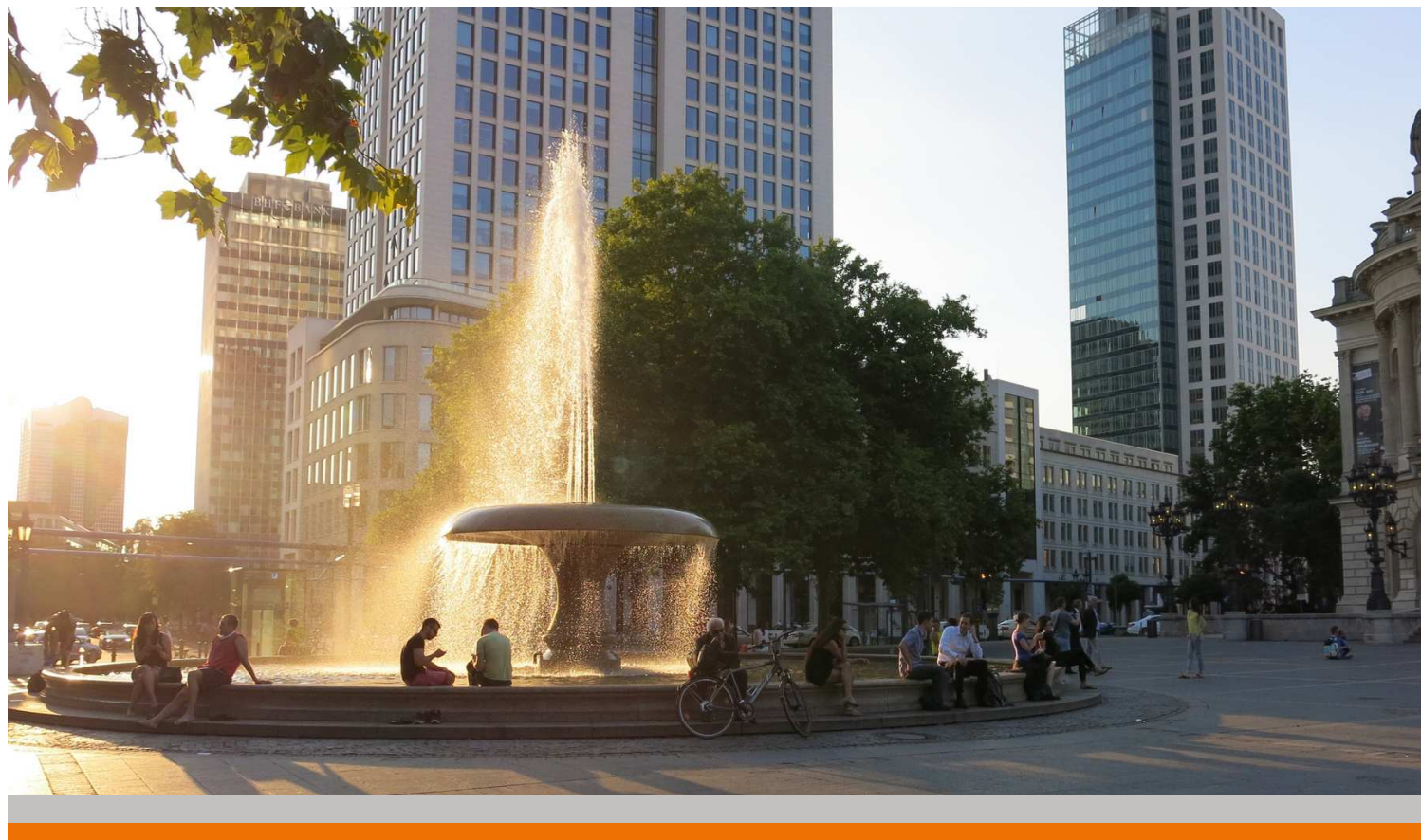




Beitragende Autor:innen

*Susanne Götz
Laura Hüneburg
Marius Hufnagel
Harald Kipke
Alexander Rammert
Inka Schmicker
Oliver Schwedes
Mohammad Sharif
Dirk Wittowsky*



**Journal für
Mobilität und Verkehr**

Nr. 24 (2025)

