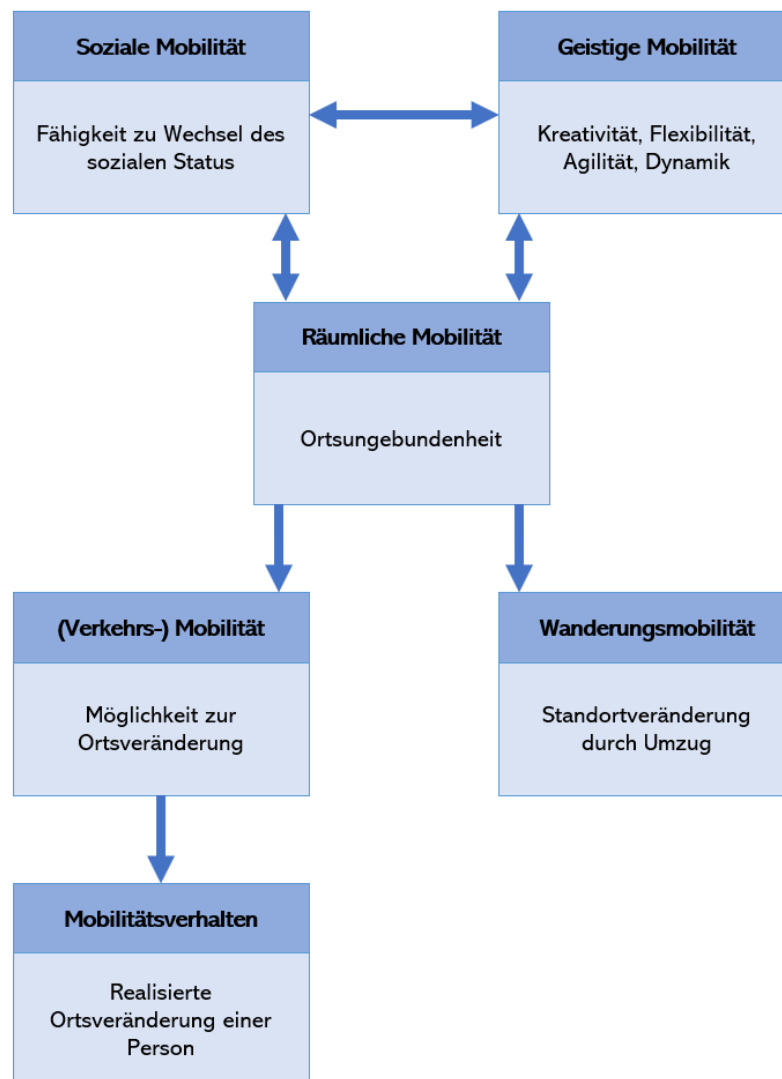


Abbildung 1: Verschiedene Definitionen der Mobilität⁸

⁸ Vallée et al. 2021, S. 49.

Die räumliche Mobilität wiederum lässt sich in die Verkehrsmobilität und die Wandermobilität unterteilen. Innerhalb dieser Arbeit wird der Begriff Mobilität in der Bedeutung der Verkehrsmobilität verwendet. Die Verkehrsmobilität ist die Möglichkeit zur Ortsveränderung von Personen oder Gütern. Durch die verschiedenen Möglichkeiten, eine Ortsveränderung durchzuführen, entsteht ein Mobilitätsverhalten. Dieses kann von verschiedenen Faktoren, wie den finanziellen Möglichkeiten, den vorhandenen Angeboten oder gesundheitlichen Einschränkungen abhängig sein.⁹

Verkehr ist definiert als die Summe der Ortsveränderungen von Personen oder Gütern.¹⁰ Der Unterschied zwischen Verkehr und Mobilität liegt darin, dass die Verkehrsplanung versucht, die Nachfrage und das Angebot des Verkehrs aufeinander anzustimmen, während die Mobilitätsplanung eine Zielgruppe im Blick hat. Das heißt, dass die einzelnen Akteure dazu bewegt werden sollen, ihr eigenes Mobilitätsverhalten zu verändern beziehungsweise anzupassen. Als Möglichkeiten, dieses Mobilitätsverhalten zu beeinflussen, können Informationen, Kommunikation, Motivation, Koordination oder Service genutzt werden.¹¹

Verkehrsmittel ist das gewählte Fortbewegungsmittel für eine Ortsveränderung, also beispielsweise das Auto oder die Straßenbahn, aber auch der Fußverkehr wird in der Regel zu den Verkehrsmitteln gezählt. Die verschiedenen Gruppen bei der Einteilung des Verkehrs nach Verkehrsmitteln ist als Verkehrsmodi bekannt. Bei diesen wird üblicherweise in nicht motorisierten Verkehr, motorisierten Individualverkehr (MIV) und öffentlichen Verkehr (ÖV) unterschieden.¹² Im Modal Split wird die prozentuale Verteilung der verschiedenen Verkehrsmodi dargestellt. Dabei werden in der Regel die Zahl der Wege in den Modal Split aufgenommen. Die Distanz der zurückgelegten Strecke hat dabei keinen Einfluss.¹³

Unter der Verkehrsinfrastruktur versteht man die technisch-baulichen Anlagen. Darunter fallen die Verkehrsnetze, wie Straßen und Schienen, Park- und Abstellflächen, Haltestellen für Bus und Bahn, Verknüpfungs- und Umschlagpunkte, Betriebsanlagen und Steuerungseinrichtungen.¹⁴ Angebotene Verkehrsdienstleistungen greifen in der Regel auf die bestehende Verkehrsinfrastruktur zurück. Verkehrsdienstleistungen sind angebotene

⁹ Vallée et al. 2021, S. 48–49.

¹⁰ Vallée et al. 2021, S. 48.

¹¹ Vallée et al. 2021, S. 46–47.

¹² Vallée et al. 2021, S. 51.

¹³ Vallée et al. 2021, S. 56.

¹⁴ Vallée et al. 2021, S. 51.

Leistungen, die das Ziel haben, eine Ortsveränderung durchzuführen. Dazu zählen beispielsweise der öffentliche Verkehr, Speditionen oder Sharing-Systeme.¹⁵

Weitere zentrale Begriffe sind der Motorisierungsgrad und die Umweltgerechtigkeit. Der Motorisierungsgrad beschreibt die Anzahl der Fahrzeuge pro tausend Einwohner, also das Verhältnis der angemeldeten Personenkraftwagen (PKW) zur Einwohnerzahl.¹⁶ Als Umweltgerechtigkeit wird die Verteilung von Umweltbelastungen auf verschiedene Bevölkerungsgruppen bezeichnet. Die Bevölkerungsgruppen werden durch beispielsweise Haushaltseinkommen, ethnische Zugehörigkeit oder den Bildungsgrad unterteilt. Haushalte mit geringeren Einkommen wohnen häufiger an Hauptverkehrsstraßen als Haushalte mit höheren Einkommen und sind somit einer höheren Umweltbelastung ausgesetzt. Die Umweltgerechtigkeit verfolgt also das Ziel, dass alle sozioökonomischen Personengruppen einer gleichwertig geringen Umweltbelastung ausgesetzt sind.

2.1.2 Aktueller Planungsprozess

Nachdem nun einige zentrale Begriffe der Mobilitätsplanung geklärt sind, kann der Planungsprozess genauer betrachtet werden. Anlass für den Beginn eines Planungsprozesses sind in der Regel Vorschläge, Mängel in der aktuellen Infrastruktur oder ein akuter Handlungsbedarf, wie beispielsweise die Überschreitung von Grenzwerten, wie beispielsweise eine zu hohe Lärm- oder Feinstaubbelastung. Dabei steht zu Beginn des Planungsprozesses eine Problemanalyse. Diese hat einen hohen Stellenwert, da eine unzureichende Problemanalyse dazu führen kann, dass daraus entstehende Maßnahmen nicht das ursprüngliche Problem lösen. Oft werden bereits Maßnahmen besprochen, ohne das Problem ausreichend definiert zu haben.¹⁷ Zur Analyse der Situation ist die Datengrundlage entscheidend für die Definition von Maßnahmen und Zielen. Dabei wird entweder auf Daten aus einer vorherigen Befragung zurückgegriffen oder, wenn diese nicht ausreichen beziehungsweise bereits zu weit in der Vergangenheit liegen, eine neue Datengrundlage erhoben. Als Datengrundlage werden einerseits Strukturdaten, also beispielsweise Daten zu Einwohnerzahl oder Anzahl der Arbeitsplätze im zu analysierenden Gebiet, benötigt, als auch Daten zum Mobilitätsverhalten der Verkehrsteilnehmer. Diese Daten werden heute üblicherweise über Zählungen, Messungen, Beobachtungen, Mobilitätsbefragungen, Befragungen in hypothetischen Märkten oder qualitative Methoden wie Interviews erhoben.¹⁸ Beispiele für erhobene Daten

¹⁵ Meffert et al. 2018.

¹⁶ Vallée et al. 2021, S. 55.

¹⁷ Vallée et al. 2021, S. 72.

¹⁸ Vallée et al. 2021, S. 72–74.

der einzelnen Methoden sind in Tabelle 1 aufgeführt. Nachdem das Problem ausreichend analysiert ist, werden daraus Ziele für den Planungsprozess definiert.¹⁹

Tabelle 1: Beispiele für erhobene Daten zum Mobilitätsverhalten²⁰

| Methode | Erhobene Daten |
|---------------------------------|---|
| Zählungen | Querschnittszählungen, Ein- und Aussteiger aus öffentlichen Verkehrsmitteln. |
| Messungen | Geschwindigkeit |
| Beobachtungen | Beobachtungen zum sicherheitsrelevanten Verhalten von Verkehrsteilnehmern an einem Knotenpunkt. |
| Mobilitätsbefragungen | Haushaltsbefragungen über die Mobilität der Bürger einer Stadt. |
| Befragung hypothetischer Märkte | Potenzielle Reaktionen auf ein neues Konzept. |
| Qualitative Methoden | Interviews zu Einstellungen und Vorlieben. |

Wenn das Problem analysiert und die Ziele der Planung gesetzt sind, geht es weiter in den eigentlichen Planungsprozess. Dabei gibt es durch die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) allgemeine Anforderungen an den Verkehrsplanungsprozess. Dieser soll effektiv, effizient, korrekt, transparent und annehmbar sein. Beim Planungsprozess sollten also alle fachlichen und prozessbezogenen Ziele umfassend und mit möglichst geringen Ressourceneinsatz erreicht werden und die Planungsmethoden, -verfahren und -abläufe sollen fachlich einwandfrei, für Externe verständlich und die Ergebnisse von möglichst vielen Betroffenen und Beteiligten akzeptiert werden.²¹

Der Planungsprozess beginnt mit der Maßnahmenuntersuchung. Mögliche Maßnahmen, die bei der Lösung der gegebenen Problematik und der Erreichung der bereits gesetzten Ziele infrage kommen, werden gesammelt und deren Auswirkungen abgeschätzt. Das Abschätzen der Auswirkungen von Maßnahmen erfolgt in der Regel über Prognosen und Szenarien. Dazu werden beispielsweise Entwicklungen aus der Vergangenheit durch mathematische Methoden analysiert und eine Trendextrapolation durchgeführt, um Entwicklungen und zukünftige Zustände absehen zu können. Das Szenario unterscheidet sich von der Prognose dadurch, dass hier verschiedene Entwicklungen und deren Konsequenzen dargestellt werden. Die Prognose bildet also auf Grundlage von bisherigen Entwicklungen und der Voraussetzung, dass diese Entwicklung stabil bleibt, die wahrscheinlichste Zukunft ab. Bei den Szenarien dagegen können komplexere

¹⁹ Vallée et al. 2021, S. 74.

²⁰ Vallée et al. 2021, S. 72–74.

²¹ Vallée et al. 2021, S. 48.

Entwicklungen dargestellt und daraus auch die wichtigsten Einflussfaktoren abgeleitet werden. Aufgrund der langen Entwicklungszeiträume und der getroffenen Annahmen zu Faktoren wie beispielsweise Raum-, Sozial- Wirtschafts- oder Technologieentwicklungen ist bei den Prognosen und Szenarien eine große Unschärfe gegeben. Trotzdem sind sie bei der Planung, besonders von kontroversen Maßnahmen, ein wichtiges Werkzeug und auch rechtlich relevant.²²

Bei komplexeren Projekten wird zusätzlich mit Simulationen gearbeitet. Um die Wirksamkeit zu prüfen, werden hier zukünftige Rahmenbedingungen und Zustände in ein realitätsnahes Modell gepflegt. Dabei sind verschiedene Detaillierungsgrade möglich. Diese reichen von weiträumigen Verkehrsmodellen bis zur detaillierten Simulation der Auswirkungen an Knotenpunkten.²³

Die verschiedenen Möglichkeiten an Maßnahmen werden anschließend bewertet und sortiert.²⁴ Eine solche Bewertung wird in der Regel über eine Gegenüberstellung der Kosten mit dem zu erwarteten Nutzen, also einer Kosten-Nutzen-Analyse, durchgeführt.²⁵ Zusätzlich erfolgt meist noch eine Bewertung der Umwelteinflüsse sowie der Raumwirksamkeit der betrachteten Maßnahmen. Neben der Kosten-Nutzen-Analyse, bei der die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen im Vordergrund steht, gibt es noch die Methode der Nutzwertanalyse. Bei der Nutzwertanalyse geht es darum, den größten Nutzen der verschiedenen Maßnahmen für das angestrebte Ziel zu erkennen, beziehungsweise auch die Differenz verschiedener Alternativen zu einem Referenzzustand festzustellen. Der Nutzen wird durch die Bewertung verschiedener Indikatoren ermittelt. Dabei ist die Gewichtung der verschiedenen Indikatoren mit Blick auf das Ziel im Vorfeld festzulegen.²⁶ Diese Methode wird verwendet, wenn es vorrangig um den Vergleich alternativer Maßnahmen geht.²⁷

Nachdem die verschiedenen Maßnahmen analysiert und bewertet sind, folgt eine Entscheidung zur Umsetzung einer beziehungsweise mehrerer Maßnahmen. Mit der Entscheidung ist der vorangegangene Planungsprozess abgeschlossen und die entsprechende Entscheidung wird an die Fachplaner zur Umsetzung ausgeschrieben.²⁸

Nach der Umsetzung folgt ein weiterer Schritt, der häufig vernachlässigt wird, die Evaluation. Die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen hat 2012 ein

²² Vallée et al. 2021, S. 74–75.

²³ Vallée et al. 2021, S. 74.

²⁴ Vallée et al. 2021, S. 74.

²⁵ Vallée et al. 2021, S. 75.

²⁶ Kühnapfel 2021, S. 14.

²⁷ Vallée et al. 2021, S. 75.

²⁸ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen 2018.

technisches Regelwerk publiziert²⁹, das auf der Beobachtung basiert, dass Defizite in Planung und Umsetzung oft nicht ermittelt werden. Der Fokus liegt meist auf der Beschlussfassung und darauf, die Maßnahmen technisch, rechtlich und finanziell störungsfrei durchzuführen. Die Beobachtung der Wirkung der Maßnahmen sowie die Erreichung der Ziele werden dabei vernachlässigt. Bei der Evaluation wird in die Wirkungs- und Prozessevaluation unterschieden. Die Wirkungsevaluation dient zur Überprüfung der Erreichung der Ziele der Maßnahme. Es werden die Wirkungen und Effekte beobachtet und mit den anfangs gesetzten Zielen verglichen. Bei der Prozessevaluation dagegen werden die einzelnen Prozessschritte Planungs-, Aufstellungs- und Umsetzungsprozess untersucht.³⁰

Auf die Evaluation, also die Betrachtung und Bewertung der vergangenen Prozesse und Maßnahmen, folgt das Monitoring, also die Betrachtung und Bewertung der durchgeführten Maßnahmen für die Zukunft. Dabei werden die wesentlichen Einflussparameter, wie die Entwicklung der als Datengrundlage dienenden Faktoren oder der Grenzwerte, wie Auslastung des ÖPNV oder die Feinstaubbelastung, die gegebenenfalls Auslöser der Maßnahme waren, kontinuierlich verfolgt. Sie sind also wichtige Werkzeuge, um Maßnahmen und Prozesse richtig zu bewerten, deren Wirksamkeit zu überprüfen und bei Bedarf anpassen zu können.³¹

Sowohl Evaluation als auch Monitoring finden trotz ihres hohen Stellenwerts für eine Weiterentwicklung in der Praxis allerdings kaum Anwendung. Gründe hierfür sind hohe Kosten, ohne dabei einen direkt wahrnehmbaren Nutzen zu haben, und dass kritisierende Ergebnisse in Evaluation und Monitoring negativ auf die politischen Institutionen zurückfallen und als Fehlentscheidungen oder Nichthandeln interpretiert werden können.³²

Die Verkehrs- und Mobilitätsplanung im städtischen oder kommunalen Bereich kann sich auf verschiedenen Ebenen bewegen, die in folgender Tabelle dargestellt sind:

²⁹ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen 2012.

³⁰ Vallée et al. 2021, S. 76.

³¹ Vallée et al. 2021, S. 76

³² Vallée et al. 2021, S. 76

Tabelle 2: Ebenen der Verkehrs- und Mobilitätsplanung³³

| Ebene | Beispiel |
|--|--|
| Strategische gesamtstädtische Planung mit längerfristigem Planungshorizont | Verkehrsentwicklungsplan |
| Sektorales Teilkonzept | Zur Reduzierung von Emissionen oder Erhöhung der Verkehrssicherheit |
| Planung von konkreten Einzelmaßnahmen | Schulwegsicherung oder Anbindung eines neuen Wohngebietes |
| Detailplanung eines Infrastrukturprojekts | Umgestaltung eines Knotenpunktes |
| Genehmigungsplanung eines Infrastrukturprojekts | Planfeststellungsverfahren für ein Straßenbauprojekt oder eine Straßenbahnverlängerung |
| Liniennetzplanung eines Verkehrsunternehmens | Erstellung einer neuen Bus-Route |
| Konzeption eines Mobilitätsangebotes | Fahrradleihsystem |
| Planung der Verkehrssteuerung | Optimierung von Lichtsignalanlagen |
| Planung von betrieblichen Mobilitätsmanagementmaßnahmen | Förderung von Jobtickets |

Bei der Verkehrsplanung wird besonders bei Infrastrukturprojekten viel Zeit benötigt. Durch die hohen Kosten und die lange Nutzungsdauer der entstehenden Maßnahmen wird eine zeitintensive Planung und Umsetzung benötigt. Außerdem ist wegen der hohen Kosten eine hohe Sicherheit auf Erfolg der Maßnahme notwendig, bevor ein Projekt umgesetzt wird. Das bedeutet allerdings auch, dass gewagtere Maßnahmen in der Regel nicht bis in die Umsetzung kommen.³⁴ Bei Planungen, die in niedrigeren Ebenen, wie der Konzeption eines Mobilitätsangebotes oder der Planung der Verkehrssteuerung, stattfinden, sind weitaus weniger kostenintensiv, Änderungen können schneller implementiert und auf Veränderungen in der Nachfrage kann besser reagiert werden.

Diese Vorteile der niedrigeren Ebenen finden auch in bereits vorhandenen Konzepten zur nachhaltigen Mobilitätsplanung Anwendung. Ein Beispiel hierfür ist das „Sustainable Urban Mobility Planing“, auf das auch in Kapitel 2.3.2 tiefergehend eingegangen wird. Hier werden durch solche Maßnahmen Anreize gesetzt, die das Mobilitätsverhalten der Bürger hin zu

³³ Vallée et al. 2021, S. 45–46.

³⁴ Vallée et al. 2021, S. 47.

nachhaltigen Verkehrsmodi beeinflussen sollen. Die Maßnahmen in Kapitel 3 werden hauptsächlich in diesen Ebenen stattfinden.

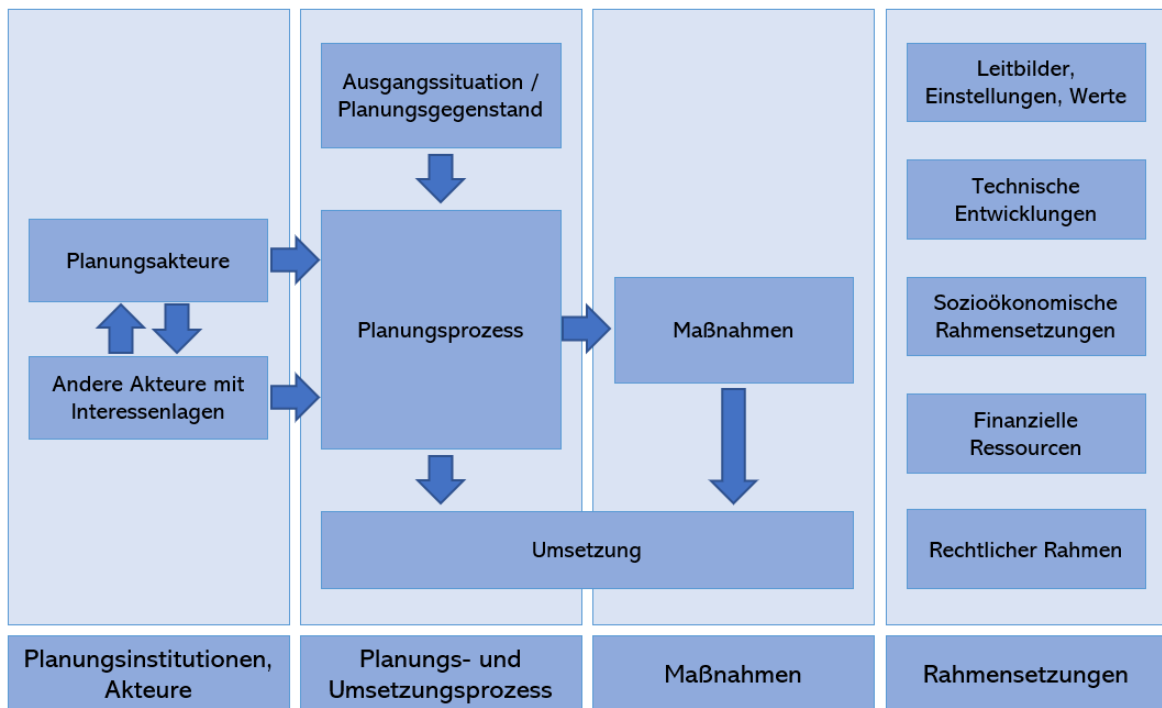


Abbildung 2: Elemente der Planung³⁵

Die Elemente der Planung lassen sich also in vier Bereiche unterteilen, in denen sich die verschiedenen Akteure, Prozesse, Maßnahmen und Rahmenbedingungen bewegen (siehe Abbildung 2). Der Planungsprozess wird durch eine Ausgangssituation beziehungsweise einen Planungsgestand ausgelöst und dabei durch die verschiedenen Akteure und Institutionen beeinflusst. Aus dem Planungsprozess werden Maßnahmen abgeleitet, die nach ausreichender Bewertung in die Phase der Umsetzung kommen. Dabei wird beispielsweise durch rechtliche Vorgaben, finanzielle Ressourcen oder andere Gegebenheiten ein Rahmen gebildet, in dem sich die Planung bewegen kann.

³⁵ Vallée et al. 2021, S. 45.