Resiliente urbane Mobilität

**Innovationen für zukunftsfähige und
krisenfeste Verkehrsinfrastrukturen**

Wissenschaftliche Leitung
Prof. Dr.-Ing. Dirk Wittowsky
Dr.-Ing. Frank Sill Torres

Inhaltsverzeichnis

Editorial	1
<i>Dirk Wittowsky, Frank Sill Torres</i>	
Standardisiertes Verfahren zur Auswahl von Mobilitätsmaßnahmen für die Erstellung von resilienten Mobilitätskonzepten	3
<i>Susanne Götz, Inka Schmicker, Harald Kipke</i>	
Super Hamburg?	12
Verkehrsberuhigte Quartiere als Antwort auf Klimakrise und Urbanisierungsdruck – Eine integrative GIS-gestützte Potentialraumanalyse für Superblocks	
<i>Marius Hufnagel</i>	
Urbane Resilienz durch gendergerechte Mobilitätsplanung: Wie sichere und selbstbestimmte Mobilität von Frauen zur krisenfesten Stadt beiträgt	26
<i>Alexander Rammert, Laura Hüneburg, Oliver Schwedes</i>	
Resilienz in städtische Verkehrssystemen: Eine Herausforderung im Kontext des Klimawandels	35
<i>Mohammad Sharif, Dirk Wittowsky</i>	

Editorial

Prof. Dr.-Ing. Dirk Wittowsky (Universität Duisburg-Essen)

Dr.-Ing. Frank Sill Torres (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR))

Der Verkehrssektor zählt zu den größten Herausforderungen auf dem Weg zur Klimaneutralität – nicht nur wegen seiner Emissionen, sondern auch aufgrund seiner strukturellen Trägheit und Pfadabhängigkeit. Technische Innovationen allein werden nicht ausreichen, um die ambitionierten Klimaziele Deutschlands bis 2045 zu erreichen. Vielmehr bedarf es tiefgreifender struktureller und verhaltensbezogener Veränderungen. Städte unterliegen zudem einem permanenten Wandel und sind daher mit einer Vielzahl von Transformationsprozessen konfrontiert. Die Zunahme von Häufigkeit und Intensität klimabedingter Extremereignisse resultiert in einer heterogenen Verwundbarkeit städtischer Räume. Dies ist auf die Widerstandsfähigkeit ihrer Infrastrukturen, ihre geografische Lage sowie ihre sozioökonomischen Rahmenbedingungen und ihre Bevölkerung zurückzuführen. Durch innovative Ansätze und interdisziplinäre Zusammenarbeit können wir sicherstellen, dass zukünftige Mobilitätslösungen robust genug sind, um Krisen zu bewältigen und dabei den Anforderungen einer nachhaltigen, sicheren und effizienten Verkehrspolitik gerecht werden.

Dabei ist bislang wenig darüber bekannt, wie kombinierte Mobilitätsmaßnahmen in ihrer Wechselwirkung wirken – ob sie sich gegenseitig verstärken, neutralisieren oder gar behindern. Zugleich zeigt sich, dass bestehende Planwerke – von Verkehrsentwicklungsplänen bis hin zu integrierten Stadtentwicklungskonzepten – häufig unverbunden nebeneinanderstehen. Synergien bleiben ungenutzt, und Mobilitätsaspekte werden in vielen Fällen nur randständig berücksichtigt. Dies ist umso gravierender angesichts zunehmender urbaner Herausforderungen: steigender Pkw-Besitz, verknappter öffentlicher

Raum mit Nutzungskonkurrenzen, Mobilitätsgerechtigkeit und nicht zuletzt die spürbaren Folgen des Klimawandels erhöhen den Druck zur Transformation der urbanen Systeme. Die bisherige autozentrierte Stadt erweist sich als nicht zukunftsfähig – weder ökologisch noch sozialgerecht.

Das Konzept der Resilienz, also dass die Verkehrsinfrastruktur und die Verkehrssysteme in der Lage sind, sich an Veränderungen anzupassen und sich von Störungen zu erholen, ist mittlerweile in planungspolitischen Dokumenten integriert und ein multidimensionales Konzept. Resiliente Städte können so flexibel auf Veränderungen reagieren und ihre Infrastrukturen nachhaltig an die Bedürfnisse der Bevölkerung anpassen bzw. einen Funktionsverlust schnell wieder herstellen.