2.2 Klimaresiliente Stadtentwicklung

Die Industrialisierung führte zu einem rasanten Wachstum der Städte, da sich Bürger durch ein Leben in der Stadt einen besseren Zugang zu Arbeitsplätzen, kürzere Wege, eine bessere Bildung sowie bessere Lebensbedingungen erhofften.³⁶ Neben den Möglichkeiten, die eine Stadt für ihre Bürger bietet, bringt die Urbanisierung auch einige Nachteile mit sich: Umweltprobleme, Gesundheitsrisiken, soziale Risiken durch Isolation oder die höheren Lebenshaltungskosten. Die Infrastruktur hat durch die Urbanisierung mit einer hohen Auslastung zu kämpfen, welche sich ebenfalls negativ auf die Zufriedenheit der Bürger durch Staus, schlechtere Luftqualität, Lärm und Unfälle im Straßenverkehr auswirkt. Neben den Auswirkungen auf die Zufriedenheit der Bürger verursachen diese Faktoren auch hohe Kosten.³⁷



Abbildung 3: Auswirkungen der Flutkatastrophe im Ahrtal³⁸

Die Umweltbelastungen haben durch den Klimawandel besonders im letzten Jahr ihre schweren Auswirkungen gezeigt. Im Juli 2021 wurde zum Beispiel das Ahrtal von einer Flutkatastrophe getroffen, deren Ausmaße alles Bisherige übertroffen haben. Dabei wurden 180 Menschen getötet und allein ein versicherter Sachschaden in Höhe von 7 Milliarden Euro verursacht.³⁹ Auslöser für diese Flutkatastrophe war ein Starkregenereignis. Dabei fallen in kurzer Zeit große Mengen an Niederschlag auf eine geringe Landfläche, wodurch eine Sturzflut verursacht wurde, die sowohl Häuser als auch Infrastruktur zerstört hat.

³⁶ Papathanasiou et al. 2021, S. 39.

³⁷ Papathanasiou et al. 2021, S. 39–40.

³⁸ tagesschau.de 2021.

³⁹ Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. 2021.

Andere Auswirkungen sind Flusshochwasser, wie in Köln im Februar und Juli 2021, oder Hitzewellen, wie sie inzwischen fast jährlich in den Sommermonaten auftreten.

Städte sind für solche Extremwetterereignisse durch ihre hohe Bebauungsdichte und den hohen Versiegelungsgrad des Bodens ausgesprochen anfällig. In städtischen Bereichen sind besonders viele Menschen den Folgen ausgesetzt und es sammelt sich hier viel kritische Infrastruktur, die der Versorgung der Bürger und der Wirtschaft dient und im Katastrophenfall in Mitleidenschaft gezogen wird. Durch die hohe Flächenversiegelung müssen die auftretenden Wassermengen über das städtische Entwässerungssystem abgeleitet werden, das nicht für solche Wassermengen ausgelegt ist, und es kommt schnell zu Überflutungen. Da besonders Starkregenereignisse nur schwer vorherzusehen sind und Schutzmaßnahmen meist hohe Kosten mit sich bringen, wurden sie von der Politik bisher nur mit einem zu geringen Stellenwert bedacht.⁴⁰ Da sich die Extremwetterereignisse in den letzten Jahren aber immer mehr häufen⁴¹, wie auch am Beispiel der Verteilung der Starkregenereignisse in Abbildung 4 zu sehen ist, ist ein dringender Handlungsbedarf nicht mehr von der Hand zu weisen.

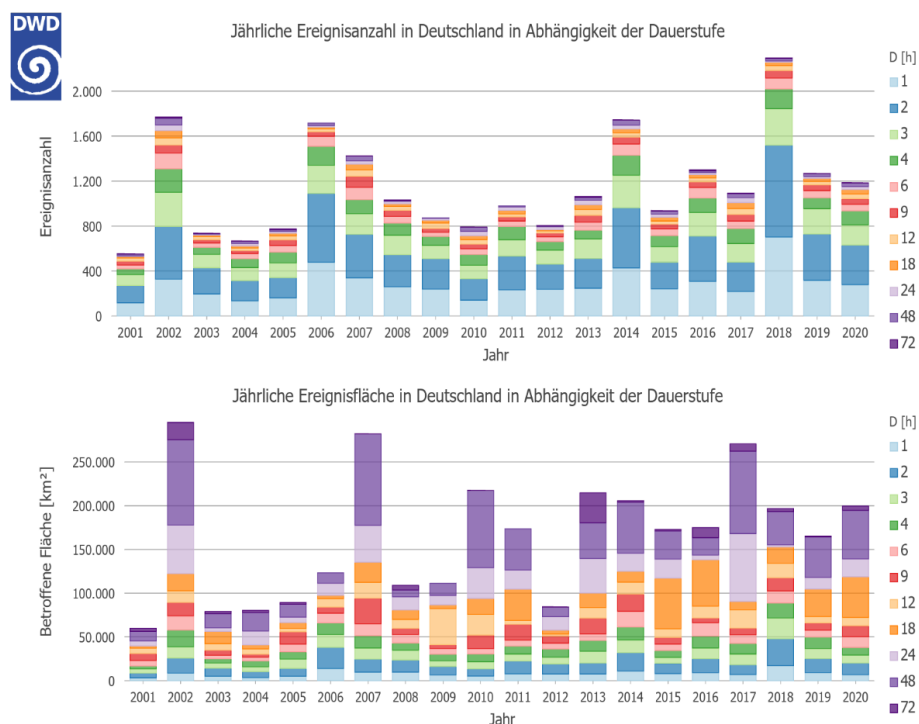


Abbildung 4: Verteilung der Starkregenereignisse über die Jahre 2001 bis 2020⁴²

Bei einer klimaresilienten Stadtentwicklung wird nun darauf geachtet, diesen Extremwetterereignissen entgegenzuwirken und die Folgen dieser abzumildern. Hierbei

⁴⁰ Hetz et al. 2018.

⁴¹ Deutscher Wetterdienst 26.08.2021.

⁴² Deutscher Wetterdienst 26.08.2021.

können sowohl bauliche Maßnahmen wie Retentionsbecken oder Dachbegrünungen, aber auch planerische Maßnahmen wie die Erstellung einer Karte der Fließwege von Wasser bei Starkregenereignisse durchgeführt werden. Diese Karte kann einer Stadt als Planungsgrundlage für bevorstehende Baumaßnahmen dienen. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Sensibilisierung der Bürger für solche Extremwetterereignisse, also das Vorsorgeverhalten und die Selbsthilfefähigkeit beim Eintreten dieser zu stärken.⁴³

2.3 Nachhaltige Mobilitätsplanung

In diesem Kapitel sollen die Probleme in Bezug auf eine nachhaltige Mobilitätsplanung im aktuellen Stadtverkehr und die Einflussfaktoren auf die Umweltbelastungen des Verkehrs ermittelt, sowie der bereits in Kapitel 2.1.2 angesprochene Ansatz der europäischen Kommission des „Sustainable Urban Mobility Planning“, kurz SUMP, betrachtet werden.

2.3.1 Probleme des Stadtverkehrs & Einflussfaktoren auf Umweltbelastungen

Der aktuelle Stadtverkehr ist durch einen hohen Anteil an MIV geprägt, welcher den größten Einfluss auf die Umweltprobleme hat, die sich der aktuellen Mobilitätsplanung stellen. Nach Becker (2016) lassen sich hier folgende Problembereiche identifizieren: Lärm, Luft, Klimaveränderung, Energieverbrauch, Flächenverbrauch und Trennwirkung.⁴⁴

- Durch Verkehr verursachte Lärmbelästigung ist ein großer Störfaktor im innerstädtischen Bereich und hat auch Einfluss auf die Gesundheit der Bürger. Durch Lärmbelästigung können Stress, reduzierte Konzentrationsfähigkeit, aber auch Herz-Kreislaufprobleme ausgelöst werden. Besonders nachts hat der Lärm, durch fehlende Erholung, einen negativen Einfluss auf die Gesundheit von Menschen.
- Die Luftverschmutzung durch motorisierten Verkehr ist eines der vordringlichsten Probleme von motorisiertem Verkehr. Es werden Emissionen wie Kohlenstoffdioxid, Stickoxide oder Feinstaub durch Verbrennungsmotoren verursacht. Der Abrieb von Reifen oder Bremsen darf hier allerdings auch nicht vernachlässigt werden, da er nicht unerheblich zur Feinstaubbelastung der Luft beiträgt.
- Die Klimaveränderung wird ebenfalls durch die Emissionen von Verbrennungsmotoren mit verursacht. Neben den Emissionen sind aber auch

⁴³ Hetz et al. 2018.

⁴⁴ Becker 2016.

der Ressourcenverbrauch des Verkehrs durch die Herstellung von Verkehrsmitteln sowie Verkehrsinfrastruktur ein Treiber der Klimaveränderung.

- Der Verkehrssektor verbraucht etwa ein Drittel der durch Menschen erzeugten Energie. Der Energieverbrauch ist besonders wegen der noch hohen Abhängigkeit des Verkehrssektors von fossilen Brennstoffen ein Problem.
- Durch die Erweiterung der Verkehrsinfrastruktur steigt auch der Flächenverbrauch stetig. Dadurch steigt die Bodenversiegelung, was wiederum negative Auswirkungen auf den Wasserhaushalt sowie auf Pflanzen und Tiere hat. Hier hat auch der ruhende Verkehr, beispielsweise parkende Autos, einen hohen Anteil am Flächenverbrauch.
- Durch die Verkehrsinfrastruktur entsteht auch eine Trennwirkung, welche neben den Bewohnern der Stadt auch die Tiere betrifft. Durch diese Trennwirkung wird die Bewegungsfreiheit, besonders bei Kindern und älteren Menschen, eingeschränkt und Lebensqualität in diesen Bereichen sinkt. Zusätzlich entstehen ein erhöhter Zeitaufwand, Gefahren und weitere Wege, wenn solche Infrastruktur überquert werden muss.

Als Einflussfaktoren auf diese Umweltbelastungen im Personenverkehr lassen sich grundsätzlich die Anzahl der Personen, die eine Ortsveränderung durchführen, die Zahl der Wege, die eine Person zurücklegt, die Entfernung von Start- zu Zielort, der Verkehrsmodus, der genutzt wird, um das Ziel zu erreichen, die Auslastung der verwendeten Verkehrsmittel, die Fahrzeugtechnik und die Verkehrssteuerung, also Tempobeschränkungen oder die Ampelsteuerung auf dem Weg, identifizieren (siehe Abbildung 5).

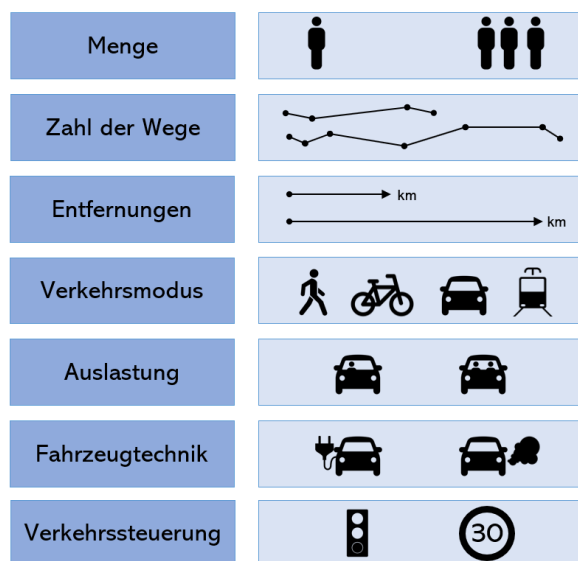


Abbildung 5: Einflussfaktoren auf die Umweltbelastung im Personenverkehr⁴⁵

⁴⁵ Vallée et al. 2021, S. 66.

Aus den Umwelteinwirkungen sowie den Einflussfaktoren auf diese lassen sich einige Strategien ableiten, die einen positiven Effekt auf die Umweltbelastung des Verkehrs haben. Zunächst sollte versucht werden, die Zahl der Wege sowie deren Länge zu reduzieren. Das kann durch eine Optimierung der geplanten Touren, durch eine Verbindung verschiedener Aufgaben auf den Wegen oder durch eine Vermeidung von Wegen durch beispielsweise Telefonate oder Online-Meetings erreicht werden. Beim Verkehrsmodus sollte eine Entscheidung zu CO₂-armen bzw. CO₂-neutralen Verkehrsmitteln angestrebt werden. Personenverkehr, der mit dem Auto durchgeführt wird, sollte so weit wie möglich auf den ÖV, Fahrräder oder das Laufen zu Fuß, Lastenverkehr von LKWs auf die Schiene oder Lastenfahrräder verlagert werden, sodass der bisherige Bestand an KFZ bestenfalls reduziert wird. Bei Fahrten, die weiterhin motorisiert durchgeführt werden, sollte auf eine hohe Auslastung, die beispielsweise durch Verkehrsgemeinschaften oder die Vermeidung von Leerfahrten bei LKWs erreicht werden kann, sowie eine Fahrzeugtechnik mit geringen Emissionen geachtet werden. Verkehrsseitig sollte eine umweltgerechte Verkehrssteuerung stattfinden, die durch Anpassungen in der Geschwindigkeit und Steuerung des Fahrtablaufs bewirkt werden kann.⁴⁶

2.3.2 „Sustainable Urban Mobility Planing“

Mit dem "Green Paper on Urban Environment" der Europäischen Kommission wurden schon früh die Themen der grünen Stadtentwicklung aufgegriffen. Dabei werden etwa 60 Maßnahmen beschrieben, die bei einem Wandel weg vom MIV zu umweltfreundlicheren Transportmöglichkeiten helfen sollen. 2001 veröffentlichte die EU ein White Paper, in dem gesagt wird, dass moderne Transportmöglichkeiten ökonomisch, sozial und ökologisch nachhaltig sein müssen.⁴⁷ Um eine nachhaltige Mobilitätsplanung der Gemeinden zu unterstützen, hat die Europäische Kommission 2013 Richtlinien zur Entwicklung und Umsetzung für eine nachhaltige Mobilitätsplanung entwickelt, welche 2019 nochmals überarbeitet wurden.⁴⁸ Nach diesen Richtlinien sind die vorrangigen Ziele der Mobilitätsplanung die Zugänglichkeit und Lebensqualität, aber auch Nachhaltigkeit, Wirtschaftlichkeit und soziale Gerechtigkeit. Dabei sollen die Bedürfnisse der Bürger und Unternehmen innerhalb von Städten gleichermaßen befriedigt werden, um eine bessere Lebensqualität zu schaffen. Damit diese Ziele erreicht werden können, baut die Europäische Kommission auf den vorhandenen Planungsprozess auf. Die

⁴⁶ Vallée et al. 2021, S. 67.

⁴⁷ Papathanasiou et al. 2021, S. 43.

⁴⁸ Papathanasiou et al. 2021, S. 49.

nachhaltige Mobilitätsplanung ist auf acht Prinzipien aufgebaut, die in der zweiten Version der Richtlinien eingeführt wurden.⁴⁹ Diese acht Prinzipien der Mobilitätsplanung sind:

- Nachhaltige Mobilitätsplanung im Rahmen der gesamten Stadtplanung
- Zusammenarbeit über institutionelle Grenzen hinweg
- Einbindung von Bürgern und Interessengruppen
- Zugang zu aktuellen und zukünftigen Leistungen
- Definition einer langfristigen Vision und eines klaren Umsetzungsplans
- Integrierte Entwicklung aller Verkehrsträger
- Überwachung und Bewertung sicherstellen
- Qualitätssicherung⁵⁰

Aus diesen acht Prinzipien ist das Sustainable Urban Mobility Planning entstanden. Dieses ist in vier Phasen und zwölf Schritte untergliedert, welche durch die Europäische Kommission im „SUMP Cycle“ (siehe Abbildung 6) dargestellt sind. Die vier Phasen sind die Vorbereitungsphase & Analyse der Ist-Situation, die Definitionsphase der Strategie und Vision, die Planungsphase der Maßnahmen und die Umsetzungsphase und Überwachungs- bzw. Anpassungsphase.⁵¹



☑ This symbol indicates points of political involvement during the SUMP process

Abbildung 6: SUMP Cycle - 12 Schritt der nachhaltigen Mobilitätsplanung⁵²

⁴⁹ Papathanasiou et al. 2021, S. 49–50.

⁵⁰ Papathanasiou et al. 2021, S. 50.

⁵¹ Papathanasiou et al. 2021, S. 55.

⁵² Rupprecht et al. 2019, S. 17.

Vorbereitungsphase und Analyse der Ist-Situation:

Zu Beginn der Vorbereitungsphase müssen alle vorhandenen Ressourcen und die Strukturen der Planung geklärt werden. Es muss sichergestellt werden, dass sowohl Politik als auch die betroffenen Institutionen das SUMP-Konzept und das Planungsteam unterstützen. Nachdem die Strukturen geschaffen sind, muss der Planungskontext betrachtet werden. Dabei wird auf aktuelle Planungen, den geographische Umfang des zu planenden Gebiets und die Stakeholder geblickt. Darauf folgend geht es an die Analyse der Ist-Situation der Mobilität. Dabei werden die verschiedenen Verkehrsmodi betrachtet und alle Einflüsse auf die Nachhaltigkeit gesammelt. Das Ziel der ersten Phase ist eine Zusammenstellung der Probleme und der Möglichkeiten des betrachteten Gebiets.

Definitionsphase der Strategie und Vision:

In der zweiten Phase geht es um die Definition einer Strategie. Hier soll nicht nur der Verkehr betrachtet, sondern der Blick auf die gesamte Stadt gerichtet werden. Hier sollen die Stakeholder und die Bürger der Stadt mit in die Planung eingebracht und die gewünschte Mobilität der Zukunft beschrieben werden. Aus dieser Vision wiederum können bestimmte Ziele und Vorgaben abgeleitet werden, die zu ihrer Erreichung notwendig sind.

Planungsphase der Maßnahmen:

In dieser Phase sollen aus den Vorgaben und Zielen der vorangegangenen Phase operationalisierbare Maßnahmen entwickelt werden. Diese werden auf ihre Wirksamkeit hin bewertet und die Maßnahmen mit der höchsten Übereinstimmung zu den definierten Zielen werden mit den Bürgern und Stakeholdern diskutiert, um die Maßnahmen mit den höchsten Erfolgchancen auszumachen. Nun muss für die beschlossenen Maßnahmen der Rahmen ermittelt werden, das heißt die Kosten, die Risiken und Abhängigkeiten bestimmt, die Finanzierung geklärt, Verantwortliche ernannt und der Zeitplan erstellt werden. Abschließend wird in dieser Phase der „Sustainable Urban Mobility Plan“ verabschiedet.

Umsetzungsphase und Überwachungs- bzw. Anpassungsphase:

Die letzte Phase beschreibt die Implementierung und das Monitoring der beschlossenen Maßnahmen. Bei der Implementierung müssen die technischen Details der Maßnahmen geklärt und diese entsprechend umgesetzt werden. Nachdem die Maßnahmen umgesetzt wurden, folgt das Monitoring. Besonders bei innovativen Mobilitätsmaßnahmen kann es zu Beginn zu Störungen bei den Reisenden kommen. Deshalb sind ein umfassendes Monitoring und eine Kommunikation mit den Bürgern unabdingbar. Abschließend werden die erfolgten Maßnahmen in Zusammenarbeit mit den Bürgern und Stakeholdern bewertet

und die Fehler und Erfolge diskutiert, um für zukünftige Maßnahmen darauf aufbauen zu können.

Der SUMP-Ansatz legt also besonders Wert auf die Einbeziehung der Bürger und der Stakeholder in den Planungsprozess. Dabei wird besonders auf eine Betrachtung aller Aspekte der Mobilität, wie Verkehrsmodi oder Verkehrsdienstleitungen, bei der Planung geachtet, um eine funktionale Stadt zu ermöglichen. Die Unterschiede zwischen einer traditionellen Verkehrsplanung und dem SUMP-Ansatz sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Unterschiede zwischen der traditionellen Verkehrsplanung und dem SUMP-Ansatz⁵³

| Traditionelle Verkehrsplanung | SUMP-Ansatz |
|--|---|
| Fokussierung auf den Verkehr | Fokussierung auf die Reisenden |
| Ziel: Kapazität und Geschwindigkeit des Verkehrsflusses. | Ziel: Zugänglichkeit und Lebensqualität, einschließlich sozialer Gerechtigkeit, Umwelteinfluss und Wirtschaftlichkeit |
| Fokus auf einen Verkehrsmodus | Entwicklung aller Verkehrsträger und Umstellung auf nachhaltige Mobilität |
| Infrastruktur steht im Vordergrund der Planung | Kombination aus Infrastruktur, Markt, Information und Förderung |
| Planung nur auf den Verkehrssektor ausgelegt | Planung wird mit angrenzenden Bereichen wie Stadtplanung angeglichen |
| Kurz- und mittelfristige Planung | Kurz- und mittelfristige Planung, die in eine langfristige Vision und Strategie eingebettet ist |
| Betrachtung eines administrativen Bereichs | Betrachtung eines funktionalen Bereichs basierend auf den Wegen der Reisenden |
| Bereich der Verkehrsingenieure | Interdisziplinäre Planungsteams |
| Planung durch Experten | Einbindung der Bürger und Stakeholder durch einen transparenten Planungsprozess |
| Begrenzte Folgenabschätzung | Systematische Bewertung der Auswirkungen, um Verbesserungen und Learnings für zukünftige Maßnahmen zu erkennen |

⁵³ Rupprecht et al. 2019, S. 10.

2.4 Digitale Datenerhebung

Heutzutage werden Planungen zwar computergestützt durchgeführt, aber besonders der Bereich der Datenerhebung und Verkehrsbeobachtung wird meist noch analog durchgeführt. In diesem Kapitel sollen daher Ansätze für Möglichkeiten zur digitalen Datenerhebung, Simulation von Maßnahmen und das Monitoring durch digitale Daten betrachtet werden. Die COVID-19-Pandemie hat mit den Maßnahmen zur Kontaktbeschränkung auch in der Mobilitätsplanung weitreichenden Einfluss gehabt. Zwar wurden in den letzten Jahren bereits Werkzeuge zur Onlinekommunikation mit Bürgern entwickelt, allerdings waren persönliche Befragungen immer noch die am meisten verwendete Methode zur Datenerhebung. Da diese in der Pandemie nicht mehr möglich waren, musste wie in vielen anderen Bereichen auch hier ein Umdenken stattfinden.⁵⁴

So wie die Entwicklung des Internets von einem inhaltsorientiertem "Web 1.0" zu einem interaktiven und kollaborativen "Web 2.0" fortgeschritten ist, in dem der Benutzer nicht reiner Konsument, sondern auch Erzeuger von Inhalten ist, findet auch in der Stadtentwicklung ein Umdenken statt. In Konzepten von Smart Cities beispielsweise beeinflussen Daten der Bürger den Planungs- und Entscheidungsprozess maßgeblich.⁵⁵ Die erhobenen Daten zum Verkehrsfluss können dem Planern Aufschluss darüber geben, welche Verkehrswege zu welchen Zeiten eine hohe Auslastung haben. Dadurch können Engpässe in der aktuellen Verkehrsplanung erkannt werden und an Alternativen gearbeitet werden.⁵⁶ Neben Alternativen können diese Daten auch überlastete Knotenpunkte oder Störungen aufzeigen. In solchen Fällen kann die Stadt beispielsweise die Frequenz des ÖPNV erhöhen. Falls die Überlastung oder Störungen häufiger anfallen, kann ein Ausbau des Schienennetzes notwendig sein.⁵⁷ Hoch frequentierte Fahrrad- oder Fußwege können ebenfalls erfasst und daraus der Bedarf an möglichen Ausbaurouten abgeleitet werden. Zusätzlich ist es sinnvoll, den Bürgern die Möglichkeit zu geben, Beschädigungen oder Gefahrenzonen zu melden, also eine bidirektionale Kommunikation zu ermöglichen.⁵⁸ Im Endeffekt besteht der Wert der Daten zur Problemlösung in der Qualität der erhobenen Daten.⁵⁹

Die Zugänglichkeit zu solchen Daten ist allerdings oft eine Barriere zur Nutzung des Wissens in der Planung und im Entscheidungsprozess.⁶⁰ In den folgenden zwei

⁵⁴ Papathanasiou et al. 2021, S. 51.

⁵⁵ Semanjski et al. 2016.

⁵⁶ Semanjski et al. 2016.

⁵⁷ Semanjski et al. 2016.

⁵⁸ Semanjski et al. 2016.

⁵⁹ Khorram et al. 2012, S. 2.

⁶⁰ Wellmann et al. 2020, S. 2.

Unterkapiteln sollen Methoden dargestellt werden, die die Erhebung der erforderlichen Daten ermöglichen und diese Daten für die Mobilitätsplanung verwendbar machen.

2.4.1 Mobilitätsdaten

Durch die Verwendung unseres Smartphones und sozialen Netzwerken, Kartenzahlungen, GPS-Daten und anderen Online-Anwendungen werden täglich schätzungsweise ein Gigabyte Daten pro Person produziert. Dass diese Daten im Servicebereich bereits intensiv genutzt werden, entspricht der Normalität, eine Verwendung in der Stadtplanung dagegen ist noch nicht gegeben, was besonders an der Interdisziplinarität des Feldes liegt.⁶¹

In der freien Wirtschaft werden die Daten zu Kunden- und Systemverhalten dazu verwendet, den Prozess zur Entscheidungsfindung zu beeinflussen und zu optimieren, da mehr Wissen zum Unternehmen und den Kunden vorhanden ist und wie sich diese auf die Leistung des Unternehmens auswirken. Dadurch werden die Unternehmen agiler und gegenüber neuen Herausforderungen resilienter.⁶² In der Stadt- und Mobilitätsplanung werden diese Daten bisher noch nicht besonders verwendet, allerdings gibt es bereits die ersten Anwendungsfälle in der Stadtentwicklung. Beispielsweise werden solche Daten im Bereich der Smart Citys verwendet.⁶³

In der Mobilitätsplanung können die Daten mehrere Verwendungen haben, um eine nachhaltige und zukunftsorientierte Stadtentwicklung zu unterstützen. Besonders in der Langzeitentwicklung und -planung können die erhobenen Daten und die Kommunikation mit den Bürgern die Entscheidungsfindungsprozesse unterstützen und zu einer höheren Zufriedenheit beitragen.⁶⁴ Sie können besonders dabei helfen, den Prozess der Datenerhebung und damit auch den kompletten Planungsprozess zu verkürzen. Durch den verkürzten Planungsprozess steht auch die Relevanz der Daten zum Zeitpunkt der Umsetzung nicht mehr in Frage. Da die Daten auch nach einer Umsetzung weiter erfasst werden können, kann auch eine direkte Reaktion auf die Maßnahme beobachtet werden und der Erfolg bzw. Misserfolg der Maßnahme festgestellt werden.⁶⁵

2017 wurde bereits eine Potentialanalyse zur Mobilfunkdatennutzung in der Verkehrsplanung durch das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO durchgeführt. Durch die Nutzung eines Mobiltelefons fallen Verbindungsdaten dieser mit den Mobilfunkmasten an. Diese Verbindungsdaten bieten die Möglichkeit das Signal

⁶¹ Semanjski et al. 2016.

⁶² Semanjski et al. 2016.

⁶³ Allwinkle und Cruickshank 2011.

⁶⁴ Semanjski et al. 2016.

⁶⁵ Semanjski et al. 2016.

räumlich zurückzuverfolgen. Da heute der größte Teil der Bevölkerung ein Mobiltelefon zu jeder Zeit bei sich hat, bietet sich hier die Chance, diese Daten für die Verkehrs- und Mobilitätsplanung zu nutzen.⁶⁶

Die Studie beinhaltet zusätzlich eine testweise Anwendung dieses Prinzips in der Region Stuttgart. Dabei wurden unter anderem die Pendelströme durch stündliche Quell-Ziel-Matrizen untersucht.⁶⁷ Eine Darstellung der Ergebnisse ist in Abbildung 7 zu sehen.

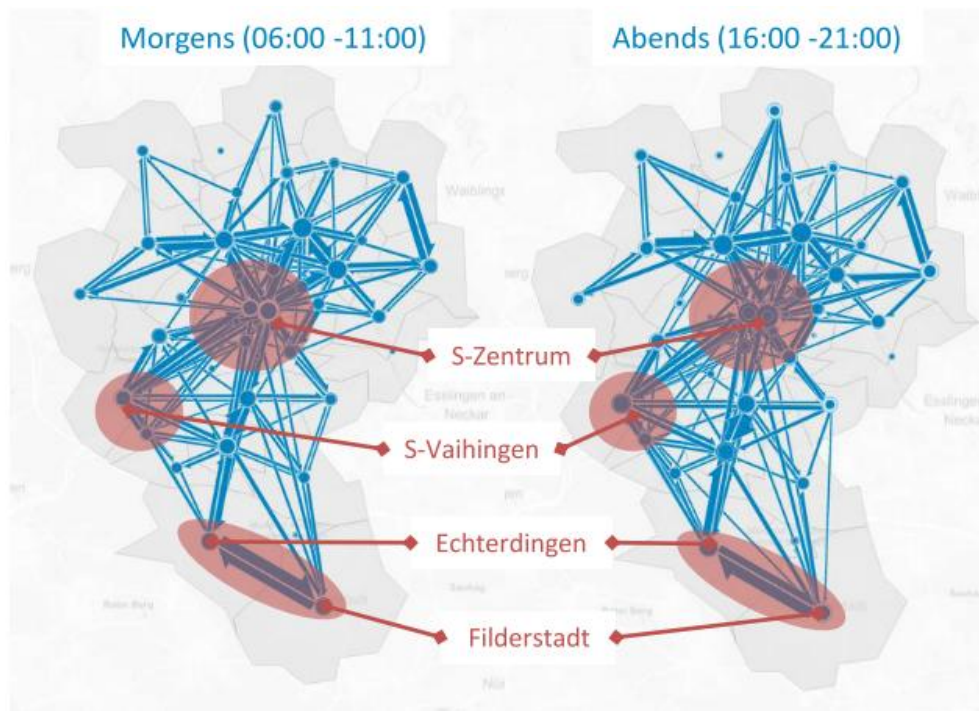


Abbildung 7: Untersuchung der Pendelströme der Region Stuttgart durch Mobilfunkdaten⁶⁸

Auch die Problematik des Datenschutzes wird durch die Studie abgedeckt. Durch ein dreistufiges, TÜV-zertifiziertes Verfahren werden die Daten anonymisiert. Dadurch sind bei ihrer Verwendung keine Rückschlüsse mehr auf Einzelpersonen möglich.⁶⁹

Da Mobilfunkdaten als „Nebenprodukt“ anfallen und keine zusätzliche Erhebung fordern, bieten sie ein großes Potential in der Mobilitätsplanung. Allerdings haben sie auch Schwächen, die es zu adressieren gibt. Besonders im innerstädtischen Verkehr ist keine Differenzierung des Verkehrsmodus möglich, da alle Verkehrsteilnehmer ein ähnliches Geschwindigkeitsprofil haben. Hier wird eine Verwendung weiterer Datensätze, wie die Verschneidung mit Geodaten, vorgeschlagen.⁷⁰

⁶⁶ Potenzialanalyse zur Mobilfunkdatennutzung in der Verkehrsplanung 2017, S. 6.

⁶⁷ Potenzialanalyse zur Mobilfunkdatennutzung in der Verkehrsplanung 2017, S. 40.

⁶⁸ Potenzialanalyse zur Mobilfunkdatennutzung in der Verkehrsplanung 2017, S. 40.

⁶⁹ Potenzialanalyse zur Mobilfunkdatennutzung in der Verkehrsplanung 2017, S. 35.

⁷⁰ Potenzialanalyse zur Mobilfunkdatennutzung in der Verkehrsplanung 2017, S. 48.

2.4.2 Remote Sensing

Als Remote-Sensing oder auch Fernerkundung wird im Allgemeinen die Erfassung und Messung von Elektromagnetischen Wellen über Eigenschaften von Phänomenen, Objekten oder Materialien bezeichnet. Diese Wellen werden durch ein Gerät aufgezeichnet, das nicht in direktem physischem Kontakt mit den zu überwachenden Merkmalen steht. Unter diese Definition fallen beispielsweise auch Röntgenstrahlen oder Magnetresonanztomographie in der Medizintechnik.⁷¹ Im Rahmen dieser Arbeit bezieht sich Remote-Sensing auf Technologien zu Aufzeichnung von Daten zu Gebieten und Objekten, die sich auf bzw. in der Landesoberfläche der Erde befinden.

Geographische Remote-Sensing Daten werden durch Geräte aufgezeichnet, die sich an Flugzeugen, Satelliten oder Drohnen befinden. Sie bieten den Vorteil, große Gebiete in einer einzelnen Szene festzuhalten.⁷² Diese Daten sind in der Regel Bilddaten, die sich durch ihre Auflösung abgrenzen. Dabei lässt sich in die räumliche, spektrale und zeitliche Auflösung unterscheiden. Die räumliche Auflösung ist die Detailgenauigkeit eines Bildes, also welche Grundfläche durch einen Pixel des Bildes dargestellt wird, die spektrale Auflösung beschreibt die Breite des Wellenlängenintervalls, das durch den Sensor erfasst werden kann, und die zeitliche Auflösung wird durch die Zeitspanne abgegeben, die ein Sensor benötigt, um ein bestimmtes Gebiet zu überfliegen.⁷³



Abbildung 8: Detaillierungsgrad bei unterschiedlichen räumlichen Auflösungen⁷⁴

Am relevantesten für die Stadt- und Mobilitätsplanung ist die räumliche Auflösung. Um aus den erhobenen Bilddaten räumliche Strukturen, wie Straßen, Bürogebäude, Parks oder

⁷¹ Khorram et al. 2012, S. 2.

⁷² Khorram et al. 2012, S. 2.

⁷³ Khorram et al. 2012, S. 16.

⁷⁴ Khorram et al. 2012, S. 20.

Wohnviertel zu erkennen, ist eine hohe Auflösung des Sensors notwendig. Durch Innovationen in der Sensortechnik werden die räumlichen Auflösungen zunehmend genauer und die Bilddaten dadurch stetig detaillierter.⁷⁵

Die erfassten Daten sind raumbezogene Daten. Das bedeutet, dass die beobachteten Gebiete beziehungsweise Objekte entsprechend ihrer geografischen Lage in einem Koordinatensystem referenziert werden, um sie auf einer Karte lokalisieren zu können. Durch diese Referenzierung können sie mit anderen Geodaten in Relation gesetzt und dahingehend analysiert werden. Solche Geodaten können beispielsweise die Bevölkerungsdichte oder Straßennetze sein. Heute werden Fernerkundungsdaten beispielsweise bereits verwendet, um das Wachstum oder den Zustand von Vegetation zu überprüfen, die auf eine andere Weise, wie Feldbeobachtungen, nur schwer oder unzureichend ermittelt werden können.⁷⁶ Die Erhebung von Remote-Sensing Daten bietet zusätzlich den Vorteil, dass Gebiete, besonders bei der Erhebung durch Satelliten, regelmäßig überflogen werden und dadurch Veränderungen in bestimmten Gebieten erkannt und verfolgt werden können.⁷⁷ Durch die inzwischen hohe Verfügbarkeit an Satellitenbildern bilden sie die Grundlage für geo- und kartographische Daten und Analysen.⁷⁸

Um die Relevanz von Fernerkundungsdaten im Rahmen einer ökologischen Stadtentwicklung zu analysieren, haben Wellmann et al. (2020) bereits eine systematische Literaturrecherche betrieben. Hierbei sind sie zu dem Schluss gekommen, dass eine Einbeziehung aller drei Suchkriterien: Stadtplanung, Remote-Sensing und Ökologie nur in zwölf Prozent der Artikel zu finden war. Die meisten Studien haben sich nur auf eine der drei Suchkriterien fokussiert. Außerdem gibt es meist nur einen beschränkten Zugang zu diesen Studien beziehungsweise Ergebnissen, was eine Hürde für die Verwendung des Wissens darstellt.⁷⁹ Remote Sensing ist im Bereich von Städten zwar bereits weit entwickelt, allerdings gibt es keine offensichtliche Anwendung dieser Daten im Planungs- und Entwicklungsprozess.⁸⁰

⁷⁵ Khorram et al. 2012, S. 17.

⁷⁶ Khorram et al. 2012, S. 2.

⁷⁷ Khorram et al. 2012, S. 2.

⁷⁸ Khorram et al. 2012, S. 5.

⁷⁹ Wellmann et al. 2020, S. 1–2.

⁸⁰ Weng 2020.

3. Vorgeschlagene Vorgehensweisen & Methoden

In dem folgenden Kapitel wird beschrieben, welchen Herausforderungen eine zukunftsweisende Mobilitätsplanung gegenübersteht und wie durch die Verwendung von Fernerkundungsdaten und einer veränderten Herangehensweise an den Planungsprozess die innerstädtische Mobilitätsplanung verbessert und damit eine klimaresiliente Stadtplanung unterstützt werden kann.

Die Probleme der aktuellen Mobilitäts- und Verkehrsplanung sind eine häufig nur kommunale Betrachtung in Bezug auf den Umwelteinfluss von Maßnahmen, eine Fokussierung der innerstädtischen Mobilität auf den MIV anstelle der Förderungen von öffentlichen Verkehrsmitteln oder Fahrrad- und Fußwegen, ein langer und statischer Planungsprozess verbunden mit der Ungenauigkeit und Dauer der Datenerhebung, hohe Investitionskosten für Infrastrukturprojekte, ein Defizit im Monitoring von geleisteten Maßnahmen und die Menge an Akteuren die den Planungsprozess verzögern können.

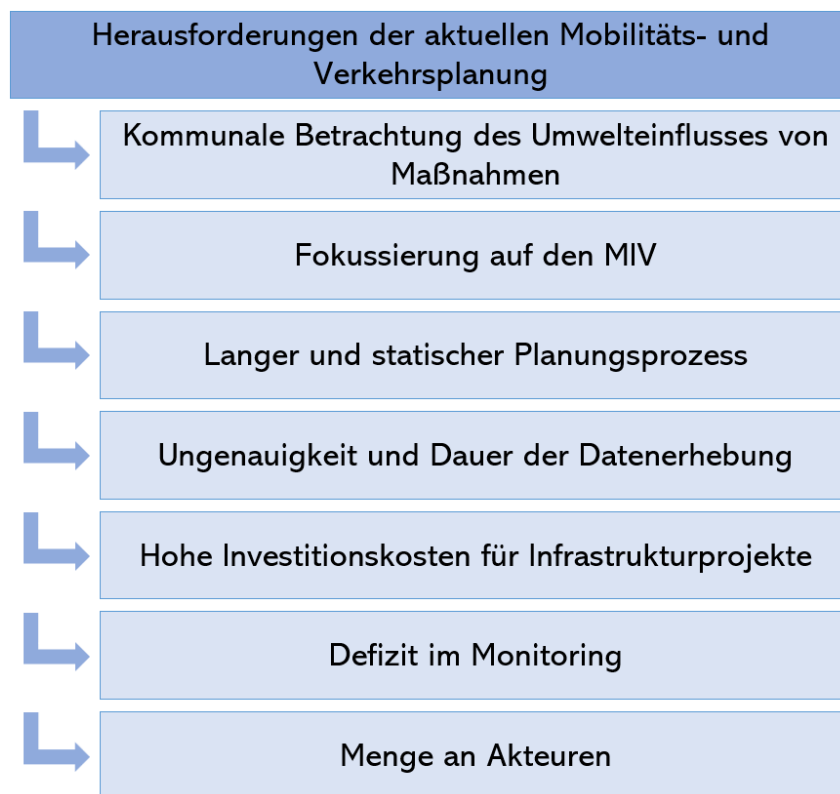


Abbildung 9: Herausforderungen der aktuellen Mobilitäts- und Verkehrsplanung⁸¹

Die aktuelle Situation ist, dass in einer kommunalen Planung häufig nur die Themen diskutiert werden, die durch akute Emissionen vor Ort wahrnehmbar und wirksam sind, wie beispielsweise der Feinstaubanteil durch Dieselemissionen, gemessen an ausgewählten

⁸¹ Eigene Darstellung

Stationen im Stadtgebiet. Die Bandbreite der Umwelteinflüsse des Verkehrs hat aber nicht nur einen kommunalen Einfluss, sondern globale Auswirkungen, die in der Planung jedoch nur bedingt berücksichtigt werden. Ressourcen- und Energieverbrauch spielen oft eine untergeordnete Rolle in der Planung.⁸² Urbane Mobilität führt zu 40 Prozent der CO₂-Emissionen des gesamten Straßenverkehrs in Deutschland und bis zu 70 Prozent anderer Schadstoffe wie Stickoxide oder Schwefeloxide, die die Gesundheit der Bürger schädigen können. Durch häufige Staus in europäischen Städten, die durch eine Abhängigkeit bei der Verwendung von Kraftfahrzeugen ausgelöst werden, wird jedes Jahr circa ein Prozent des europäischen Bruttoinlandsprodukts⁸³ verbraucht. Diese Zahlen zeigen, dass der MIV eine große Hürde auf dem Weg zu einer nachhaltigen Mobilität ist. Außerdem wird dadurch deutlich, welche Bedeutung die Mobilitätsplanung für eine klimaresiliente Stadtplanung hat.⁸⁴

Ein weiteres Problem ist die Dauer des Planungsprozesses für neue Maßnahmen. Aktuell werden die Daten für eine Mobilitätsplanung über Interviews oder Haushaltsbefragungen von Bürgern ermittelt. Dabei werden die befragten Personen zu ihrem üblichen Mobilitätsverhalten in einer durchschnittlichen Woche befragt. Diese Daten sind oft fehlerhaft, da häufig die Dauer der Strecke beispielsweise im ÖPNV von den Befragten deutlich länger wahrgenommen wird, als sie tatsächlich ist, oder weil kleinere Fahrten ausgelassen werden. Ergebnis dieser Befragungen ist ein Mobilitätsbericht für ein bestimmtes Areal. Danach werden die Ergebnisse aus dem Mobilitätsbericht mit der aktuellen Infrastruktur verglichen und es wird ein Bedarf an Maßnahmen erstellt, der Grundlage für die zukünftige Mobilitätsplanung darstellt. Dieser Prozess von Problemidentifizierung bis zur endgültigen Entscheidungsfindung kann dabei fünf bis zwanzig Jahre in Anspruch nehmen. Ein großer Teil dieser Zeit wird für die Datenerhebung verwendet. Da diese Daten häufig bereits veraltet sind, wenn aus ihnen schließlich ein neues Mobilitätskonzept entwickelt worden ist, ist fraglich, wie repräsentativ sie noch sind und wie sinnvoll die Maßnahme ist oder ob diese bereits wieder überholt ist.⁸⁵

Die Daten für das Monitoring von abgeschlossenen Maßnahmen werden wie die Daten für den Planungsprozess in der Regel über Haushaltsbefragungen, Verkehrszählungen oder Strukturdaten erhoben. Es werden hier „vor dem Hintergrund des Sparzwanges [...] dabei allerdings noch zu große Wissenslücken in Kauf genommen, obwohl die Kosten für Maßnahmen, welche die gesteckten Ziele nicht erreichen, in der Regel um

⁸² Vallée et al. 2021, S. 59.

⁸³ Papathanasiou et al. 2021, S. 41.

⁸⁴ Papathanasiou et al. 2021, S. 41.

⁸⁵ Semanjski et al. 2016.

Größenordnungen über den Kosten für Planung und Monitoring mit dem entsprechenden Datenmanagement liegen.“⁸⁶

In der Verkehrsplanung ist außerdem durch die Menge an Akteuren ein hoher Grad an Abstimmung notwendig. Das betrifft einerseits die horizontale Abstimmung zwischen beispielweise Fachplanern, Verwaltung, Politik und benachbarten Kommunen und andererseits die vertikale Abstimmung zu übergeordneten Einheiten wie Landkreis, Bundesland, Bund und EU. Zusätzlich sind auch Abstimmungen mit Interessensvertretungen, Unternehmen und Bürgern nicht zu unterschätzen.⁸⁷ Durch die Menge an Abstimmungen, die notwendig sind, ist ein hoher Zeitaufwand gegeben, der sich auf die Dauer des Projekts auswirkt.

Um diesen Herausforderungen entgegenzuwirken, werden folgend mögliche Vorgehensweisen und Methoden ermittelt, um Planung, Maßnahmen und Monitoring mit dem Fokus auf eine klimaresilienten Stadtentwicklung zu verbessern. Dabei ist nicht nur ein besserer Planungsprozess, sondern das Setzen von Impulsen für eine Verhaltensänderung in der Mobilität der Verkehrsteilnehmer notwendig. Durch Maßnahmen wie einer Anpassung der Tarife von öffentlichen Verkehrsmitteln, einer Verbesserung der Interkonnektivität durch beispielsweise eine höhere Taktung öffentlicher Verkehrsmittel oder einer Verkehrssteuerung, die auf die Verwendung von Fahrrädern angepasst ist, können Verhaltensänderungen, wie die Entscheidung für ein anderes Verkehrsmittel oder eine veränderte Fahrweise, angestrebt werden. Diese Art der Maßnahmen wird folgend als „weiche Maßnahmen“ beschrieben. Sie erfordern keinen direkten Eingriff in die Infrastruktur, sondern bauen auf der bereits vorhandenen auf. Dafür wird allerdings auch ein gutes Verständnis von Verhaltensweisen und Abhängigkeiten des Verkehrs und der Verkehrsteilnehmer bei den Planenden vorausgesetzt, um mögliche Folgen und Entwicklungen richtig abschätzen zu können.⁸⁸ Diese Voraussetzung kann aber durch die Verwendung von Simulationswerkzeugen abgemindert werden. Simulationswerkzeuge werden, wie in Kapitel 2.1.2 angesprochen, bereits bei komplexeren Projekten der Verkehrsplanung genutzt, um geplante Maßnahmen auf ihre Wirksamkeit zu beurteilen. Dabei werden die Rahmensetzungen und die zukünftigen Zustände in die Simulation eingespeist und die zukünftigen Bewegungen der Verkehrsteilnehmer simuliert.⁸⁹ Durch Fortschritte in der Rechenleistung sowie Cloudcomputing⁹⁰ können solche Simulationen in Zukunft auch bei kleineren Projekten Anwendung finden und dadurch der Einfluss der

⁸⁶ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen 2013, S. 30.

⁸⁷ Vallée et al. 2021, S. 77.