In diesem Zusammenhang gewinnt resiliente Mobilität eine neue Bedeutung. Gemeint ist nicht nur die technische Widerstandsfähigkeit gegenüber Krisen, sondern auch die soziale Anpassungsfähigkeit. Eine Mobilitätsinfrastruktur, die Teilhabe sichert, flexibel auf unterschiedliche Bedürfnisse reagiert und Räume schafft, die sicher, inklusiv und gerecht nutzbar sind, ist in diesem Zusammenhang von entscheidender Bedeutung. Dies erfordert neue Perspektiven, etwa durch gendersensible Planung, adaptive Raumkonzepte oder vernetzte Maßnahmenbündel, die gezielt Klimaschutz und Lebensqualität zusammenführen.

Die aktuelle Ausgabe des Journals für Mobilität und Verkehr widmet sich dem Thema „Resiliente urbane Mobilität – Innovationen für zukunftsfähige und krisenfeste Verkehrsinfrastrukturen“. Hierzu haben wir vier Beiträge ausgewählt, die erörtern, wie innovative Ansätze – von Superblocks über GIS-gestützte

Analysen bis hin zur sozialräumlichen Gestaltung oder Verkehrsmodellierung – dazu beitragen können, urbane Mobilität effizienter, krisenfester und gerechter zu gestalten.

Götz, Schmicker & Kipke präsentieren in ihrem Beitrag ein standardisiertes, modular aufgebautes Verfahren zur Auswahl und Kombination von Mobilitätsmaßnahmen, welches die Entwicklung resilienter Mobilitätskonzepte unterstützt. Das Ziel besteht in einer systematischen, datenbasierten und transparenten Bündelung synergetischer Maßnahmen sowie der Fähigkeit zur flexiblen Reaktion auf sich ändernde Rahmenbedingungen. Damit werden bestehende Defizite in der integrierten Planung und Bewertung kombinierter Maßnahmenpakete adressiert und ein Beitrag zur klimaresilienten Stadt- und Regionalentwicklung geleistet.

Die nachfolgende Arbeit von Hufnagel untersucht das Potenzial von Superblocks als integratives stadtplanerisches Instrument zur Bewältigung der Klimakrise und des Urbanisierungsdrucks am Beispiel Hamburgs. Die aus Barcelona stammenden Superblocks reorganisieren den öffentlichen Raum innerhalb mehrerer Häuserblöcke durch Maßnahmen wie Diagonalsperren oder Einbahnstraßen, um den motorisierten Individualverkehr zu reduzieren, ohne die Erreichbarkeit grundsätzlich zu beeinträchtigen. Zentrales Ergebnis der Arbeit ist eine GIS-gestützte Potenzialraumanalyse, bei der 13 Indikatoren auf Baublockebene kombiniert wurden. Dies ermöglicht eine kleinräumige Identifikation geeigneter Gebiete, in denen Superblocks besonders wirksam und sinnvoll umsetzbar wären – sowohl unter klimatischen, sozialen als auch verkehrstechnischen Gesichtspunkten.

Der Beitrag von Rammert, Hüneburg & Schwedes widmet sich der Frage, wie gendersensible Mobilitätsplanung zur Resilienz urbaner Verkehrssysteme beitragen kann. Am Beispiel Berliner ÖPNV-Knotenpunkte werden Barrieren wie schlechte Beleuchtung oder unübersichtliche Wege identifiziert, die Frauen in ihrer Mobilität einschränken. Subjektive Sicherheit und gestalterische Qualität erweisen sich hierbei als zentrale Faktoren. Zentrale Ergebnisse sind vier Handlungspfade und die Empfehlung, Gender Impact Assessments systematisch in Planungsprozesse zu integrieren.