⁸⁸ Vallée et al. 2021, S. 44.

⁸⁹ Vallée et al. 2021, S. 75.

⁹⁰ Khorram et al. 2012, S. 126.

Erfahrung der Planenden minimiert werden, wodurch die Abhängigkeit von einzelnen Personen eliminiert wird.

Um die subjektiven Einflussfaktoren auf das Mobilitätsverhalten verstehen und analysieren zu können, kann die Einordnung in verschiedene einstellungsorientierte Mobilitätsstile helfen.⁹¹ Nach Vallée et al. (2021) ist die Möglichkeit, die Mobilitätsstile in der Planungspraxis zu verwenden, aufgrund fehlender Daten und Informationen allerdings kaum gegeben. Hier kann die Verwendung von Fernerkundungsdaten in Verbindung mit Geoinformationssystemen die Datenlücke schließen. Durch die Erfassung der Objekte, wie Gebäude und Infrastruktur, in den Fernerkundungsdaten der beobachteten Gebiete können die lokale Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsdienstleistungen in Verbindung mit den Einwohnerdaten, also der in Kapitel 2.1.2 beschriebenen Bildung verhaltenshomogener Gruppen und Strukturdaten⁹², sowie gesammelten Wegdaten der Bürger, deren Erhebung in Kapitel 2.4.1 beschrieben ist, referenziert werden. So können Rückschlüsse auf die Mobilitätsstile gezogen werden.⁹³ Zusätzlich ist die Aktualität der verwendeten Fernerkundungsdaten durch eine inzwischen hohe Verfügbarkeit an Satellitenbildern gegeben⁹⁴. Dadurch wird auch die in Kapitel 2.1.2 angesprochene Problematik, dass Maßnahmen bereits verfolgt werden, bevor das Problem überhaupt vollständig und richtig erfasst wurde, eingefangen. Fernerkundungsdaten bieten zusätzlich den Vorteil, dass die beobachteten Gebiete, besonders bei der Erhebung durch Satelliten, regelmäßig überflogen werden und dadurch Veränderungen erkannt und verfolgt werden können.⁹⁵ Die Problematik der Zugänglichkeit zu den entsprechenden Daten wird durch das Copernicus-Programm gelöst. Das Copernicus-Programm verfolgt das Ziel, die erhobenen Fernerkundungsdaten den EU-Mitgliedsstaaten offen und kostenfrei zur Verfügung zu stellen.⁹⁶ Dadurch wird das aktuelle Defizit im Bereich des Monitorings beseitigt. Veränderungen in den Mobilitätsarten und -wegen können durch die Analyse der entsprechenden Bilddaten erkannt und analysiert werden. Dadurch können positive Entwicklungen beobachtet und auf negative Entwicklungen kann schnell reagiert werden.

Im Planungsprozess muss also ein Umdenken von einer infrastrukturbezogenen inkrementellen Planung, hin zu einer verhaltensbezogenen synoptischen Planung stattfinden. Das bedeutet, die Planung sollte nicht vom Abbau vorhandener Mängel des Ist-Zustandes ausgehen, sondern Maßnahmen aus einem vorher definierten Soll-Zustand abgeleitet werden. Hier gibt es durch die Richtlinien zur Entwicklung und Umsetzung für

⁹¹ Beckmann et al. 2006, S. 138.

⁹² Vallée et al. 2021, S. 50.

⁹³ Khorram et al. 2012, S. 2.

⁹⁴ Khorram et al. 2012, S. 5.

⁹⁵ Khorram et al. 2012, S. 2.

⁹⁶ Raumfahrtmanagement des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) 2020.

eine nachhaltige Mobilitätsplanung der Europäischen Kommission bereits einen Ansatz, der den Fokus nicht wie bisher auf die Infrastruktur legt, sondern die Reisenden ins Zentrum der Planung stellt. Außerdem wird darauf geachtet, dass die Zugänglichkeit zu den Transportmöglichkeiten für jede Person gleichermaßen gegeben ist, um hier eine soziale Gerechtigkeit zu schaffen. Es sollen die Bedürfnisse von älteren Menschen, Kindern oder körperlich und geistig eingeschränkter Personen mit der restlichen Bevölkerung gleichgestellt werden.

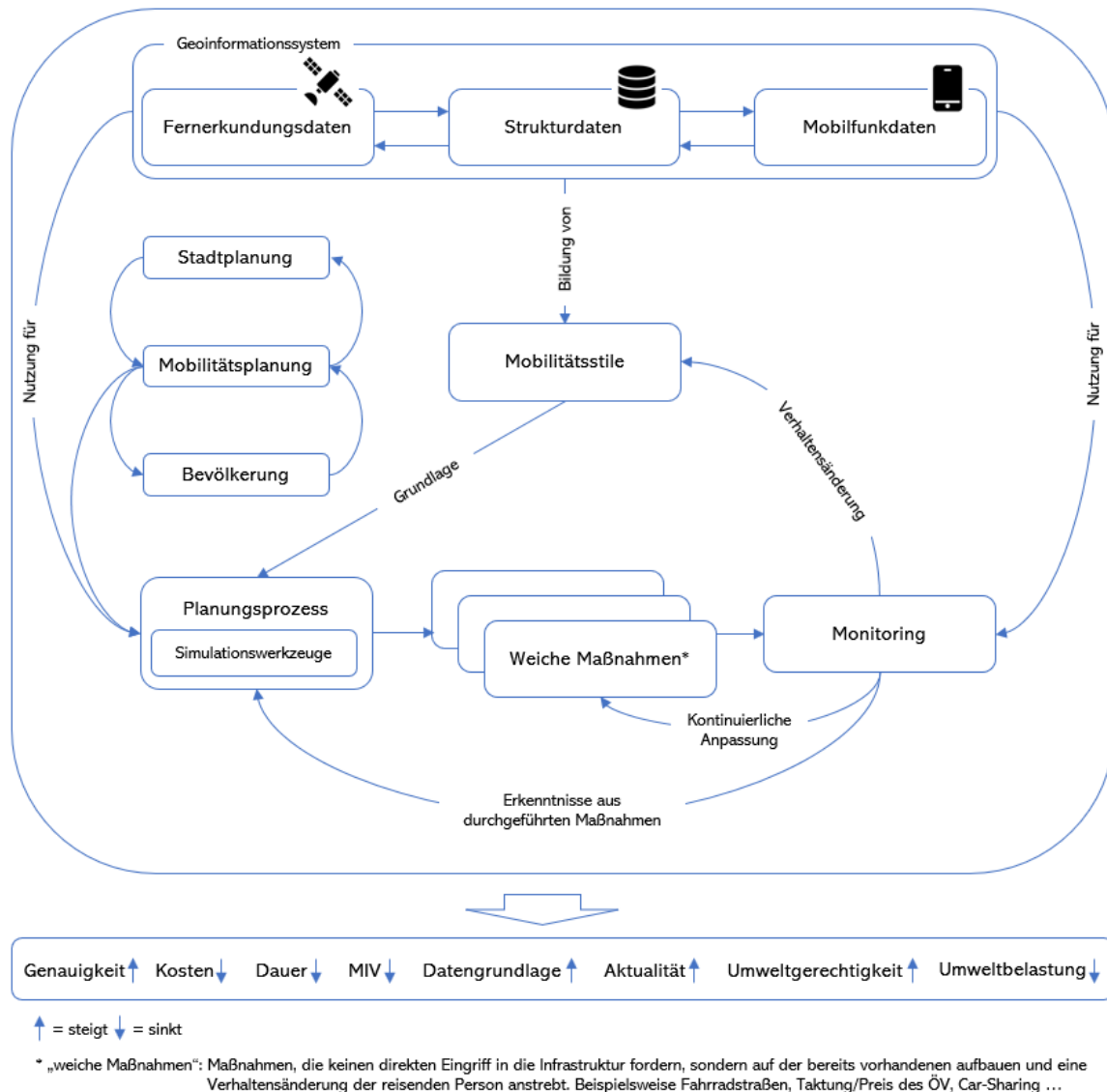


Abbildung 10: Darstellung des Konzepts und der Abhängigkeiten der verschiedenen Parameter⁹⁷

⁹⁷ Eigene Darstellung

Die Planung soll dabei nicht auf hohe Investitionen in der Infrastruktur zielen, sondern auf weiche Eingriffe setzen, wie die Förderung von Car-Sharing-Angeboten, wodurch die Kosten für Maßnahmen gesenkt werden können.⁹⁸ In Verbindung mit dem bereits beschriebenen Monitoring-Prozess durch Remote-Sensing-Daten können so eine kosteneffiziente Planung und Maßnahmen gewährleistet werden. Zur Ermittlung der Daten für die Planung und das Monitoring sind also nicht wie im bisherigen Planungsprozess zeit- und ressourcenintensive und häufig auch fehlerhafte beziehungsweise verzerrte Interviews und Haushaltsbefragungen⁹⁹ notwendig. Denn durch die Übereinanderstellung der ermittelten Wegdaten mit den ortsbezogenen Remote-Sensing-Daten können die Mobilitätsstile in einem beobachteten Gebiet und mögliche Maßnahmen für eine Verhaltensänderung schnell ermittelt und durch die ständige Aktualisierung sowohl der Wegdaten als auch der Remote-Sensing-Daten die daraus resultierenden Bewegungen beobachtet werden.

Durch diese Art der Mobilitätsplanung wird zusätzlich die Umweltgerechtigkeit erhöht, denn die angestrebte Verhaltensänderung zielt auf einen deutlichen Rückgang des MIV ab. Dadurch werden beispielweise Hauptverkehrsstraßen entlastet und durch einen Rückgang des MIVs werden hier weniger Schadstoffe freigesetzt, wodurch die Anwohnenden von einem Rückgang der Umweltbelastungen profitieren. Diese Verbesserungen der Umweltbelastungen auf kommunaler Ebene haben zusätzlich positive Konsequenzen auf regionaler und überregionaler Ebene.

Tabelle 4: Gegenüberstellung verschiedener Faktoren des Ist-Zustandes und des angestrebten Ansatzes

| | Ist-Zustand | Neuer Ansatz |
|------------------|---|--|
| Fokus | Verkehr & Problemstellen | Reisende Person & Vision |
| Ziel | Kapazität und Geschwindigkeit des Verkehrsflusses | Verhaltensänderung in der Mobilität, Senkung der Umweltbelastungen & Erhöhung der Umweltgerechtigkeit, Unterstützung einer klimaresilienten Stadtentwicklung |
| Maßnahmen | Infrastrukturbezogene Maßnahmen | Einsatz von weichen Maßnahmen, die die bestehende Infrastruktur nutzen |

⁹⁸ Papathanasiou et al. 2021, S. 51.

⁹⁹ Semanjski et al. 2016.

| | | |
|-----------------------------|--|--|
| Daten- grundlage | Strukturdaten, Erhebung der Mobilitätsdaten über Haushaltsbefragungen, Zählungen, Messungen, Beobachtungen | Fernerkundungsdaten, Strukturdaten, Mobilfunkdaten und daraus abgeleitete Mobilitätsstile |
| Bereiche | Aufteilung in Administrative Bereiche | Aufteilung in funktionale Bereiche die sich nach den Bewegungen der Reisenden richten |
| Monitoring | Analog, keine gleichmäßige Struktur, unregelmäßig | Verwendung von Fernerkundungsdaten und Mobilfunkdaten, regelmäßiges Monitoring aller Maßnahmen |

Abschließend lässt sich sagen, dass durch die Kombination aus der verbesserten Datengrundlage, einem angepassten Planungsprozess und einem konsistenteren Monitoring die Probleme der aktuellen innerstädtischen Mobilitätsplanung aufgegriffen werden können. Die Unterschiede zwischen der aktuellen Mobilitätsplanung und dem hier ausgearbeiteten Ansatz sind in Tabelle 4 dargestellt. Dadurch kann ein kosten-, zeit- und ressourcenschonender Planungs- und Monitoringprozess implementiert werden, der eine klimaresiliente Stadtplanung unterstützt.

4. Methoden zur Evaluierung & Validierung des Konzepts

4.1 Entwicklung der leitfadengestützten Experteninterviews

Um das Konzept zu evaluieren und zu validieren, werden innerhalb dieser Arbeit Experteninterviews durchgeführt. Durch sie können Informationen abgefragt werden, die für den Entwurf des Konzepts unverzichtbar sind. Es wird eine Diskrepanz zwischen Literatur und realer Anwendung abgefragt sowie Praxiswissen einbezogen. Die Experteninterviews dienen somit zur Datenerhebung innerhalb von Wissensbeständen, die sonst nicht anders zugänglich sind.¹⁰⁰ Dabei wird einerseits auf die technische Machbarkeit in Bezug auf die Fernerkundungsdaten geachtet und andererseits die prozessuale Machbarkeit auf Mobilitätsplanungsebene betrachtet.

Die Experteninterviews werden als Videokonferenz zwischen den Fachleuten und dem Verfasser der vorliegenden Arbeit durchgeführt.¹⁰¹ Bei der Durchführung wird auf eine gute Vorbereitung durch den Interviewer geachtet, denn diese ist nicht nur für die Gesprächsgestaltung und möglichen Rückfragen nötig, sondern soll den Experten ein Interesse an der Thematik und an ihrer Person signalisieren.¹⁰² Generell werden die Fragen möglichst offen und allgemein gehalten, damit der Erzählfluss des Interviewten angeregt wird. Dadurch wird vermieden, auf Detailfragen zurückgreifen zu müssen, da diese häufig schon im Laufe des Gesprächs beantwortet werden.¹⁰³ Eine solche Offenheit der Fragen ist allerdings nur bedingt möglich. Allgemeine Fragen ohne konkret erkennbares Ziel und eine ineffiziente Gesprächsgestaltung können schnell als schlecht vorbereitet und unprofessionell angesehen werden, besonders da Zeitknappheit ein ständiger Faktor ist. Somit kann sich die Gesprächsatmosphäre verschlechtern und die gegebenen Antworten werden kurzgehalten und enthalten nur bedingt bzw. gar nicht die benötigten Informationen. Die deshalb für vorliegende Arbeit vorher erarbeitete Struktur durch einen Leitfaden soll für die Interviews eine entspannte Gesprächsatmosphäre schaffen und die Erwartungshaltung des Interviewten an eine reine Frage-Antwort-Struktur im Laufe des Gesprächs entschärfen.¹⁰⁴

Die dieser Arbeit zugrunde liegenden Interviews werden also als leitfadengestützte Experteninterviews durchgeführt. Durch den Leitfaden wird das Interview strukturiert und durch erzählgenerierende Fragen ein Informationsfluss angeregt. Dabei wird vom Interviewer nicht starr am Leitfaden festgehalten, sondern der Gesprächsfluss, wo nötig,

¹⁰⁰ Buber und Holzmüller 2009, S. 425.

¹⁰¹ Kühl 2009, S. 32.

¹⁰² Kühl 2009, S. 35.

¹⁰³ Gläser und Laudel 2012, S. 145.

¹⁰⁴ Kühl 2009, S. 34.

durch passende Rückfragen am Laufen gehalten, sowie auf das Gesagte der Interviewten eingegangen.¹⁰⁵ Im Leitfaden muss also genügend Spielraum für eine freie Gesprächsführung eingebaut sein, damit je nach Entwicklung des Interviews von ihm abgewichen werden kann. Ebenso muss jedoch darauf geachtet werden, dass die zentralen Fragen allen Interviewten gestellt und von diesen beantwortet werden, damit die Aussagen vergleichbar bleiben.¹⁰⁶ Der Fokus auf das eigentliche Thema und die Lenkung des Gesprächs unterliegen dem Interviewer und können nur durch eine gute Einarbeitung in das Thema und die dieses umgebenden Informationen gewährleistet werden.¹⁰⁷

Das Ziel der Interviews ist es, eine Evaluierung und Validierung des Konzepts durchzuführen, das heißt einen Überblick über die Diskrepanzen zwischen der Literatur und der Praxis zu bekommen und die technische und prozessuale Machbarkeit des Konzepts zu ermitteln, um mit den Informationen aus den Interviews Chancen und Herausforderungen zu analysieren und entsprechende Anpassungen durchzuführen. Dafür wird für die Expertengespräche auf Basis der zitierten Literatur ein Interviewleitfaden erstellt (siehe Anhang).

Der Einstieg gestaltete sich aus einer Begrüßung und Dank an die Beteiligten, einer Vorstellung des Interviewers, der Vorstellung des Themas, der Darstellung der Relevanz und der Zielformulierung des Interviews. Diese werden in einer Präsentation aufgearbeitet, um so einen besseren Einstieg zu gestalten und dem Experten das Konzept zu erklären und so einen höheren Nutzen der späteren Evaluierung und Validierung zu ermöglichen. Außerdem wird so ein gemeinsamer Wissenstand bezüglich Begrifflichkeiten und wie sie im Rahmen der vorliegenden Arbeit verwendet werden geschaffen. Nach dieser Einleitung wird mit den Einstiegsfragen begonnen. Diese dürfen auch von persönlicher Natur sein, um dazu beizutragen, eine positive Grundstimmung zu erzeugen.¹⁰⁸ Hier werden, zur Validierung als Experte, Fragen zur Position und zu den Aufgaben der interviewten Person gestellt.

Die in verschiedene Interessensbereiche kategorisierten Schlüsselfragen im Anschluss dienen dazu, die benötigten Informationen zu erhalten. Die Interessensbereiche werden von allgemeineren Themen bis zu detaillierteren Teilbereichen gegliedert. Da einerseits der technische und andererseits der prozessuale Teil des Konzepts betrachtet werden soll, wird bei den Schlüsselfragen eine Unterteilung in zwei Leitfäden vorgenommen. Den Beginn der Schlüsselfragen der prozessualen Ebene bildet die Kategorie „Herausforderungen Status Quo“. Hier wird abgefragt, welchen individuellen Herausforderungen die Experten in ihrem

¹⁰⁵ Garz und Kraimer 1991, S. 10.

¹⁰⁶ Hopf 1978.

¹⁰⁷ Kühl 2009, S. 35.

¹⁰⁸ Gläser und Laudel 2012, S. 148.

Arbeitsalltag gegenüberstehen. Es wird darauf geachtet, die Frage vor der Vorstellung der Probleme, wie sie in der Literatur dargestellt sind, zu stellen, um eine Beeinflussung des Experten zu vermeiden. Im Nachgang wird nochmals abgefragt, wie die Einschätzung der Experten zu den Problemen, wie sie in der Literatur zu finden sind, ist, damit eine Einschätzung aller Herausforderungen gegeben werden kann und die Aussagen der verschiedenen Experten vergleichbar sind. In der nächsten Kategorie werden Fragen zu den aktuellen Arbeitsweisen gestellt, also ob es bereits nachhaltige Ansätze in den jeweiligen Städten gibt und wie diese angewendet werden, welche Datengrundlagen aktuell verwendet werden und wie erfolgte Maßnahmen nachgehalten werden. Im Anschluss wird auf das vorgestellte Konzept eingegangen. Dort sollen die Verwendbarkeit in der Praxis sowie Chancen und Herausforderungen ermittelt werden, anhand welcher das Konzept weiterentwickelt werden kann.

Die Schlüsselfragen der technischen Ebene beziehen sich vor allem auf die technische Machbarkeit des Konzepts. Den Beginn der Schlüsselfragen bildet die Frage nach Chancen und Herausforderungen des vorgestellten Konzepts, da die darauffolgenden Fragen detailliert auf die technische Machbarkeit eingehen. Dabei wird auf die Verwendbarkeit der Bilddaten, die Verarbeitung der Daten in Geoinformationssystemen und Erfahrungen solcher Modelle in der freien Wirtschaft eingegangen.

Mit den Schlussfragen werden schließlich allgemeine Themen angesprochen und auf diese Weise gewährleistet, dass die Experten letzte Informationen, die im Laufe des Gesprächs noch nicht zur Sprache gekommen sind, einbringen können.

Nachdem der Leitfaden für die Interviews erstellt ist, werden Pretests durchgeführt. Der gängigste davon ist der Beobachtungspretest, welcher innerhalb der vorliegenden Arbeit durchgeführt wird. Dieser dient dazu, die Qualität der Informationen sicherzustellen. Das Interview wird in einem möglichst realistischen Umfeld¹⁰⁹ mit den Testpersonen durchgeführt und deren Reaktion auf den Leitfaden beobachtet.¹¹⁰ Es wird geprüft, ob die Fragen verständlich sind oder ob Schwierigkeiten bezüglich der Beantwortung der Fragen bestehen, ob der Leitfaden übersichtlich erarbeitet worden ist und wie sich die Streuung der Antworten verhält.¹¹¹ Außerdem kann mit den Pretests die durchschnittliche Dauer des Interviews festgestellt werden.¹¹²

Nach den Pretests und der Anpassung der Leitfäden werden die Experten ausgewählt. Wer als Experte angesprochen wird, hängt davon ab, welche Informationen benötigt werden.

¹⁰⁹ Häder 2010, S. 389.

¹¹⁰ Häder 2010, S. 388.

¹¹¹ Häder 2010, S. 387.

¹¹² Häder 2010, S. 389.

Nach Meuser und Nagel (1991) besitzt der Experte eine Verantwortung hinsichtlich des interessierenden Handlungsfeldes und den besonderen Zugang zu Informationen, in diesem Fall der Datenerhebung und zu ihren Prozessen. Dies ist auch bei der Auswahl der Experten im Rahmen dieser Arbeit entscheidend.¹¹³ Es wird im Hinblick auf das nötige fachliche Sonderwissen der Experten für die Evaluierung und Validierung mit Experten aus dem Bereich Geoinformationssysteme sowie Mobilitäts- und Verkehrsplanung gesprochen. Welche Experten genau ausgewählt wurden, wird im nächsten Kapitel erläutert. Durch die Stellung der Experten in ihren jeweiligen Positionen sehen sie auch selbst die Relevanz des Themas, wodurch das Erkenntnisinteresse sowohl bei dem Interviewenden als auch bei der interviewten Person liegt und daher ein hoher Informationsgehalt bei der Datenerhebung gegeben ist¹¹⁴, sodass das besondere Fachwissen der Experten zum Tragen kommt.¹¹⁵

Anschließend an die Durchführung der Experteninterviews werden die Interviewsituation und die Ergebnisse protokolliert und ausgewertet. Für die Auswertung werden die Kernaussagen den vorher bestimmten Themengebieten zugeordnet. Darauffolgend müssen die neu erlangten Informationen interpretiert werden und können so eine erweiterte Datenbasis für die Ergebnisfindung bilden.¹¹⁶ Die Auswertung der durch die Interviews gewonnenen Daten erfolgt in den daran anschließenden Kapiteln.

4.2 Auswahl der Experten

Bei der Auswahl der Experten wird, wie im vorangegangenen Kapitel bereits erwähnt, auf deren fachliches Sonderwissen im Hinblick auf die technische sowie prozessuale Ebene des Konzepts geachtet. Für die technische Ebene werden Experten gesucht, die im Bereich der Analyse und Verwertung von Geodaten arbeiten und Geoinformationssysteme bereits für räumliche Analysen nutzen. Für die prozessuale Ebene wurden Mobilitäts- und Verkehrsplaner verschiedener Städte angefragt, da diese durch ihre Stellung das fachliche Sonderwissen besitzen, um das innerhalb dieser Arbeit entwickelte Konzept zu evaluieren und auf die Machbarkeit in der Praxis zu bewerten. Zusätzlich können hier Differenzen zwischen Literatur und Praxis ermittelt werden, um das Konzept auf die aktuelle Situation anpassen zu können. Bei der Auswahl der Städte wurden einerseits das 2019 durchgeführte Städteranking des Greenpeace e.V. zur nachhaltigen Mobilität und andererseits der alle zwei Jahre durchgeführte Fahrradklima-Test des ADFC

¹¹³ Meuser und Nagel 1991, S. 443.

¹¹⁴ Buber und Holzmüller 2009, S. 425.

¹¹⁵ Kühl 2009, S. 29.

¹¹⁶ Kühl 2009, S. 38.

herangezogen, um sowohl Städte zu erreichen, die bereits eine, im Vergleich mit anderen deutschen Städten, hohe nachhaltige Mobilität haben und auf der anderen Seite auch solche, die in diesen Bewertungen das Schlusslicht bilden. Die Experten werden dafür per E-Mail angefragt, in der bereits das Thema grob umrissen wird, um einen Einblick in die Thematik des Interviews zu geben und ihr Interesse zu wecken.

Nach positiven Rückmeldungen haben sich Interviews mit Herr Karsten Lentner, Projektconsultant bei Nexiga GmbH, Herr Benjamin Klein, Stadt Köln, Herr Michael Glotz-Richter, Stadt Bremen und Herr Markus Schneider, Stadt Düsseldorf ergeben. Die Experten sowie die Grundlage für deren Auswahl werden folgend noch näher vorgestellt.

Karsten Lentner

Herr Karsten Lentner wird als Experte der technischen Ebene befragt. Er ist seit über drei Jahren als Projektconsultant bei der Nexiga GmbH, welche Analysen von Markt- und Geodaten anbietet, in Bonn tätig. Zu seinen aktuellen Aufgaben gehört die Entwicklung eines Gebietsplanungstools für den DPD Deutschland. Hierbei wird ein Gebiets- und Tourenplanungstool mit Hilfe eines kundenspezifischen Geoinformationssystem entwickelt. Dabei werden, ähnlich wie im Konzept der vorliegenden Arbeit, Daten zu Verkehrsfrequenzen, Sozialstruktur, Märkten und viele weitere verwendet. Auch die Datenaufbereitung ist ein Teil dieser Tätigkeit, die ebenfalls für die vorliegende Arbeit relevant ist.

Benjamin Klein

Herr Benjamin Klein wird als Experte der prozessualen Ebene befragt. Er arbeitet seit zwölf Jahren im Amt für Straßen- und Verkehrsentwicklung der Stadt Köln und ist dort aktuell im Rahmen der Verkehrsentwicklungsplanung tätig. Dort ist er für die Entwicklung zukünftiger Verkehrskonzepte und Maßnahmen zuständig. Die ersten sechs Jahre war er in der Radverkehrsplanung und -förderung tätig. Aktuell arbeitet er unter anderem an der Errichtung eines flächendeckenden Netzes von Mobilstationen und betreut eine Machbarkeitsstudie für ein Wasserbussystem.

Die Stadt Köln belegt im Bericht zur nachhaltigen Mobilität von Greenpeace den dritten Platz¹¹⁷ und ist damit im Ranking der größten deutschen Städte im oberen Teil vertreten. Auffällig ist allerdings der stark PKW-lastige Modal Split. Hier lässt sich ein Zusammenhang mit dem Fahrradklima-Test des ADFC erkennen, in dem die Stadt Köln unter den Städten über 500.000 Einwohner den letzten Platz einnimmt.¹¹⁸

¹¹⁷ Daniel Moser V.i.S.d.P. und Greenpeace e.V. 2017.

¹¹⁸ ADFC 2021.

Michael Glotz-Richter

Herr Michael Glotz-Richter wird als Experte der prozessualen Ebene befragt. Er arbeitet seit 1996 als Referent für nachhaltige Mobilität der Stadt Bremen. Dort arbeitet er aktuell an der Entwicklung von Pilotprojekten, besonders im Bereich Straßenraum. Da der Straßenraum durch angrenzende Gebäude begrenzt ist, im gleichen Zug Autos aber immer größer werden und neue Entwicklungen, wie die Schaffung einer Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität oder auch Maßnahmen für Klimaanpassungen, mehr Platz benötigen, entsteht hier ein Konflikt, den es durch Vermittlungsprozesse zu lösen gilt.

Die Stadt Bremen liegt unter den Städten mit über 500.000 Einwohnern im Bericht zur nachhaltigen Mobilität von Greenpeace auf dem fünften Platz¹¹⁹ und ist somit auch im oberen Drittel vertreten. Im Fahrradklima-Test des ADFC belegt Bremen unter den Städten mit über 500.000 Einwohnern den ersten Platz¹²⁰ und ist somit nach dieser Bewertung die fahrradfreundlichste Großstadt Deutschlands.

Markus Schneider

Herr Schneider wird als Experte der prozessualen Ebene befragt. Er arbeitet seit 2000 bei der Stadt Düsseldorf und seit 2016 als Abteilungsleiter der strategischen Mobilitätsplanung und ist inzwischen für fünfzehn Mitarbeitende verantwortlich. Diese Tätigkeit beinhaltet auch die ÖPNV-Aufgabenträgerschaft, also die Steuerung des örtlichen ÖPNV-Angebots und die Erstellung der Nahverkehrsplanung. Aktuelle Themen sind die Erstellung eines SUMP für die nächsten zehn bis fünfzehn Jahre, die Planung einer Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität oder die Ermittlung von Park and Ride (P+R)-Potentialen.

Die Stadt Düsseldorf belegt im Bericht zur nachhaltigen Mobilität von Greenpeace den letzten Platz¹²¹ und bildet von den vierzehn größten deutschen Städten somit das Schlusslicht. Auffällig ist auch hier wieder der hohe PKW-Anteil des Modal Split, welcher auch hier auf einen Zusammenhang mit der schwachen Bewertung im Fahrradklima-Test des ADFC schließen lässt.

¹¹⁹ Daniel Moser V.i.S.d.P. und Greenpeace e.V. 2017.

¹²⁰ ADFC 2021.

¹²¹ Daniel Moser V.i.S.d.P. und Greenpeace e.V. 2017.

5. Ergebnisse

Im Folgenden werden die zentralen Ergebnisse der Interviews kategorisiert und auf Überschneidungen untersucht.

5.1 Status Quo

Herausforderungen für die aktuellen Mobilitätsplanung

Im Rahmen der Mobilitätswende, die uns bevorsteht, und der stetigen Weiterentwicklung der technischen Möglichkeiten steht die Mobilitätsplanung verschiedenen Herausforderungen gegenüber. Der öffentliche Raum muss wieder gerechter verteilt werden und weniger Flächen für fließenden und ruhenden PKW-Verkehr vorgehalten werden. Um hier eine Entlastung zu schaffen, muss die Menge an Autos im innerstädtischen Bereich reduziert und besonders bei kurzen Wegen ein Wechsel im Verkehrsmodus erreicht werden. Das bedeutet auch, dass nachhaltige Mobilität nicht allein durch Elektromobilität gelöst wird.¹²² Durch eine Planung weg vom MIV hin zu anderen Verkehrsmodi im innerstädtischen Bereich entstehen Konfliktpotentiale, da es an Akzeptanz für solche Maßnahmen in weiten Teilen der Bevölkerung fehlt. Häufig ist eine Einstellung, dass jeder Bürger ein eigenes Auto hat und durch die Stadt genügend Parkmöglichkeiten für diese vorgehalten wird, vorzufinden.¹²³ Bei innovativen Maßnahmen, wie beispielsweise der Errichtung von Mobilstationen, also Orten, an denen Sharing-Dienstleister ihre angebotenen Verkehrsmittel abstellen können, stoßen teilweise auf Widerstand in der Bevölkerung, da sie beispielsweise Raum für Parkplätze beanspruchen und es entsteht der Eindruck einer Planung vorbei an den Bedürfnissen der Bürger.¹²⁴ Dieser Effekt wird auch dadurch verstärkt, dass vielen Bürgern die Sensibilität für die Kosten, die ein Auto mit sich bringt, fehlt.¹²⁵

Eine weitere Problematik neben der Akzeptanz für innovative Maßnahmen ist die Nutzung neuer Technologien und Daten in der Mobilitätsplanung. Innovationen sind hier nur schwer möglich und oft nicht mit dem Verwaltungsaspekt der Stadt vereinbar, da Maßnahmen rechtssicher durchzuführen sind. Es fehlt für Mitarbeitende durch die hohe Arbeitsbelastung auch die Zeit, sich in diesen Bereichen selbstständig weiterzuentwickeln. Hier ist ein Top-Down-Ansatz notwendig, in dem die Weiterentwicklung der Mitarbeitenden in diesen

¹²² Markus Schneider 21.01.2022.

¹²³ Markus Schneider 21.01.2022; Michael Glotz-Richter 20.01.2022.

¹²⁴ Markus Schneider 21.01.2022.

¹²⁵ Michael Glotz-Richter 20.01.2022.

Bereichen durch die Führung erkannt und umgesetzt werden muss.¹²⁶ Aufgrund der hohen Auslastung und fehlender Weiterbildung gestaltet sich die Datenaufbereitung und -interpretation ebenfalls schwierig im Umgang mit neuen Technologien. Hier gibt es noch Defizite in der Erfassung von Verkehrsdaten und der Verortung von Maßnahmen, wie beispielsweise von Mobilstationen und Sharing-Angeboten und deren Verknüpfung mit dem ÖPNV.¹²⁷ Bisher erfolgt die Maßnahmenfindung noch ohne die Einteilung in Mobilitätsstile, stattdessen leitet sie sich von konkreten Infrastrukturdaten wie den Einzugsradien von Haltestellen des ÖVs ab.¹²⁸

Verwendung des SUMP-Ansatzes in der Praxis:

Der SUMP-Ansatz findet bei jedem der befragten Experten bereits Anwendung. Allerdings befinden sie sich in verschiedenen Stadien des Regelkreises (siehe Kapitel 2.3.2). Der SUMP-Prozess findet sich in Köln aktuell in der Vergabe¹²⁹ und in Düsseldorf ist die zweite Phase des SUMP-Prozesses bereits abgeschlossen und es werden Maßnahmen abgeleitet.¹³⁰ Bremen war in Deutschland ein Vorreiter in Bezug auf den SUMP-Prozess. Die Stadt war bereits 2015 Gewinner des SUMP-Awards der europäischen Kommission.¹³¹

Da sich der SUMP-Prozess besonders in Köln noch am Anfang befindet, wird hier noch einige Zeit benötigt, bis aus diesem Maßnahmen abgeleitet und umgesetzt werden. Als zeitaufwendige Faktoren wurden hier die Einbindung der Bevölkerung in den Planungsprozess, die Datenauswertung und -analyse, die Entwicklung von Szenarien für zukünftige Mobilitätsmodelle und das Konfliktpotential einer gesamtstädtischen Betrachtung mit den Wünschen und Bedürfnissen einzelner Bezirke genannt.¹³²

Der SUMP bringt auf der anderen Seite aber mit sich, dass ein Umdenken stattfindet. In Bremen wurden beispielsweise durch ein Online-Tool zur Partizipation der Bevölkerung neue Wege gegangen.¹³³ Außerdem ist er oft Teil einer sektorübergreifenden Gesamtstrategie einer Stadt und hilft bei der Zielsetzung und Durchführung von unpopulären Maßnahmen, da diese nicht willkürlich erscheinen und mit der Gesamtstrategie und dem SUMP begründet werden können.¹³⁴

¹²⁶ Benjamin Klein 18.01.2022.

¹²⁷ Markus Schneider 21.01.2022.

¹²⁸ Benjamin Klein 18.01.2022.

¹²⁹ Benjamin Klein 18.01.2022.

¹³⁰ Markus Schneider 21.01.2022.

¹³¹ Michael Glotz-Richter 20.01.2022.

¹³² Benjamin Klein 18.01.2022.

¹³³ Michael Glotz-Richter 20.01.2022.

¹³⁴ Benjamin Klein 18.01.2022.

Weiche Maßnahmen:

Da der SUMP-Ansatz bereits in jeder der betrachteten Städte eingesetzt wird, finden auch weiche Maßnahmen bereits deutlich mehr Anwendung als in der Literatur beschrieben. Hier finden sich die bereits erwähnten Mobilstationen wieder,¹³⁵ aber auch andere Maßnahmen wie die Schaffung von verkehrsberuhigten Straßen, die Förderung von Car-Sharing oder Förderprogramme für E-Lastenräder¹³⁶ fallen unter die weichen Maßnahmen, da nicht aktiv in die Infrastruktur eingegriffen wird. Allerdings sind weiche Maßnahmen allein auch nicht immer möglich. Die Einführung eines 365-Euro-Tickets für den ÖPNV beispielsweise setzt eine Infrastruktur voraus, die die wachsende Kundenzahl befördern kann. Ansonsten kann durch ein solches Ticket genau der gegenteilige Effekt erzielt und die Bevölkerung durch die Unzuverlässigkeit, die durch eine Auslastung, der die Infrastruktur nicht gewachsen ist, ausgelöst werden kann, abgeschreckt werden. In einem solchen Fall muss also die Reihenfolge beachtet werden und ein Ausbau der Infrastruktur einer weichen Maßnahme vorgezogen werden.¹³⁷

Monitoring:

Das Monitoring wird durch alle interviewten Personen als sehr relevantes Thema für zukünftige Maßnahmen angesehen. Die Durchführung des Monitorings erfolgt in vielen Fällen zwar bereits, allerdings ist hier kein einheitlicher Prozess gegeben. Hier ist eine Systematisierung des Monitorings für die Entwicklung einer nachhaltigen Mobilität notwendig.¹³⁸ Das Monitoring wird je nach Maßnahme unterschiedlich durchgeführt und es werden beispielsweise Daten von Zählstellen, Messstationen oder Unfallbilanzen dafür verwendet. Ein weiterer Teil des Monitorings geschieht über Rückmeldungen durch Bewohner, Medien oder Verbände, wie den ADAC für den Autoverkehr oder den ADFC für den Fahrradverkehr.¹³⁹ Durch die verschiedenen Einflüsse ist das Monitoring allerdings sehr interpretationsabhängig und es kann beispielsweise auch ein Ausbleiben von Rückmeldungen als positiv für die Maßnahme gewertet werden.

Notwendig für ein systematisches Monitoring von Maßnahmen ist die Bildung von entsprechenden KPIs, wie die Menge an Fußgängern, die CO₂-Einsparung oder der Klimaeffekt, mit der der Erfolg einer Maßnahme bestimmt werden kann.¹⁴⁰ Die Bestimmung dieser KPIs ist bereits bei der Entwicklung der Maßnahmen notwendig und muss

¹³⁵ Benjamin Klein 18.01.2022; Markus Schneider 21.01.2022.

¹³⁶ Benjamin Klein 18.01.2022; Michael Glotz-Richter 20.01.2022.

¹³⁷ Benjamin Klein 18.01.2022.

¹³⁸ Benjamin Klein 18.01.2022.

¹³⁹ Michael Glotz-Richter 20.01.2022.

¹⁴⁰ Markus Schneider 21.01.2022; Benjamin Klein 18.01.2022.

gleichzeitig eine hohe Aussagekraft haben, aber auch mit vertretbarem Aufwand erhebbar sein.¹⁴¹

Kommunikationskanäle:

Aufgrund der Implementierung des SUMP wird auch die Kommunikation nach außen, anders als in der Literatur beschrieben, bereits bei den Städten thematisiert und deren Relevanz für die Mobilitätswende erkannt. Die Stadt Bremen nutzt verschiedene Kanäle für die Kommunikation nach außen. Dazu gehören Online-Tools, Begehungen mit Bürgern in den Straßen, in denen Maßnahmen geplant sind, eine aktive Kommunikation in Supermärkten und Einkaufszentren und anbieterneutrale Öffentlichkeitsarbeit, wie die Außenwerbung für Car-Sharing, in der die Vorteile durch einen Comic „Udo chillt lieber“ (siehe Abbildung 11) dargestellt werden.¹⁴² Auch in Köln und Düsseldorf wird mit externen Kommunikations- und Marketingagenturen zusammengearbeitet, um eine bessere Kommunikation zu gewährleisten. Die Stadt Köln legt hier auch besonders Wert auf die Einbeziehung von Kindern, Jugendlichen und Menschen mit Migrationshintergrund, um eine möglichst breite Beteiligung zu erhalten.¹⁴³ In Düsseldorf wird die Kommunikationsstrategie auch als Bestandteil des Mobilitätsplans aufgenommen. Außerdem wird sich hier mit dem Klimaschutz der Stadt zusammengeschlossen, um einen gemeinsamen Ansatz zu schaffen, da Klima und Mobilität in vielen Punkten zusammengedacht werden müssen. Zusätzlich hat dieser Zusammenschluss den Vorteil, dass über mehr Gelder verfügt werden kann, da der Klimaschutz mehr finanzielle Mittel hat.¹⁴⁴



Abbildung 11: Außenwerbung für Car-Sharing in Bremen¹⁴⁵

¹⁴¹ Markus Schneider 21.01.2022.

¹⁴² Michael Glotz-Richter 20.01.2022.

¹⁴³ Benjamin Klein 18.01.2022.

¹⁴⁴ Markus Schneider 21.01.2022.

¹⁴⁵ Rid et al. 2018, S. 2.

Durch eine bessere Kommunikation soll eine höhere Akzeptanz in der Bevölkerung geschaffen werden, besonders auch bei unpopulären Maßnahmen. Da jeder Bürger unterschiedliche Rahmenbedingungen hat und eine Maßnahme wie höhere Parkgebühren in der Innenstadt anders vermittelt werden muss als die Einführung eines 365-Euro-Tickets, wird auf eine große Bandbreite von Medien wie Flyer, Plakate, Online- und Präsenzveranstaltungen und Werbeanzeigen auf sozialen Medien gesetzt. Hierbei kann auch die Schaffung einer Marke helfen, mit der sich die Bevölkerung identifizieren kann.¹⁴⁶

5.2 aktuelle Datengrundlage & -verarbeitung

Aktuelle Daten:

Die in Kapitel 2.1.2 beschriebenen Methoden, wie Haushaltsbefragungen, Verkehrszählungen oder die Verwendung von Strukturdaten, finden heute nach wie vor Anwendung in der Praxis.¹⁴⁷ Auch mit der Verwendung von Mobilfunkdaten werden bei Tochterunternehmen der Städte bereits Pilotprojekte durchgeführt. Die Herausforderung bei der Verwendung dieser Daten besteht in der Aufbereitung und Interpretation, da hier Anwendungen oder Kompetenzen fehlen, diese für die Mobilitätsplanung nutzbar zu machen. Es lassen sich durch die Analyse der Mobilfunkdaten zwar die Wege der Reisenden nachvollziehen, allerdings nicht, welcher Verkehrsmodus verwendet wird. Hier liegt die Problematik darin, dass beispielsweise PKW und Fahrräder im innerstädtischen Bereich ein ähnliches Geschwindigkeitsprofil haben.¹⁴⁸

Verwendung von GIS:

Die Möglichkeiten, die Geoinformationssysteme bieten, werden zwar erkannt, aber diese werden in der Praxis kaum verwendet. Perspektivisch ist im Bereich Geoinformationssysteme und Data Science allerdings ein Ausbau der Kompetenzen notwendig.¹⁴⁹ Zwar sind die Grundlagen, um solche Systeme bedienen zu können, schnell erlernt, um diese aber vollumfänglich nutzen zu können, ist eine in diesem Bereich ausgebildete Person notwendig.¹⁵⁰ Um entsprechende Arbeitskräfte zu bekommen, müssen diese Stellen attraktiver werden und mit einer entsprechenden Vergütung locken. Aktuell gibt es beispielsweise bei der Stadt Köln einen GIS-Beauftragten, der aber nicht nur für den Bereich Mobilitätsplanung, sondern für verschiedene Abteilungen der Stadt zuständig ist. Dadurch kann es auch zu Problemen bei der Zusammenarbeit kommen, da

¹⁴⁶ Markus Schneider 21.01.2022.

¹⁴⁷ Benjamin Klein 18.01.2022; Markus Schneider 21.01.2022; Michael Glotz-Richter 20.01.2022.

¹⁴⁸ Benjamin Klein 18.01.2022.

¹⁴⁹ Benjamin Klein 18.01.2022; Markus Schneider 21.01.2022; Karsten Lentner 15.01.2022.

¹⁵⁰ Karsten Lentner 15.01.2022.

sich die Schnittstelle zwischen Mobilitätsplanern und GIS-Beauftragten schwierig gestaltet.¹⁵¹

5.3 Evaluierung des Konzepts

Das Konzept ist durch die Experten insgesamt positiv aufgenommen worden und die Relevanz einer Verwendung von Fernerkundungsdaten sowie einer veränderten Herangehensweise an die Planung ist erkannt worden. Der Wechsel von reinen Infrastrukturmaßnahmen hin zu weichen Maßnahmen wird in Teilen bereits von allen Befragten durchgeführt.

Das Risiko eines innovativen Konzepts in der Verwaltung liegt darin, dass diese rechtssicher arbeiten muss und daher wenig Spielraum für unerprobte Konzepte hat und daher der Nutzen des Konzepts direkt erkennbar sein muss. Um das zu erreichen, müssen auch eine hohe Verlässlichkeit und die Möglichkeit gegeben sein, aus den Daten genaue Aussagen ziehen zu können. Chancen liegen vor allem in der Möglichkeit, eine hohe Datenfrequenz zu haben, und in der ständigen Aktualisierung der Datengrundlage. Tagesaktuelle Daten in den Mobilitätsdaten wären „der heilige Gral“¹⁵². Insgesamt lässt sich sagen, je größer die Maßnahme ist, desto belastbarer müssen auch die Daten sein, die dieser zu Grunde liegen.¹⁵³

Arbeit mit den Daten des Konzepts

Die Datengrundlagen werden bei allen befragten Städten noch auf die in Kapitel 2.1.2 beschriebenen Weisen erhoben. Den Vorteilen durch die Verwendung von Fernerkundungsdaten und Wegdaten aus Mobilfunkdaten in der Mobilitätsplanung wird durch die Experten zugestimmt. Diese Daten können besonders für die Modellierung von Maßnahmen nützlich sein. Hierbei ist aber zu beachten, dass sich eine Modellierung durch ein scheinbar irrationales Verhalten von Bürgern teilweise schwierig gestalten kann und sich nur schwer durch Daten abbilden lässt.¹⁵⁴ Hier ist ein großer Datenmix notwendig, um möglichst präzise Aussagen treffen zu können.¹⁵⁵ Die Herausforderungen mit Daten im Allgemeinen liegen besonders in der Masse, der Aufbereitung und ihrer Interpretation,¹⁵⁶ da diese sonst ihre Aussagekraft verlieren. Zur Verwendung der Fernerkundungsdaten und Wegdaten aus dem Konzept werden als mögliche Problemstellen, neben den

¹⁵¹ Benjamin Klein 18.01.2022.

¹⁵² Benjamin Klein 18.01.2022.

¹⁵³ Benjamin Klein 18.01.2022.

¹⁵⁴ Michael Glotz-Richter 20.01.2022.

¹⁵⁵ Benjamin Klein 18.01.2022.