In letzten Beitrag zeigen Sharif & Wittowsky die Resilienz städtischer Verkehrssysteme im Kontext des Klimawandels. Zunächst definieren sie den Begriff und stellen unterschiedliche Ansätze zur Bewertung

von Resilienz und Klimaeffekten vor. Daraus leiten sie entsprechende Indikatoren ab. Dabei betrachten sie sowohl die Wirkungsbewertung als auch Strategien zur Minderung und Anpassung an klimabedingte Ereignisse, die für die Bewertung der Resilienz im Bereich der urbanen Mobilität von zentraler Bedeutung sind. Am Beispiel Duisburgs, das an der Mündung der Ruhr in den Rhein im Ruhrgebiet liegt, analysieren sie die Auswirkungen der Klimasignale Starkregen, Hitzewellen und Niedrigwasser auf den Personen- und Güterverkehr und visualisieren und quantifizieren sie mithilfe eines Resilienzindex im Rahmen einer Verkehrssimulation.

Die aktuelle Ausgabe des Journals bietet einen spannenden Einblick in die Bedeutung resilienter Planungsansätze und veranschaulicht die Komplexität und Vielschichtigkeit des Themas Resilienz in der Stadt- und Verkehrsplanung. Wir hoffen, dass das vorliegende Journal nicht nur neue Erkenntnisse vermittelt, sondern auch dazu inspiriert, multidimensionale Resilienzkonzepte weiterzuverfolgen. In diesem Sinne wünschen wir Ihnen eine anregende Lektüre!

Standardisiertes Verfahren zur Auswahl von Mobilitätsmaßnahmen für die Erstellung von resilienten Mobilitätskonzepten

Susanne Götz*, Inka Schmicker, Harald Kipke

Siehe AutorInnenangaben

Abstract

Nachhaltige Mobilitätskonzepte tragen maßgeblich zur Klimaresilienz von Städten und Regionen bei. Um eine systematische Auswahl und Bewertung von Mobilitätsmaßnahmen vorzunehmen, wurde ein standardisiertes Verfahren zur gezielten Bündelung synergetischer Maßnahmen entwickelt. Durch die Flexibilität des Verfahrens kann schnell auf veränderte Rahmenbedingungen reagiert werden, wodurch die Erstellung resilienter Mobilitätskonzepte vereinfacht wird. Dadurch können Städte und Regionen widerstandsfähiger gegenüber exogenen Veränderungen werden.

Schlagwörter / Keywords:

Mobilitätskonzept, Verkehrsentwicklungsplan, Maßnahmenauswahl, Umsetzbarkeit, Zielerreichung

1. Einleitung

1.1 Aktuelle Herausforderungen bei der Erstellung von Mobilitätskonzepten

Der Verkehrssektor stellt eine der größten Herausforderungen auf dem Weg zur angestrebten Klimaneutralität Deutschlands bis zum Jahr 2045 (vgl. Bundes-Klimaschutzgesetz, 2024, § 3, Abs. 2, S. 2) dar. Bisherige Maßnahmen reichen nicht aus, um die Klimaziele im Verkehr zu erreichen. So verdeutlichen u.a. Szenarien des Umweltbundesamts, dass neben technischen Maßnahmen auch strukturelle und verhaltensbezogene Veränderungen nötig sind (vgl. Wehmann et al., 2025). Dabei fällt auf, dass ganz besonders kombinierte Maßnahmen in ihrer Wirksamkeit noch zu wenig systematisch erfasst und bewertet werden. So ist nicht auszuschließen, dass mehrere unterschiedliche Maßnahmen sich in Ihrer Kombination sowohl verstärken als auch abschwächen können (vgl. StMB, 2022). Daher ist es essenziell, die Wirkpotenziale auch im Zusammenspiel zu analysieren.

In vielen Kommunen existieren übergeordnete Pläne wie Verkehrsentwicklungspläne (VEP), Sustainable Urban Mobility Plans (SUMP), integrierte Stadtentwicklungskonzepte (ISEK) oder Klimaanpassungspläne (KAP). Diese enthalten langfristige Ziele

und Einzelmaßnahmen, berücksichtigen Mobilitätsaspekte jedoch meist nur teilweise. So werden beispielsweise ISEK und VEP separat voneinander erstellt und sind demnach nicht aufeinander abgestimmt – Synergieeffekte bleiben oft ungenutzt.

Vor diesem Hintergrund entstand der Gedanke, unterschiedliche Maßnahmen im Rahmen der Erstellung von Mobilitätskonzepten stärker zu konkretisieren und in kohärente Bündel zu überführen. In der Praxis geschieht dies oft wenig systematisch und häufig ohne Berücksichtigung der Maßnahmen bestehender übergeordneter Pläne. Zudem beziehen sich viele Mobilitätskonzepte nur auf den Wissensstand zum Zeitpunkt ihrer Erstellung, wodurch sie bei sich ändernden Rahmenbedingungen schnell an Aktualität verlieren.