¹⁵⁶ Michael Glotz-Richter 20.01.2022; Markus Schneider 21.01.2022; Benjamin Klein 18.01.2022.

Herausforderungen im Allgemeinen, die Datenqualität und die Auswertung der Fernerkundungsdaten genannt.¹⁵⁷ Die Fernerkundungsdaten müssen eine ausreichende Auflösung haben, damit Veränderungen erkennbar sind. Außerdem muss die Thematik, ob die Bilddaten manuell durch eine Software automatisch ausgewertet werden, noch tiefergreifend geklärt werden.¹⁵⁸ Bei den Wegdaten besteht das Problem, dass sich durch die Mobilfunkdaten zwar das Wegeverhalten der Bevölkerung analysieren lässt, sich allerdings der Verkehrsmodus nur schwer ermitteln lässt, da die verschiedenen Verkehrsmodi im innerstädtischen Bereich oft ein ähnliches Geschwindigkeitsprofil haben und sich deshalb daraus keine Rückschlüsse auf den Verkehrsmodus ziehen lassen.¹⁵⁹

Die Fernerkundungsdaten könnten ebenfalls als Datengrundlage dienen, um Klimaeffekte erkennbar zu machen.¹⁶⁰ Diese Klimaeffekte können beispielsweise als KPI zur Bewertung von durchgeführten Maßnahmen dienen. Auch zur Erkennung von Pendelströmen können die Daten nützlich sein. Pendelströme werden bisher nur auf Gemeindeebene erfasst. Dadurch können allerdings keine genauen Aussagen über die Hauptströme getroffen werden. Hier können die Daten helfen, um diese erkennbar zu machen, und so Engstellen identifiziert werden.¹⁶¹

Zusammenspiel von Maßnahmen

Bei der Planung und Implementierung von weichen Maßnahmen ist von allen Experten die Wechselwirkung von verschiedenen Maßnahmen untereinander angesprochen worden. Die Sekundäreffekte weicher Maßnahmen müssen bei der Planung also mitbeachtet werden. Wird beispielsweise in der Innenstadt der Parkraum reduziert, wird das Pendeln mit dem PKW in die Stadt von außerhalb unattraktiver. Das hat zur Folge, dass dieser Parkraum weitestgehend den Anwohnern zur Verfügung steht und frei gewordene Flächen durch Sharing-Angebote genutzt werden können. Obwohl also weniger Parkraum zur Verfügung steht, wird die Parksituation für Anwohner verbessert.¹⁶² Eine Erhöhung der Parkkosten in der Innenstadt in Verbindung mit dem Bau von P+R-Parkplätzen am Stadtrand sowie der Anbindung dieser an den ÖPNV und einem günstigen Beförderungstarif in die Stadt kann den Verkehr im innerstädtischen Bereich reduzieren und so die Zufriedenheit der Bevölkerung erhöhen. Wird hier allerdings auf die Erhöhung der Parkgebühren verzichtet, besteht die Gefahr, dass trotz der Möglichkeit, außerhalb der Stadt zu parken und den ÖPNV zu nutzen, um in die Innenstadt zu gelangen, der Verkehr

¹⁵⁷ Benjamin Klein 18.01.2022; Markus Schneider 21.01.2022.

¹⁵⁸ Markus Schneider 21.01.2022; Benjamin Klein 18.01.2022.

¹⁵⁹ Benjamin Klein 18.01.2022.

¹⁶⁰ Benjamin Klein 18.01.2022; Karsten Lentner 15.01.2022.

¹⁶¹ Benjamin Klein 18.01.2022.

¹⁶² Benjamin Klein 18.01.2022.

weiterhin hoch bleibt, da diesem Verhalten keine Hürde entgegengesetzt wird.¹⁶³ Auch Maßnahmen, die eine vermeintlich positive Auswirkung haben, wie die Darstellung der Verfügbarkeit von Parkplätzen im städtischen Bereich in einer App, können negative Sekundäreffekte mit sich bringen. Primär zielt diese Maßnahme darauf ab, die Fahrzeit auf der Suche nach einem Parkplatz zu verringern, kann aber auch den Effekt haben, dass die Hürde, das Auto aufgrund der langen Parkplatzsuche nicht zu nutzen, niedriger und dadurch der innerstädtische Verkehr wiederum erhöht wird.¹⁶⁴

Auch Personen, die auf einen PKW angewiesen sind, haben durch die Mobilitätswende Vorteile, da durch einen Wechsel eines Teils der Bevölkerung auf andere Verkehrsmodi die vorhandene Straßeninfrastruktur entlastet wird und ein flüssiger PKW-Verkehr die Folge ist.¹⁶⁵ Die Lösung für die Mobilitätswende liegt also in einer Mischung verschiedener Maßnahmen und das Ineinandergreifen dieser.¹⁶⁶

Kommunikation zur Erhöhung der Akzeptanz

Eine weitere Thematik, die im Konzept zwar eingebunden, aber aufgrund ihrer Wichtigkeit weiter beleuchtet werden muss, ist die Kommunikation mit der Bevölkerung über nachhaltige Mobilität und bevorstehende Maßnahmen.

Die Verkehrsmittelwahl haben neben der rationalen Komponente, wie Zeit oder Kosten, auch noch eine emotionale Komponente, wie zum Beispiel das Auto als Statussymbol. Diese emotionale Ebene sollte im Konzept mehr miteinbezogen werden, da sich nach der Durchführung von Maßnahmen nicht sofort das Verhalten der Bürger ändert und hier eine Aufklärung notwendig ist. Ein Beispiel hierfür sind die „protected Bikelanes“, also die Bildung von Fahrradstreifen auf der Straße. Obwohl diese sicherer sind als häufig dadurch ersetzte Fahrradstreifen auf den Gehwegen, ist das Sicherheitsempfinden vieler Radfahrer durch die Abgrenzung durch parkende PKWs höher, obwohl hier objektiv eine höhere Gefährdung besteht. Die subjektive Wahrnehmung und die objektiven Daten müssen also nicht immer kongruent sein.¹⁶⁷

Die Daten- und Prozessebene, die durch das Konzept ausführlich beschrieben ist, ist notwendig, um eine gute Grundlage für mögliche Maßnahmen zu bilden, allerdings sind sie nicht gleichzeitig der Startpunkt für Veränderungsprozesse.¹⁶⁸

¹⁶³ Markus Schneider 21.01.2022.

¹⁶⁴ Michael Glotz-Richter 20.01.2022.

¹⁶⁵ Michael Glotz-Richter 20.01.2022.

¹⁶⁶ Markus Schneider 21.01.2022.

¹⁶⁷ Michael Glotz-Richter 20.01.2022.

¹⁶⁸ Michael Glotz-Richter 20.01.2022.

Damit durch einen Reisenden ein alternativer Verkehrsmodus gewählt, wird müssen drei Komponenten gegeben sein: die Infrastruktur oder Dienstleistung muss räumlich verfügbar sein, sie muss wahrgenommen werden und die mentale Bereitschaft des Nutzers muss vorhanden sein. Wird einer dieser drei Faktoren nicht erfüllt, wird es auch keine Verhaltensänderung geben.¹⁶⁹ Als Beispiel kann hier das Car-Sharing genannt werden. Damit eine Person einen Wechsel zu Car-Sharing-Angeboten in Betracht zieht, muss das Wissen vorhanden sein, dass es solche Angebote gibt (Wahrnehmung), sie muss physisch in der räumlichen Umgebung verfügbar sein (räumliche Verfügbarkeit) und die Bereitschaft muss vorhanden sein, ein solches Angebot zu nutzen (Bereitschaft). Für die Faktoren Wahrnehmung und Bereitschaft sind eine gute Kommunikation besonders wichtig. Hierbei sollte nicht nur die Klimarelevanz eines Mobilitätswandels in den Vordergrund gestellt, sondern vor allem auch auf den persönlichen Nutzen des Bürgers eingegangen werden.¹⁷⁰ Hier können beispielsweise die Belastungen, die ein eigener PKW mit sich bringt, oder die Kostenvorteile durch andere Verkehrsmodi genannt werden. Der Mobilitätswandel ist also auch durch Marketingarbeit geprägt.¹⁷¹

¹⁶⁹ Michael Glotz-Richter 20.01.2022.

¹⁷⁰ Michael Glotz-Richter 20.01.2022; Markus Schneider 21.01.2022.

¹⁷¹ Markus Schneider 21.01.2022.

6. Anpassung & Weiterentwicklung des Konzepts

Die Ergebnisse zeigen, dass die Verwendung von Fernerkundungsdaten und eine veränderte Herangehensweise an den Planungsprozess die Entwicklung einer nachhaltigen Mobilität im innerstädtischen Bereich unterstützen können. Besonders die Datenermittlung als Grundlage für den Planungsprozess und das anschließende Monitoring können durch eine Integration von Fernerkundungsdaten profitieren.

Eine Hürde bei der Verwendung der Fernerkundungsdaten sowie der Mobilfunkdaten sind die nicht ausreichend ausgeprägten Kompetenzen in der Mobilitätsplanung der befragten Städte. Aufgrund der hohen Auslastung der Mitarbeitenden gestaltet sich deren Weiterbildung schwierig. Um trotzdem eine Einbindung der Daten in Mobilitätsplanung zu ermöglichen, können eine Entlastung und gezielte Weiterbildung bestehender Mitarbeitender, die Schaffung einer neuen Stelle, die auf die Implementierung der Daten in die Planung spezialisiert ist, oder eine Aufbereitung der Daten durch einen externen Dienstleister in Betracht gezogen werden. Damit eine Weiterbildung der Mitarbeitenden möglich wird, ist es notwendig, dass der Nutzen zu Verwendung dieser Daten durch die Führung erkannt wird. So können einzelne oder mehrere Mitarbeitende durch die Führung entlastet und gezielt auf die Verwendung der Daten vorbereitet werden. Die Schaffung einer neuen Stelle, wie beispielweise eines Data Scientist¹⁷², wurde ebenfalls durch mehrere Experten angesprochen, da die Verwendung von digitalen Daten zur Gewinnung von Wissen auch in der Mobilitätsplanung zunehmend an Relevanz gewinnt. Die dritte Möglichkeit, die Daten durch externe Dienstleister aufbereiten zu lassen, bietet den Vorteil, dass dadurch innerhalb der städtischen Abteilungen zu Mobilitätsplanung am wenigsten verändert werden muss und lediglich die Interpretation der Daten bei den Planern liegt. Allerdings ist hier wiederum eine Abhängigkeit gegeben, die bei einer Einbindung der Kompetenzen nicht gegeben ist.

Der Weg zu einer nachhaltigen Mobilität bringt auch die Notwendigkeit mit sich, den Planungsprozess auf eine andere Weise anzugehen. Der Fokus weg von Infrastrukturmaßnahmen hin zu weichen Maßnahmen, die eine Verhaltensänderung bei der Bevölkerung antizipieren, werden in Teilen bereits angewendet. Die Experteninterviews haben auch gezeigt, dass die Infrastruktur als Grundlage für weiche Maßnahmen notwendig ist und somit nicht außer Acht gelassen werden darf. Infrastrukturmaßnahmen sollten allerdings nicht mehr problemorientiert, sondern lösungsorientiert im Zusammenspiel mit weichen Maßnahmen geplant und umgesetzt werden.

¹⁷² Markus Schneider 21.01.2022.

Bereiche des Konzepts, die nach den Experten weiter ausgebaut werden müssen, sind die technische Machbarkeit der Bilderkennung der Fernerkundungsdaten, eine tiefergreifende Betrachtung des Verhaltens bei der Verkehrsmittelwahl und eine Strukturierung des Monitorings für die Nachhaltigkeit von durchgeführten Maßnahmen. Diese Punkte werden im Folgenden noch weiter ausgeführt und in das Konzept eingegliedert.

6.1 Technische Machbarkeit durch Bilderkennung

Damit Fernerkundungsdaten für die Mobilitätsplanung nutzbar sind, müssen über sie neben der Verkehrsinfrastruktur auch die Verkehrsmittel erkennbar sein. Dadurch können sie durch das Übereinanderlegen mit den Wegdaten Aufschlüsse auf die Verkehrsmittelnutzung geben und eine Einteilung in Mobilitätsstile ermöglichen. Klassische Erhebungsmethoden, wie beispielsweise Induktionsschleifen zur Zählung des Verkehrs, haben die Einschränkung, dass sie nur ein punktuelles Bild geben, da sie wegen hoher Installations- und Wartungskosten nicht flächendeckend eingesetzt werden. Die Fernerkundungsdaten bieten den Vorteil, dass sie nicht nur eine punktuelle Zählung vornehmen, sondern den Verkehr über ein größeres Gebiet aufnehmen können. Mit Kleinsatelliten lassen sich Fernerkundungsdaten inzwischen auch in hohen Frequenzen von wenigen Stunden erfassen.¹⁷³ Dadurch können auch Schwankungen der Verkehrsbelastung im Tagesverlauf erkannt werden.

Damit eine effiziente Analyse der erhobenen Fernerkundungsdaten gewährleistet werden kann, kann die Verwendung von Bilderkennungssoftware helfen. Das durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur geförderte Projekt „Open Traffic Count“, das in Kooperation der Technologiestiftung Berlin und der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin entstanden ist, hat die Verwendung von Bilderkennungssoftware zur Verkehrszählung bereits erfolgreich getestet.¹⁷⁴ In dem Projekt wurden Bilddaten, die durch Kameras im Verkehrsraum im Zeitraum von Dezember 2019 und Februar 2020 erhoben wurden, durch Algorithmen des maschinellen Lernens analysiert. Das Projekt zeigt, dass KI-basierte Systeme bei der kommunalen Verkehrszählung eingesetzt werden und die Mobilitätsplanung unterstützen können.

Auch die Verwendung von Bilderkennungssoftware bei Fernerkundungsdaten zur Verkehrsüberwachung wurde bereits in Studien belegt.¹⁷⁵ Toth et al. (2014) haben dabei neben Bilddaten, die durch Satelliten aufgenommen wurden, auch Bilddaten verwendet, die

¹⁷³ Sakai et al. 2014.

¹⁷⁴ Technologiestiftung Berlin 25.05.2021.

¹⁷⁵ Toth et al.; Sakai et al. 2014.

durch ein Überfliegen des Gebiets entstanden sind. Die Satellitenbilder haben dabei eine Auflösung von einem Meter pro Pixel und die Luftaufnahmen eine Auflösung von 15 Zentimeter pro Pixel. Auf Abbildung 12 und Abbildung 13 zeigt sich, dass PKW auf beiden Aufnahmen deutlich zu erkennen sind. Für Fahrräder und Fußgänger ist allerdings eine höhere Auflösung als 1 Meter pro Pixel notwendig.

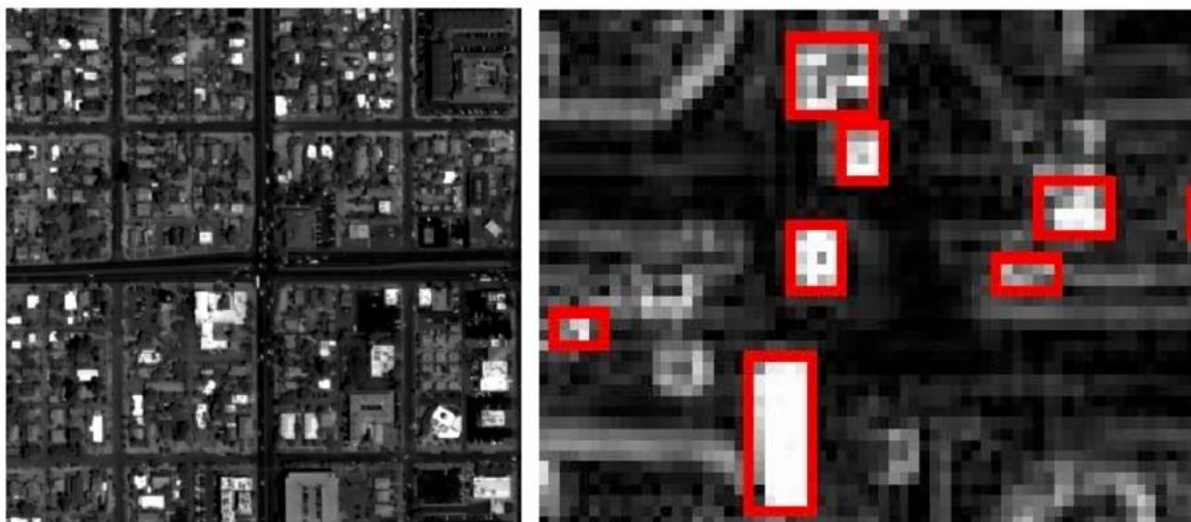


Abbildung 12: Verkehrszählung durch Bilderkennung bei einer Auflösung von 1m pro Pixel¹⁷⁶

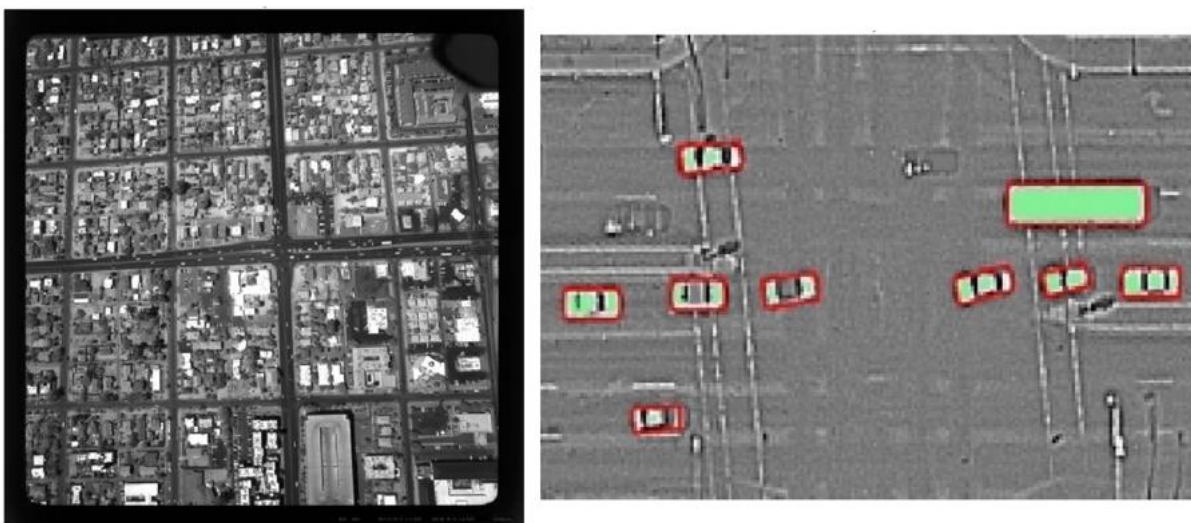


Abbildung 13: Verkehrszählung durch Bilderkennung bei einer Auflösung von 15cm pro Pixel¹⁷⁷

Seit diese Studie 2003 durchgeführt wurde, haben sich die Technologien stetig weiterentwickelt. Kommerziell werden bereits Satellitenbilder mit einer Auflösung von 25 Zentimeter pro Pixel verwendet, technisch machbar sind aber auch Auflösungen von bis zu

¹⁷⁶ Toth et al.

¹⁷⁷ Toth et al.

10 cm pro Pixel. Bei der Verwendung von heutigen Fernerkundungsdaten sind Verkehrszählungen also technisch möglich. Durch Weiterentwicklung der technischen Möglichkeiten, wie der Entwicklung von Kleinsatelliten, Optiken mit höheren Auflösungen sowie Fortschritten bei der Entwicklung von KI,¹⁷⁸ werden die Grundlagen, die für die Verwendung von Fernerkundungsdaten zur Mobilitätsplanung notwendig sind, stetig weiter verbessert und ausgebaut.

Durch die anschließende Kombination der analysierten Fernerkundungsdaten mit den Mobilfunkdaten wird die Schwierigkeit der Trennwirkung bei einer reinen Nutzung von Mobilfunkdaten eliminiert. Diese Problematik wurde sowohl durch die Experten angesprochen als auch als Optimierungspotential der Studie des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation genannt¹⁷⁹, die bereits in Kapitel 2.4.1 behandelt wurde.

6.2 Verhalten bei der Verkehrsmittelwahl

In den Experteninterviews hat sich herausgestellt, dass neben den technischen und prozessualen Aspekten, die das Konzept behandelt, besonders die Beeinflussung des Verhaltens der Bevölkerung einen großen Einfluss auf die Mobilitätswende hin zu einer nachhaltigen Mobilität hat.

Welches Verkehrsmittel durch eine reisende Person gewählt wird, hängt von einer Abschätzung zwischen individuellem Aufwand und Nutzen ab, um den gewünschten Zielort zu erreichen. Dabei wird durch den Reisenden eine objektive Kombination aus maximalem Nutzen und minimalem Aufwand angestrebt. Die vermeintliche Objektivität einer Entscheidung für ein Verkehrsmittel ist dabei aber durch subjektive Kriterien der Person beeinflusst. Dabei kommt es beim Mobilitätsverhalten zu Verzerrungen der objektiven Kriterien. Die Faktoren Kosten und Zeit werden bei der Verwendung eines PKWs im Vergleich zu ÖVs meist deutlich unterschätzt.¹⁸⁰ Diese verzerrte Wahrnehmung ist auch durch die Experten genannt worden und bildet eine Hürde beim Wechsel zu nachhaltigen Verkehrsmodi.

Die Wahl des Verkehrsmittels wird allerdings nicht allein durch objektive Faktoren wie Kosten oder Zeit, sondern auch durch die symbolische Bedeutung des Verkehrsmittels beeinflusst. Dieses Phänomen lässt sich besonders bei der PKW-Nutzung wiederfinden. Nach Hunecke (2006) lässt sich die Mobilität in vier symbolische Dimensionen unterteilen:

¹⁷⁸ Khorram et al. 2012, S. 126.

¹⁷⁹ Potenzialanalyse zur Mobilfunkdatennutzung in der Verkehrsplanung 2017, S. 47.

¹⁸⁰ Hunecke 2006, S. 31.

Autonomie, Status, Erlebnis und Privatheit. Diese werden in der folgenden Tabelle näher erläutert.