1.2 Zielsetzung

Die finanziellen Spielräume von Städten und Kommunen unterliegen einem fortlaufenden Wandel – ebenso wie die strukturellen, gesellschaftlichen und ökologischen Rahmenbedingungen, an die sich die kommunale Planung zunehmend flexibel anpassen muss. Neben strukturellen Haushaltsveränderungen können unvorhersehbare externe Faktoren die Planungs- und Umsetzungsmöglichkeiten im Mobilitätsbereich erheblich beeinflussen. Dazu gehören etwa

die Auswirkungen globaler Krisen, steigende Energiepreise oder inflationsbedingte Kostensteigerungen, aber auch geänderte gesetzliche Vorgaben und juristische Spielräume. Vor diesem Hintergrund können Mobilitätskonzepte, die auf einem festen Maßnahmenkatalog basieren, schnell an Relevanz verlieren, wenn sie den veränderten Rahmenbedingungen nicht mehr gerecht werden. Dies birgt die Gefahr ineffizienter Ressourcennutzung und einer möglichen Fehlallokation öffentlicher Mittel. Um diesem Problem zu begegnen, stellt sich die zentrale Frage, wie sich Einzelmaßnahmen im Rahmen übergeordneter Pläne systematisch und transparent unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeit, Nachhaltigkeit und Zielerreichung zu einem schlüssigen Mobilitätskonzept bündeln lassen.

In diesem Zusammenhang spielt der Begriff „Resilienz“ eine zentrale Rolle: Resilienz beschreibt im vorliegenden Kontext die Eignung eines Mobilitätskonzepts, trotz veränderter Umgebungsparameter weiterhin wirksam zu bleiben. Konkret bedeutet dies, dass sich Prioritäten innerhalb des Maßnahmenkatalogs flexibel verschieben können und alternative Maßnahmen in den Vordergrund treten, ohne die übergeordneten Ziele des Konzepts obsolet werden zu lassen.

Benötigt wird folglich ein standardisiertes Verfahren, mit dem Mobilitätsmaßnahmen systematisch gefiltert, geclustert und in ein übergeordnetes Gesamtkonzept eingeordnet werden können. Daher empfiehlt sich ein modularer Aufbau, um auf veränderte wirtschaftliche und gesellschaftliche Rahmenbedingungen flexibel und zielgerichtet zu reagieren. Trotz vielfältiger bestehender Ansätze fehlt bislang ein überzeugender Ansatz, der die geschilderte Problematik wirksam und zielgerichtet löst.

2. Genese der Verkehrsplanung

Die Ursprünge der Verkehrsentwicklungsplanung gehen auf einen Wandel in den 1980er Jahren zurück. Damals änderte sich die Auffassung von Planung als bloßes Instrument zur Anpassung der Verkehrsinfrastruktur an einen vorgegebenen, nicht hinterfragten Verlauf hin zu einem Verständnis von Planung als Mittel zur Entwicklung von Maßnahmen zur Erreichung gesellschaftlich definierter Ziele (vgl. Kipke, 2025). Dabei erfolgt eine umfassende Analyse des bestehenden Verkehrssystems, eine Prognose zukünftiger Entwicklungen und die Ableitung übergeordneter Ziele, etwa zur Förderung des Umweltverbunds oder zur Emissionsreduktion (vgl. FGSV, 2013).

Der VEP ist in vielen Städten und Regionen das zentrale strategische Instrument für eine nachhaltige Mobilitätsgestaltung. Er legt langfristige verkehrspolitische Zielsetzungen fest, beschreibt Leitbilder und entwickelt Leitstrategien sowie erste Maßnahmenansätze. Mobilitätskonzepte schließen unmittelbar