Tabelle 5: Symbolische Dimensionen der Mobilität¹⁸¹

| Symbolische Dimension | Erläuterung |
|------------------------------|---|
| Autonomie | Die Autonomie beschreibt das Gefühl von Freiheit, Flexibilität, Selbstbestimmung und Individualität eines Reisenden. Es wird durch die Einschätzung zur Erreichbarkeit von Zielen beschrieben, um an den dort stattfindenden Aktivitäten teilzunehmen. |
| Erlebnis | Die Erlebnisdimension beschreibt die Erlebnisqualität des Fortbewegens. Hier steht nicht das alleinige Erreichen eines Ziels im Vordergrund, sondern die Reise selbst soll ein positives Erlebnis darstellen. |
| Status | Der Status resultiert aus der gesellschaftlichen Anerkennung eines Verkehrsmittels. Soziale Anerkennung erfolgt heute besonders durch die Möglichkeit der Selbstbestimmung, also wann oder wie sich fortbewegt wird. Diese Selbstbestimmung wird lässt sich durch einen PKW besonders darstellen und nach außen tragen. |
| Privatheit | Die Privatheit ist das Bedürfnis nach einer Privatsphäre während der Reise. Die Wahl des Verkehrsmittels wird durch den Wunsch beeinflusst, selbst über die sozialen Kontakte während der Reise zu bestimmen, und hat dabei großen Einfluss auf das Wohlbefinden. Hier unterscheiden sich besonders der ÖV und die MIV. Gerade bei einer hohen Dichte an Reisenden bietet der MIV einen privaten Raum, der im ÖV nicht gegeben ist. |

Die Einteilung in die vier Dimensionen kann nun dabei helfen, Interventionsmaßnahmen abzuleiten, um eine Verhaltensänderung in der Mobilität zu erreichen. Die Verkehrsmittelnutzung hängt einerseits vom Vorhandensein der Verkehrsmittel, den siedlungsstrukturellen Merkmalen sowie alltagsorganisatorischen Zwängen und andererseits von der subjektiven Wahrnehmung von Handlungsmöglichkeiten ab. Wenn die physischen Gegebenheiten zur Nutzung nachhaltiger Verkehrsmittel geschaffen wurden,

¹⁸¹ Hunecke 2006, S. 32–33.

kann die Wahrnehmung eines Reisenden durch Informationsmaßnahmen zu deren Nutzung gelenkt werden.¹⁸²

Neben der reinen Information über andere Verkehrsmittel sollte zusätzlich eine Stärkung der Präferenz für diese angestrebt werden. Ein Weg, um dieses Ziel zu erreichen, ist die symbolisch-emotionale Kommunikation, die auf die Beeinflussung in den vier symbolischen Dimensionen abzielt. Eine Branche, die diese Art der Kommunikation bereits sehr ausgeprägt durchführt, ist die Automobilindustrie. Durch ein Marketing, das auf die Autonomie, das Erlebnis, den Status und die Privatheit des PKW setzt, wird er auf den vier Dimensionen durch einen Großteil der Bevölkerung positiv bewertet.¹⁸³

Der ÖV sollte also genau auf dieser symbolisch-emotionalen Ebene ansetzen, um dem MIV durch ein entsprechendes Marketing etwas entgegenzusetzen können. Eine Möglichkeit, die Bevölkerung zur Nutzung des ÖVs zu bewegen, besteht darin, die Kombination aus dem ökologischen und ökonomischen Nutzen deutlich zu machen. In Deutschland ist das Konzept einer sozial- und umweltverträglichen Mobilität bereits eine allgemein akzeptierte Norm.¹⁸⁴ Dass allerdings ein Marketing auf moralischer Ebene nur einen kleinen Teil der Bevölkerung erreicht, bestätigte sich auch in den Experteninterviews.¹⁸⁵ Außerdem muss diese Bevölkerungsgruppe in der Regel nicht mehr durch Informationen erreicht werden, da sie durch ihre hohen normativen Ansprüche bereits selbstständig eine nachhaltige Mobilität anstrebt. Damit auch andere Teile der Bevölkerung zu einer nachhaltigen Mobilität bewegt werden, muss also auch der individuelle Nutzen bei der Verwendung deutlich gemacht werden und der Verhaltens- und Kostenaufwand darf für den Reisenden nicht zu hoch ausfallen. In Bremen wird dieser Ansatz durch die Außenwerbung für Carsharing bereits umgesetzt. Durch den Comic „Udo chillt lieber“, siehe Kapitel 5.1 Abbildung 11, werden nicht die ökologischen Vorteile des Car-Sharing angesprochen, sondern es wird auf die individuellen Vorteile für den Nutzer gesetzt, wie die fehlende Parkplatzsuche durch dedizierte Parkplätze.

Damit hierbei ein großer Querschnitt der Bevölkerung angesprochen wird, können zielgruppenorientierte Ansätze helfen. Zur Definition der Zielgruppen eignet sich die bereits angesprochene Einteilung in Mobilitätsstile. Bereits 2006 hat Hunecke erkannt, dass die Einteilung in Mobilitätsstile einen vielseitigen Ansatzpunkt für Interventionsmaßnahmen bietet. Als Herausforderung nannte er dabei den Aufwand der Datenerhebung zur Einteilung in Mobilitätsstile.¹⁸⁶ Genau an diesem Punkt kann das Konzept durch die

¹⁸² Hunecke 2006, S. 33–34.

¹⁸³ Hunecke 2006, S. 34.

¹⁸⁴ Hunecke 2006, S. 34.

¹⁸⁵ Michael Glotz-Richter 20.01.2022.

¹⁸⁶ Hunecke 2006, S. 36.

Verwendung von Fernerkundungsdaten und Wegdaten aus Mobilfunkdaten ansetzen, um den Aufwand zu schmälern. Die Herausforderung liegt also nicht mehr in der Erhebung der Daten, sondern in der Datenverarbeitung und -interpretation.

6.3 KPIs für das Monitoring

Ein weiterer Punkt, der sich in den Experteninterviews herausgestellt hat, ist, dass das Monitoring zwar in Teilen und bei Bedarf durchgeführt wird, dabei aber nicht einer regelmäßigen Struktur folgt. Zur strukturierteren Nachhaltung von durchgeführten Maßnahmen kann die verbesserte Datengrundlage verwendet werden, um aus ihr KPIs zu bilden, die im Nachgang überwacht werden. Die vorhandenen Daten müssen zur Überwachung einer Maßnahme zu aussagekräftigen KPIs verknüpft werden. Dazu sollten auf für die individuelle Maßnahme relevante KPIs gebildet werden, damit durch Evaluierungsmethoden und Prognosemodelle Risiken frühzeitig und präzise identifiziert und ihnen entgegengesteuert werden kann.¹⁸⁷ Außerdem können so erfolgreiche Maßnahmen besser erkannt und für zukünftige Planung reproduziert werden.

Wie beim SUMP sollte das Monitoring bereits in der Planung der Maßnahme beachtet werden, um die Grundlage für ein strukturiertes Monitoring zu schaffen.¹⁸⁸ Da für das Monitoring ebenfalls die Fernerkundungsdaten sowie die Wegdaten verwendet werden können, ist auch die Voraussetzung aus den Experteninterviews erfüllt, dass die Daten mit einem vertretbaren Aufwand erhoben werden können und gleichzeitig eine hohe Aussagekraft haben. Da die Daten ebenfalls als Grundlage für die Planung von Maßnahmen dienen, haben sie somit einen doppelten Nutzen und es entsteht für die Erhebung der Daten für das Monitoring kein zusätzlicher Aufwand.



Abbildung 14: Monitoring-Plattform San Sebastian¹⁸⁹

¹⁸⁷ Randow et al. 2017.

¹⁸⁸ Rupprecht et al. 2019, S. 153.

¹⁸⁹ Rupprecht et al. 2019, S. 155.

Um die Daten für das Monitoring darstellen zu können und interpretierbar zu machen, ist eine visuelle Darstellung sinnvoll. Ein Beispiel für die Darstellung der erhobenen Daten für das Monitoring ist die Monitoring-Plattform für Mobilität der Gemeinde San Sebastian in Spanien. Das Tool wird durch bereits vorhandene Datenerfassungssysteme gespeist und bietet sehr genaue und zuverlässige Vorhersagen. Durch die einfache Darstellung mittels der Bewertung der Daten durch Ampelfarben ist eine schnelle Interpretation möglich und es ist kein besonderes Fachwissen notwendig. Dadurch kann ein solche Plattform nicht nur für die Mobilitätsplanung der Stadt ein wichtiges Tool sein, sondern auch in der Kommunikation mit der Politik oder der Bevölkerung helfen, um die Erfüllung der anfangs gebildeten Ziele darstellen zu können.¹⁹⁰

¹⁹⁰ Rupprecht et al. 2019, S. 155.

6.4 Darstellung des überarbeiteten Konzepts

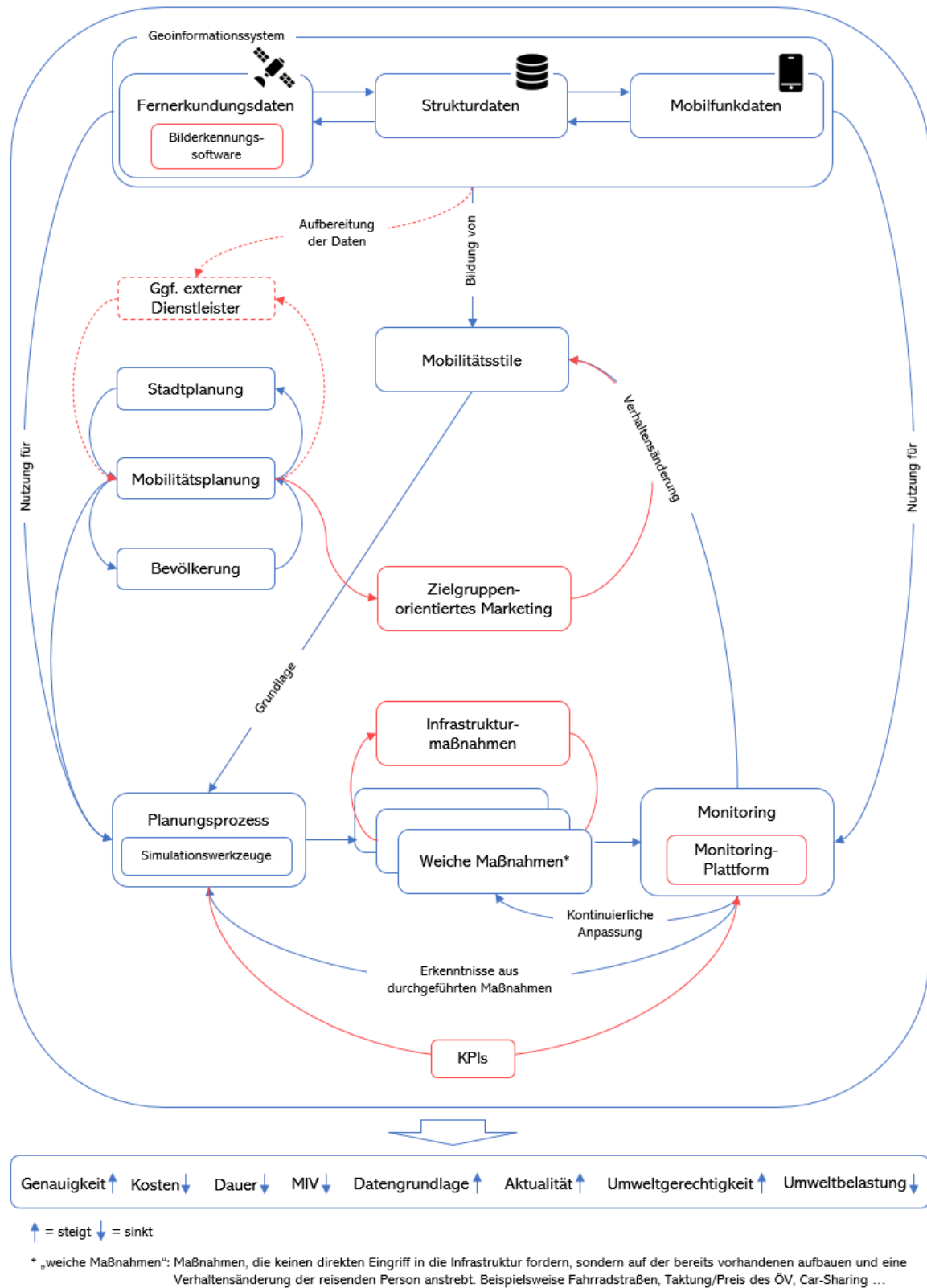


Abbildung 15: Einbindung neuer Erkenntnisse in das Konzept¹⁹¹

¹⁹¹ Eigene Darstellung

Abbildung 15 zeigt schematisch die Einbindung der neu gewonnenen Erkenntnisse in das in Kapitel 3 erstellte Konzept. Die neu hinzugefügten Aspekte und Beziehungen sind dabei rot dargestellt. Durch die Überarbeitung werden die in den Experteninterviews identifizierten Lücken geschlossen.

Fraglich ist allerdings die Implementierung eines innovativen Ansatzes in den Verwaltungsstrukturen der städtischen Mobilitätsplanung. Da diese nicht in jeder Stadt einheitlich gestaltet sind, müssen gegebenenfalls Anpassungen an die tatsächlichen Gegebenheiten in Bezug auf die prozessualen Veränderungen und den technischen Stand getätigt werden. Die Kompetenz für den Umgang mit den erhobenen Daten muss erst geschaffen werden. Die notwendige Rechtssicherheit der Verwaltung bezüglich neuer Maßnahmen steht ebenfalls in Konflikt mit noch nicht erprobten Methoden.

Da allerdings die technischen Möglichkeiten zur Verwendung des Konzepts gegeben sind, kann die Vorgehensweise durch Pilotprojekte erprobt werden. Werden hierbei positive Ergebnisse erzielt, ist eine weitreichende Nutzung denkbar. Eine Möglichkeit für die Verwendung in Pilotprojekten liegt in der bereits angesprochenen Aufbereitung der Daten durch einen externen Dienstleister. So können die Risiken, die in der Entwicklung der Bilderkennungssoftware, dem Zusammenbringen mit Struktur- und Mobilfunkdaten und der Aufbereitung der Daten liegen, ausgelagert werden. Die höheren Kosten und die Abhängigkeit können in der Testphase vernachlässigt werden.

6.5 Eingliederung des Konzepts in eine klimaresiliente Stadtentwicklung

Die Mobilitätsplanung und die Stadtentwicklung sind eng miteinander verzahnt. Eine integrierte Planung von Raumstrukturen und Mobilität sind notwendig, um die Umweltbelastungen einer Stadt zu verringern und dem Klimawandel entgegenzusteuern. Die Verkehrsfläche in deutschen Städten nimmt einen großen Teil der Fläche einer Stadt in Anspruch. Spitzenreiter unter den deutschen Großstädten ist München mit einem Anteil von 17 Prozent.¹⁹² Der Anteil an öffentlich genutzten Fahrzeugen, wie Busse, Taxen oder Sharing-PKW ist dabei minimal, wie in Abbildung 16 zu sehen ist. Verkehrsflächen sind zum größten Anteil versiegelt und haben daher einen negativen Einfluss auf die Klimaresilienz einer Stadt. Durch eine Veränderung im Mobilitätsverhalten können besonders die Standflächen, die für PKW vorgehalten werden, verringert und einer anderen Nutzung zugeführt werden. Das bietet die Möglichkeit, dem hohen Versiegelungsgrad im

¹⁹² Geisser 2017.

innerstädtischen Bereich entgegenzuwirken und auf den gewonnen Flächen Maßnahmen für eine klimaresiliente Stadt umzusetzen.

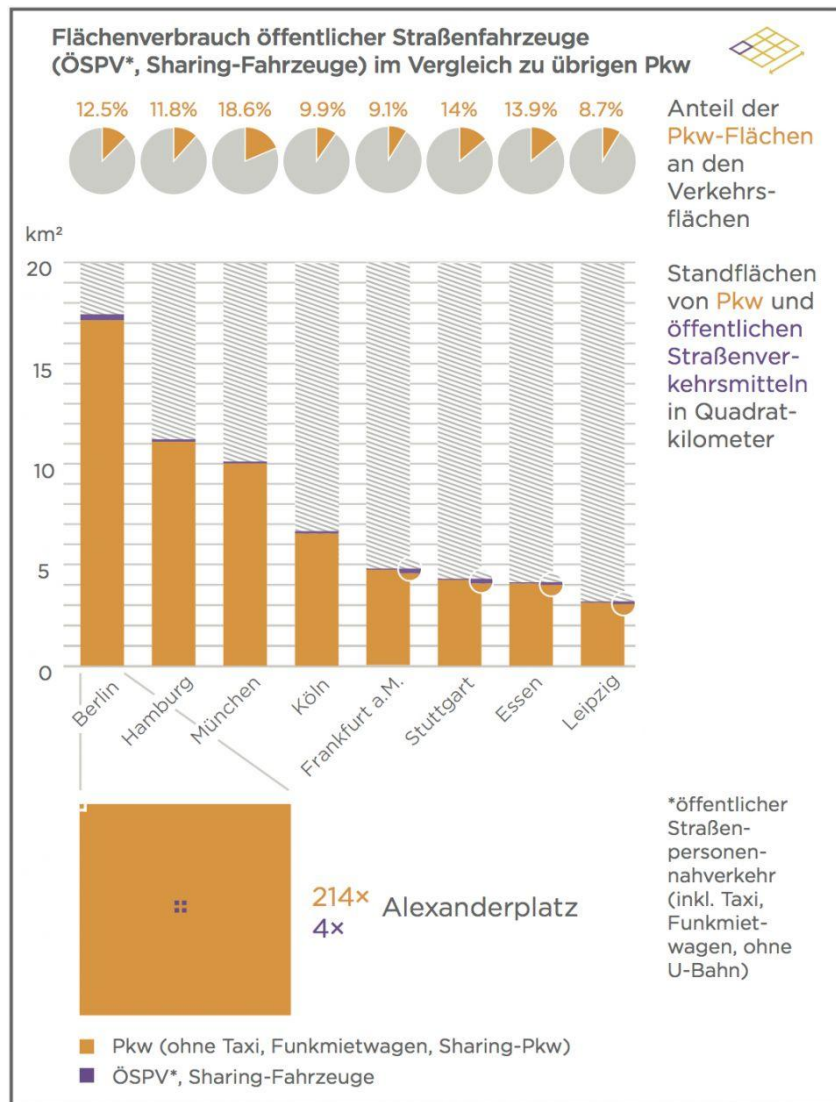


Abbildung 16: Flächenverbrauch öffentlicher Straßenfahrzeuge im Vergleich zu übrigen PKW

Neben den positiven Auswirkungen auf die Umweltbelastungen steigt durch ein verändertes Mobilitätsverhalten im innerstädtischen Bereich auch die Lebensqualität und die Chancengleichheit durch eine höhere Umweltgerechtigkeit. Die Reduzierung des MIV bietet die Möglichkeit der Schaffung von multifunktionalen Flächen, um so ein urbanes Zusammenleben und kurze Wege zu ermöglichen.

Die Stadtplanung steht, wie die Mobilitätsplanung, an dem Punkt, dass es zwar viele Erkenntnisse oder Modell- und Forschungsprojekte zu möglichen Klimaanpassungen des Fachgebiets gibt, diese allerdings nicht den Weg in die kommunale Planung

schaffen.¹⁹³ Hier bietet das Konzept die Möglichkeit, die Kompetenzen beider Fachbereiche zu bündeln und interdisziplinär zusammenzuarbeiten. Durch den Erfahrungsaustausch und die Zusammenarbeit können Maßnahmen gezielter geplant werden, sodass eine Kopplung erreicht wird.

Beispiel für eine Maßnahme, die durch die gewonnene Fläche profitieren würde, sind unterirdisch verrohrte Bäche, die so wieder oberflächlich in das Stadtbild integriert werden können. Ein solches Vorhaben wird unter dem Namen „Bäche ans Licht“ in Wiesbaden aktuell umgesetzt, wie in Abbildung 17 zu sehen.¹⁹⁴



Abbildung 17: "Bäche ans Licht", Vorhaben für eine klimaangepasste Stadt in Wiesbaden¹⁹⁵

Ein solches Vorhaben bietet eine Entlastung der Klärwerke, da anfallendes Regenwasser nicht in die Mischkanalisation abfließt. Außerdem kann besonders in Innenstädten dadurch eine Verbesserung des Mikroklimas geschaffen werden, da die Verdunstung des Wassers an heißen Tagen die direkte Umgebungstemperatur senkt. Werden solche Maßnahmen von einer Begrünung des Umfeldes begleitet, kann der Versiegelungsgrad reduziert werden. Da die geschaffene Fläche zusätzlich zur Erholung dienen kann, steigt auch die Lebensqualität der Nachbarschaft.¹⁹⁶ Dieses Beispiel ist nur eine von einer Vielzahl an möglichen Maßnahmen, die durch den Flächengewinn profitieren können.

¹⁹³ Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung 2017, S. 7.

¹⁹⁴ Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung 2017, S. 19.

¹⁹⁵ Landeshauptstadt Wiesbaden - Umweltamt 2017 2017.

¹⁹⁶ Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung 2017, S. 19.

7. Schlussbetrachtung

7.1 Fazit

Durch die Mobilitätswende weg von klassischen Verkehrsmitteln mit Verbrenner-Motoren hin zu nachhaltigen Fortbewegungsmöglichkeiten wie Elektromobilität ist auch ein Wandel in der Mobilitätsplanung notwendig. Innerhalb der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, wie Fernerkundungsdaten und eine veränderte Herangehensweise an den Planungsprozess diesen Wandel unterstützen können. Dafür wurden zunächst die Herausforderungen der aktuellen Mobilitätsplanung herausgearbeitet und Ansätze untersucht, die bereits den Fokus auf eine nachhaltige Mobilität legen.

Eine große Herausforderung für die Mobilitätsplanung ist die Erhebung der Datengrundlage für die Planung zukünftiger Maßnahmen. Die Datengrundlage bilden unter anderem Wege und verwendete Verkehrsmittel der Reisenden. Die Erhebung erfolgt in der Regel manuell durch Zählungen und Haushaltbefragungen oder punktuell automatisch durch Induktionsschleifen in der Fahrbahn. Eine flächendeckende Automatisierung der Datenerhebung ist nicht gegeben. Die Grundlagenermittlung für neue Maßnahmen ist daher mit einem hohen zeitlichen und personellen Aufwand verbunden oder wird auf der Basis veralteter Daten durchgeführt, wodurch eine hohe Ungenauigkeit entsteht.

Eine weitere Herausforderung liegt im Monitoring. Hier liegt keine definierte Struktur vor, anhand derer Maßnahmen bewertet und aus ihnen Schlussfolgerungen für zukünftige Ansätze geschlossen werden. Außerdem stellt auch hier der Aufwand der Datenerhebung ein Problem dar. Durch den hohen Aufwand und den vermeintlich geringen Nutzen wird nicht das volle Potential geschöpft, welches sich aus der Nachhaltigkeit durchgeführter Maßnahmen ergibt.

Durch einen Wechsel zu einer nachhaltigen Mobilität ist auch ein Wechsel des Fokus weg von einer Infrastrukturbetrachtung hin zu einer Planung, welche die Reisenden ins Zentrum setzt, notwendig. Dies bedarf nicht nur eines veränderten Planungsprozesses in der Mobilitätsplanung, sondern setzt auch eine Verhaltensänderung der Bevölkerung in Hinsicht auf ihr Mobilitätsverhalten voraus. Dadurch entsteht ein Konfliktpotential, das es mit gezielten Anreizen und Informationen zu entschärfen gilt, um alternative Mobilitätswege attraktiver zu gestalten.

Das hier erarbeitete Konzept setzt an diesen Herausforderungen an. Es zielt auf die Verwendung von Fernerkundungsdaten und Mobilfunkdaten für eine verbesserte Planung, ein konsistenteres Monitoring und auf die Implementierung weicher Maßnahmen, also Maßnahmen, die nicht auf einen direkten Eingriff in die Infrastruktur zielen. Durch sie können Impulse für eine Veränderung im Mobilitätsverhalten der Bevölkerung gesetzt

werden. Durch die Verbindung von Fernerkundungsdaten und Mobilfunkdaten können die Art und Weise der Bewegungen der Reisenden, im Gegensatz zu heutigen Erhebungsmethoden, schnell und zuverlässig erhoben werden. Außerdem wird das Monitoring, das heute analog durchgeführt und häufig nicht die Regel ist, durch diesen Ansatz zum Standard und hilft bei einer strukturierten Nachhaltung.

Zur Validierung, Evaluierung und Weiterentwicklung des Konzepts wurde dieses mit mehreren Experten, sowohl mit planerischem als auch technischem Hintergrund, diskutiert. Anschließend wurde es durch die Informationen aus den Experteninterviews angepasst und erweitert. Es teilt sich in drei Bereiche: eine Verbesserung der Datengrundlage für die Planung neuer Maßnahmen, einen Planungsprozess, der den Reisenden ins Zentrum stellt, und in ein konsistenteres Monitoring zur Nachhaltung durchgeführter Maßnahmen.

Die Verbesserung der Datengrundlage wird durch die Verwendung von Fernerkundungsdaten und Wegeinformationen aus Mobilfunkdaten gewährleistet. Aktuell gibt es bereits Ansätze, digitale und automatisierte Daten, wie sie beispielsweise Induktionsschleifen in der Fahrbahn liefern, für die Mobilitätsplanung zu verwenden. Diese sind allerdings mit einem hohen Installations- und Wartungsaufwand verbunden und die erhobenen Daten geben nur eine punktuelle Betrachtung des Verkehrs wieder. Fernerkundungsdaten bieten dagegen eine Gesamtübersicht über ein beobachtetes Gebiet und die Wartung entfällt. Durch den technischen Fortschritt sind inzwischen auch hohe Frequenzen bei der Erhebung der Fernerkundungsdaten möglich, sodass Veränderungen in kurzer Zeit erkennbar sind und die Datengrundlage aktuell gehalten werden kann.

Die Verwendung von Mobilfunkdaten zur Erhebung des Wegeverhaltens einer reisenden Person werden bereits in Modellversuchen verwendet. Dabei hat sich in der Praxis herausgestellt, dass sich durch sie zwar die Wege der Bevölkerung nachvollziehen lassen, allerdings nur schwer, mit welchem Verkehrsmittel sie sich fortbewegen. Besonders im innerstädtischen Bereich sind die Geschwindigkeitsprofile der verschiedenen Verkehrsmodi meist sehr ähnlich. Werden aber die Wegdaten und die Fernerkundungsdaten übereinandergelegt, können so Rückschlüsse auf den Verkehrsmodus gezogen werden.

Zur Verwertung der Fernerkundungsdaten bietet sich eine KI-basierte Bilderkennung an. Bilderkennungssoftware für die Verkehrsüberwachung zu verwenden, wurde bereits in dem Projekt „Open Traffic Count“ der HTW Berlin erfolgreich getestet. Hier wurden allerdings Bilddaten verwendet, die durch festinstallierte Kameras im Verkehrsraum erhoben wurden. Die Verwendung von Bilderkennung bei Fernerkundungsdaten zur Verkehrszählung wurde ebenfalls in einer 2003 durchgeführten Studie in Columbus Ohio, USA und in einer 2014 durchgeführten Studie in Auckland, Neuseeland untersucht. Sie sind jeweils zu dem

Ergebnis gekommen, dass eine Verkehrszählung durch Bilderkennung bei Fernerkundungsdaten möglich ist, beschränkten sich allerdings auf den KFZ-Verkehr.

Die Veränderungen im Planungsprozess beziehen sich insbesondere auf die Durchführung von weichen Maßnahmen. Die Planung sollte dabei nicht von Mängeln oder Problemstellen in der Infrastruktur ausgehen, sondern einem vorher definierten Sollzustand folgen. Da der Wandel zu einer nachhaltigen Mobilität eine Veränderung im Mobilitätsverhalten der Bevölkerung voraussetzt, sollten weiche Ansätze angestrebt werden, die eine solche Verhaltensänderungen fördern. Sie bieten den Vorteil, dass sie im Gegensatz zu Infrastrukturmaßnahmen deutlich geringere Kosten haben, schneller umsetzbar sind und kontinuierlich angepasst werden können. Daher bildet auch die Umsetzung innovativerer Maßnahmen ein geringeres Risiko, da unerwartete Ereignisse schneller erkannt und auf diese reagiert werden kann. Hier muss insbesondere auch das Zusammenspiel verschiedener Maßnahmen mit in die Planung einbezogen werden, da sie sich gegenseitig stark beeinflussen können und daher der Erfolg einer Maßnahme von einer anderen abhängen kann.

Die Veränderung im Mobilitätsverhalten zielt besonders auf den Rückgang des motorisierten Individualverkehrs im innerstädtischen Bereich ab. Da Beschränkungen bei der Verwendung des PKW ein oft emotional getriebenes Thema sind, besteht hier ein hohes Konfliktpotential. Um dennoch einen Wandel voranzutreiben, muss die Bevölkerung auf einer symbolisch-emotionalen Ebene erreicht werden. Hierfür ist ein Marketing notwendig, das den individuellen Nutzen nachhaltiger Mobilität für eine Person anspricht. Neben dem ökologischen Nutzen für die Gesellschaft muss auch der eigene ökonomische Vorteil für das Individuum deutlich werden. Zur Erreichung eines möglichst großen Teils der Bevölkerung ist ein zielgruppenorientiertes Marketing von Vorteil. Hierfür bieten sich die durch die Verwendung von Fernerkundungs- und Mobilfunkdaten abgeleiteten Mobilitätsstile an. Das Mobilitätsverhalten dieser Personengruppen wird durch ähnliche Voraussetzungen und Werte geprägt und eignet sich daher für eine zielgerichtete Öffentlichkeitsarbeit.

Zur Verfolgung der Entwicklung einer durchgeführten Maßnahme kann dieselbe Datengrundlage dienen, die bereits für die Planung erhoben wird. Aufgrund der stetigen Aktualisierung der Fernerkundungs- sowie Mobilfunkdaten können positive wie auch negative Veränderung schnell und ressourceneffizient erkannt werden und es sind keine zusätzlichen kostenintensiven Datenerhebungen notwendig. Zur Evaluierung ist die Definition von KPIs notwendig, die bereits bei der Planung einer Maßnahme erfolgen sollte. Um eine schnelle Interpretation der KPIs, auch für fachfremde Personen, sicherzustellen, müssen die erhobenen Daten entsprechend ausgewertet und visuell aufbereitet werden.

Dadurch können sie auch als Argumentationsgrundlage gegenüber Politik oder der Bevölkerung dienen.

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass das in dieser Arbeit dargelegte Konzept die Herausforderungen, der die Mobilitätsplanung gegenübersteht, aufgreift. Gleichzeitig bietet es einen ressourcen- und zeiteffizienten Ansatz, die Mobilitätsplanung den heutigen Anforderungen anzupassen. Neben den direkten Auswirkungen auf einen Rückgang der Umweltbelastungen, die ein verändertes Mobilitätsverhalten zur Folge hat, gibt es noch weitere Vorteile. Die bisher überwiegend für den KFZ-Verkehr bestimmten Infrastrukturf lächen können durch den Rückgang des MIV gerechter verteilt werden. Die zurückgewonnenen Flächen können beispielsweise für Maßnahmen verwendet werden, die eine klimaresiliente Stadtentwicklung unterstützen und damit zusätzlich auch die Lebensqualität der Stadt erhöhen.

Kritisch zu betrachten ist die Implementierung eines innovativen Ansatzes in den Verwaltungsstrukturen der Mobilitätsplanung. Da sich diese Strukturen je nach Stadt unterscheiden, ist keine einheitliche Anwendung möglich. Für die Testphase ist es daher von Vorteil, die technische Seite durch einen externen Dienstleister anbieten zu lassen.

7.2 Ausblick

Zur weiteren Untersuchung des Ansatzes ist nun die Entwicklung des in dem Konzept beschriebenen Systems, das durch Bilderkennung und Zusammenbringen der verschiedenen Daten belastbare Informationen zur Verkehrsentwicklung und zum Mobilitätsverhalten bietet, notwendig. Dieses System kann darauffolgend in Pilotprojekten eingesetzt und die Nutzung in Verbindung mit den prozessualen Änderungen des Konzepts erprobt werden.

Prognostisch kann gesagt werden, dass Herausforderungen, denen der Ansatz aktuell gegenübersteht, in Zukunft deutlich geringer ausfallen. Durch schnellere Rechenleistungen von Computern und die Weiterentwicklung künstlicher Intelligenz werden die nötigen Voraussetzungen weiter vorangetrieben. Auch die ständigen Weiterentwicklungen der Sensor- und Satellitentechnik zur Erhebung von Fernerkundungsdaten bieten die Perspektive einer immer genaueren Erhebung und Verwertung dieser Daten. Somit bietet diese Vorgehensweise die Möglichkeit einer ineinandergreifenden und zukunftsorientierten Stadt- und Mobilitätsplanung.

Literaturverzeichnis

ADFC (2021): ADFC Fahrradklima-Test 2020. Städteranking. Online verfügbar unter <https://fahradklima-test.adfc.de/ergebnisse>, zuletzt geprüft am 19.01.2022.

Allwinkle, Sam; Cruickshank, Peter (2011): Creating Smart-er Cities: An Overview. In: *Journal of Urban Technology* 18 (2), S. 1–16. DOI: 10.1080/10630732.2011.601103.

Becker, Udo (2016): Grundwissen Verkehrsökologie. Grundlagen, Handlungsfelder und Maßnahmen für die Verkehrswende. Berlin: Oekom Verlag. Online verfügbar unter <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=6388950>.

Beckmann, Klaus J.; Hesse, Markus; Holz-Rau, Christian; Hunecke, Marcel (Hg.) (2006): StadtLeben — Wohnen, Mobilität und Lebensstil. Neue Perspektiven für Raum und Verkehrsentwicklung. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften (SpringerLink Bücher). Online verfügbar unter https://www.d-copernicus.de/fileadmin/user_upload/Bekanntmachung_Kommunale_Anwendungen_Dez2020.pdf.

Benjamin Klein (18.01.2022): Experteninterview zum Thema innerstädtische Mobilitätsplanung. Online. Cisco Webex.

Buber, Renate; Holzmüller, Hartmut H. (2009): Qualitative Marktforschung. Konzepte - Methoden - Analysen. 2., überarbeitete Auflage. Wiesbaden: Gabler Verlag / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden (Lehrbuch). Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-8349-9441-7>.

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2017): Klimaresilienter Stadtumbau. Bilanz und Transfer von StadtKlimaExWoSt. Unter Mitarbeit von Gisela Beckmann, Fabian Dosch und Gina Siegel. 1. Auflage. Bonn: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR).

Daniel Moser V.i.S.d.P.; Greenpeace e.V. (2017): Städteranking zur nachhaltigen Mobilität | Greenpeace. Unter Mitarbeit von Johannes Bouchain, Stephan Große, Astrid Großmann, Farina Runge und Christian Heinrich. Hg. v. Daniel Moser V.i.S.d.P. Greenpeace e.V. Hamburg.

Deutscher Wetterdienst (26.08.2021): Studie der Strategischen Behördenbilanz "Anpassungen an den Klimawandel". Offenbach / Bonn. Online verfügbar unter https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2021/20210826_pm_beh%C3%B6rdenallianz_news.html, zuletzt geprüft am 12.01.2022.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2012): Hinweise zur Evaluation von verkehrsbezogenen Maßnahmen. Ausg. 2012. Köln (FGSV W1 - Wissensdokumente, FGSV 157).

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2013): Hinweise zur Verkehrsentwicklungsplanung. Ausg. 2013. Köln: FGSV-Verl. (FGSV W1 - Wissensdokumente, 162).

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2018): Empfehlungen für Verkehrsplanungsprozesse. EVP. Ausgabe 2018. Köln (FGSV R2 - Regelwerke, FGSV 116).

Garz, Detlef; Kraimer, Klaus (Hg.) (1991): Qualitativ-empirische Sozialforschung. Konzepte, Methoden, Analysen. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften; Imprint.

- Geisser, P. (2017): Grau, Grün und Blau - die Bodennutzung in München. Unter Mitarbeit von Peter Geisser und Sarah Lenk. Statistisches Amt München. München.
- Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (Hg.) (2021): Naturgefahrenreport 2021. Berlin.
- Gläser, Jochen; Laudel, Grit (2012): Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen. Wiesbaden: VS, Verl. für Sozialwiss (Lehrbuch).
- Häder, Michael (2010): 2 // Empirische Sozialforschung: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Hetz, Karen; Dunst, Lea; Walz, Ariane (2018): Klimaresiliente Stadtentwicklung: Starkregenereignisse in deutschen Groß- und Mittelstädten. adelphi. Berlin.
- Hopf, Christel (1978): Die Pseudo-Exploration – Überlegungen zur Technik qualitativer Interviews in der Sozialforschung / Pseudo-exploration – Thoughts on the techniques of qualitative interviews in social research. In: *Zeitschrift für Soziologie* 7 (2). DOI: 10.1515/zfsoz-1978-0201.
- Hunecke, Marcel (2006): Zwischen Wollen und Müssen. Ansatzpunkte zur Veränderung der Verkehrsmittelnutzung. In: *TATuP* 15 (3), S. 31–37. DOI: 10.14512/tatup.15.3.31.
- INRIX (07.12.2021): INRIX Traffic Scorecard: Innenstadtverkehr nimmt zu und erreicht Vorkrisenniveau. München bleibt die staureichste Stadt (79 Stunden), gefolgt von Berlin (65 Stunden), Hamburg (47 Stunden) und Potsdam (46 Stunden). Kirkland. Philipp Hanke, phanke@webershandwick.com. Online verfügbar unter <https://inrix.com/press-releases/2021-traffic-scorecard-de/>, zuletzt geprüft am 24.02.2022.
- Kaiser, Arvid (2022): "Der Zwang zum Auto ist krass in uns verankert". Hg. v. Der Spiegel. Online verfügbar unter <https://www.spiegel.de/auto/katja-diehl-zur-verkehrswende-der-zwang-zum-auto-ist-krass-in-uns-verankert-a-c01fb66c-3333-460a-a943-9da1858c9263>, zuletzt aktualisiert am 06.02.2022, zuletzt geprüft am 20.02.2022.
- Karsten Lentner (15.01.2022): Experteninterview zum Thema innerstädtische Mobilitätsplanung. Köln.
- Khorram, Siamak; Nelson, Stacy A.C.; Koch, Frank H.; van der Wiele, Cynthia F. (Hg.) (2012): Remote Sensing. Boston, MA: Springer US.
- Kühl, Stefan (Hg.) (2009): Handbuch Methoden der Organisationsforschung. Quantitative und qualitative Methoden. 1. Aufl. Wiesbaden: Verl. für Sozialwiss. / GWV Fachverl. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-91570-8>.
- Kühnapfel, Jörg B. (2021): Scoring und Nutzwertanalysen. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Landeshauptstadt Wiesbaden - Umweltamt 2017 (Hg.) (2017): Geschäftsbericht 2016. Das Wiesbadener Umweltamt, Zahlen im Überblick. Umweltamt, Wiesbaden. Wiesbaden.
- Markus Schneider (21.01.2022): Experteninterview zum Thema innerstädtische Mobilitätsplanung. Online. Cisco Webex.
- Meffert, Heribert; Bruhn, Manfred; Hadwich, Karsten (2018): Dienstleistungsmarketing. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Meuser, Michael; Nagel, Ulrike (1991): ExpertInneninterviews -vielfach erprobt, wenig bedacht // Qualitativ-empirische Sozialforschung. Konzepte, Methoden, Analysen. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften; Imprint.

Michael Glotz-Richter (20.01.2022): Experteninterview zum Thema innerstädtische Mobilitätsplanung. Online. Cisco Webex.

Papathanasiou, Jason; Tsaples, Georgios; Blouchoutzi, Anastasia (Hg.) (2021): Urban Sustainability. Cham: Springer International Publishing.

Potenzialanalyse zur Mobilfunkdatennutzung in der Verkehrsplanung (2017). Online verfügbar unter <https://www.transforming-cities.de/wp-content/uploads/2017/02/telefonica-studie.pdf>.

Randow, Naya von; Ramm, Arne; Behr, Carl-Magnus von (2017): Präventive Absicherung von Mobilitätsdienstleistungen mit intelligenten Datenanalyseverfahren. Unter Mitarbeit von Technische Universität Berlin: Technische Universität Berlin.

Raumfahrtmanagement des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) (Hg.) (2020): Bekanntmachung. Förderung von Vorhaben im Bereich „Entwicklung und Implementierungsvorbereitung von Copernicus Diensten für den öffentlichen Bedarf zum Thema Klimaanpassungsstrategien für kommunale Anwendungen in Deutschland“. Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR). Bonn, zuletzt geprüft am 15.12.2021.

Rid, Wolfgang; Parzinger, Gerhard; Grausam, Michael; Müller, Ulrich; Herdtle, Carolin (Hg.) (2018): Carsharing in Deutschland. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Rupprecht, Siegfried; Brand, Lasse; Böhler-Baedeker, Susanne; Brunner, Lisa Marie (2019): Guidelines for Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan. second edition. Hg. v. Rupprecht Consult.

Sakai, Kengo; Seo, Toru; Fuse, Takashi (2014): Traffic density estimation method from small satellite imagery: Towards frequent remote sensing of car traffic. In: Roland Meynart, Steven P. Neeck und Haruhisa Shimoda (Hg.): Sensors, Systems, and Next-Generation Satellites XVIII. SPIE Remote Sensing. Amsterdam, Netherlands, Monday 22 September 2014: SPIE (SPIE Proceedings), S. 1776–1781.

Semanjski, Ivana; Bellens, Rik; Gautama, Sidharta; Witlox, Frank (2016): Integrating Big Data into a Sustainable Mobility Policy 2.0 Planning Support System. In: *Sustainability* 8 (11), S. 1142. DOI: 10.3390/su8111142.

tagesschau.de (Hg.) (2021): Mehr als 29 Milliarden Euro Schaden. Flutkatastrophe vom Juli. ARD-aktuell. Online verfügbar unter <https://www.tagesschau.de/inland/flutkatastrophe-107.html#:~:text=Flutkatastrophe%20vom%20Juli%3A%20Mehr%20als,Milliarden%20Euro%20Schaden%20%7C%20tagesschau.de>, zuletzt aktualisiert am 07.11.2021, zuletzt geprüft am 24.02.2022.

Technologiestiftung Berlin (25.05.2021): Auf KI basierende Bilderkennung erfolgreich getestet. BMVI fördert den Einsatz von Künstlicher Intelligenz bei Verkehrszählungen. Berlin. Frauke Nippel. Online verfügbar unter <https://idw-online.de/de/news769390>, zuletzt geprüft am 06.02.2022.

Toth, C. K.; G-Brzezinska, D. A.; Merry, C. J.: Supporting Traffic Flow Management with High-Definition Imagery.

Vallée, Dirk; Engel, Barbara; Vogt, Walter (Hg.) (2021): Stadtverkehrsplanung Band 1. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Wellmann, Thilo; Lausch, Angela; Andersson, Erik; Knapp, Sonja; Cortinovis, Chiara; Jache, Jessica et al. (2020): Remote sensing in urban planning: Contributions towards ecologically sound policies? 204 (7), S. 103921. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2020.103921.

Weng, Qihao (2020): Techniques and methods in urban remote sensing. Hoboken: John Wiley & Sons.

Anhang

Anhang 1: Leitfaden Experteninterviews

Einstiegsfragen

| Frage | Ziele |
|--|----------------|
| Welche Position haben Sie inne und wie lange arbeiten Sie bereits in dieser? | Expertenprofil |
| Welche Aufgaben und Tätigkeiten haben Sie innerhalb Ihrer Tätigkeit? | |

Schlüsselfragen (prozessuale Ebene)

| Kategorie | Frage | Ziele |
|---|--|---|
| Herausforderungen Status Quo | Welche Probleme sehen Sie in der aktuellen Mobilitätsplanung? | Individuelle Herausforderungen der Experten in Ihrer Position ermitteln. |
| | (Nach Vorstellung der Probleme in der Literatur) Wie stehen Sie zu den vorgestellten Problemen, wie sie in der Literatur dargestellt sind? | Abgleich der in der Literatur dargestellten Probleme mit der Realität. |
| Aktuelle Arbeitsweisen | Wie gestaltet sich der Arbeitsprozess Ihrer Abteilung? (Hauptprozess) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wie sieht ein typischer Arbeitsprozess eines Ihrer Mitarbeiter aus? Was ist für den Prozess essenziell bzw. besonders hilfreich? ▪ Gibt es häufige Änderungen im Prozess? ▪ Welche möglichen Störfaktoren beeinflussen diesen Prozess? | Einblick in die Arbeitsweise der Abteilung; Gibt es Dinge, die auf keinen Fall fehlen dürfen; Unterschied zwischen Literatur und Praxis ermitteln |
| | Arbeiten Sie bereits mit nachhaltigen Ansätzen? | Nachhaltige Arbeitsweisen in der |

| | | |
|----------------|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Haben Sie bereits von SUMP gehört? ▪ Wenn ja, wenden Sie dieses Prinzip an? ▪ Wenn nein, wenden Sie andere Prinzipien an? | Praxis; Aktueller Stand in verschiedenen Städten |
| | Welche Datengrundlage verwenden Sie aktuell bei der Planung? | Datengrundlagen in der Praxis → Ist die Literatur noch aktuell? |
| Konzept | Wie sehen Sie die Anwendbarkeit des vorgestellten Konzepts in der Praxis? Haben Sie Verbesserungsvorschläge? | Anwendbarkeit prüfen |
| | Welche Herausforderungen sehen Sie in der Praxis? | Herausforderungen des Konzepts identifizieren |

Schlüsselfragen (technische Ebene)

| Kategorie | Frage | Ziele |
|-------------------------------------|--|--|
| Konzept | Wie sehen Sie die Anwendbarkeit des vorgestellten Konzepts in der Praxis? Haben Sie Verbesserungsvorschläge? | Anwendbarkeit prüfen |
| | Welche Herausforderungen sehen Sie in der Praxis? | Herausforderungen des Konzepts identifizieren |
| Verwendbarkeit der Bilddaten | Ist die Verwendung der Bilddaten, wie sie im Konzept dargestellt ist, möglich? <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ist die Auflösung der Daten ausreichend? ▪ Ist die Verwendung als Werkzeug zur Erkennung von Problemstellen möglich? | Individuelle Herausforderungen der Experten in Ihrer Position ermitteln. |
| Verarbeitung der Daten | Welches Geoinformationssystem verwenden Sie? <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sehen Sie Herausforderungen beim Einpflegen der vorgestellten Daten? | Einbindung der Daten in ein GI-System |

| | | |
|---|---|--|
| | Welches Know-How ist für die Arbeit mit solchen Systemen notwendig? | Notwendiges Wissen zur praktischen Anwendung ermitteln |
| Modelle in der freien Wirtschaft | <p>Wie werden Fernerkundungsdaten in der freien Wirtschaft verwendet?</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gibt es Modelle, die diesem Konzept ähneln? ▪ Welchen Nutzen ziehen Unternehmen aus Fernerkundungsdaten? | Praxisverwendung solcher Daten ermitteln |

Schlussfragen

| Frage | Ziele |
|---|--|
| Gibt es noch etwas, worüber wir noch nicht gesprochen haben, was aber für die weitere Arbeit relevant wäre? | Abdecken von möglicherweise nicht beachteten Themenpunkten |