an diese strategische Ebene an und konkretisieren die im VEP formulierten Ziele. Sie entwickeln operative Maßnahmenbündel, die sich nicht nur auf Verkehrsmittel, sondern auch auf spezifische Räume und Personengruppen beziehen. Während der VEP die „Was“-Frage – also Ziele und Prinzipien – beantwortet, adressieren Mobilitätskonzepte stärker das „Wie“ der Umsetzung (vgl. FGSV, 2013). Der Übergang erfolgt über einen systematischen Ableitungsprozess: Maßnahmen werden auf Basis von Leitbildern und Zielindikatoren identifiziert, bewertet und gebündelt. Im Gegensatz zur langfristigen Perspektive des VEP (10–15 Jahre) fokussieren Mobilitätskonzepte auf kurzfristigere Realisierungshorizonte und priorisieren auch nach Umsetzbarkeit und Wirkung. Sie bilden somit die operative Umsetzungsebene des VEP, schlagen die Brücke zwischen Strategie und Praxis und tragen wesentlich zur schrittweisen Umsetzung nachhaltiger Mobilitätsziele im kommunalen Raum bei (vgl. Frehn et al., 2021).

3. Ablauf des Verfahrens

Zur Anwendung des Verfahrens müssen klare und eindeutige Zielvorgaben definiert sein. Diese Ziele sollten idealerweise formal durch den Stadtrat oder andere zuständige Entscheidungsgremien beschlossen worden sein, um sowohl Planungssicherheit als auch politische Legitimation für die Umsetzung zu gewährleisten. Unspezifische oder fehlende Zielsetzungen würden hingegen die Vergleichbarkeit und stringente Ableitung von Maßnahmen erheblich erschweren. Aufbauend auf dieser Grundlage erfolgt der eigentliche Verfahrensablauf in Form eines mehrstufigen, datenbasierten Analyseprozesses. Zweck des Verfahrens ist es, die aus übergeordneten Konzepten abgeleiteten Einzelmaßnahmen hinsichtlich ihrer Effizienz, Wirksamkeit und Zielkonformität zu bewerten und in einem strategisch abgestimmten Maßnahmenpaket zusammenzuführen.

Der Verfahrensablauf ist in sieben aufeinander aufbauende Schritte gegliedert (vgl. Abbildung 1), die eine nachvollziehbare und transparente Maßnahmenentwicklung ermöglichen. Durch die strukturierte Bewertung und Kombination von Maßnahmen wird zugleich die Resilienz der Maßnahmenauswahl gestärkt, da die getroffenen Entscheidungen auf belastbaren Kriterien beruhen und flexibel an veränderte Rahmenbedingungen angepasst werden können.

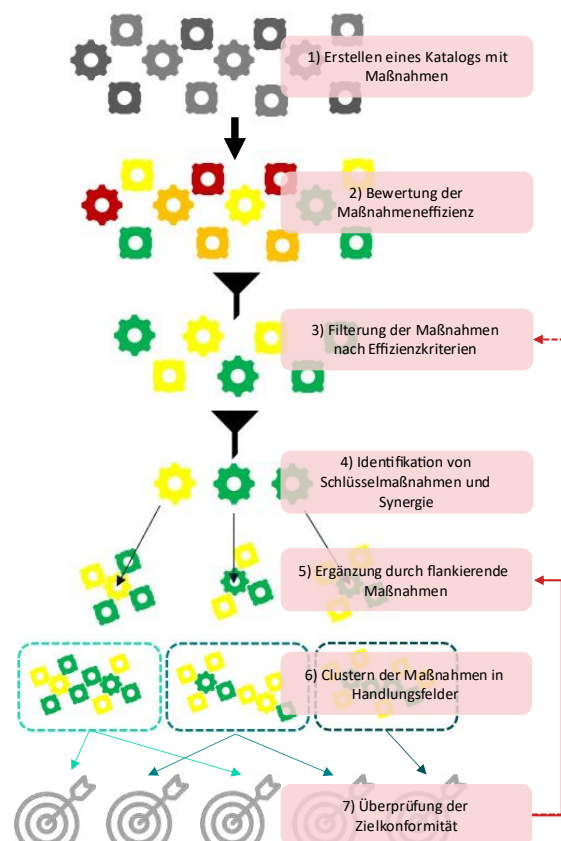


Abbildung 1: Verfahrensablauf des standardisierten Verfahrens zur Auswahl von Mobilitätsmaßnahmen, Susanne Götz

Schritt 1: Erstellen eines Katalogs mit Maßnahmen
In einem ersten vorbereitenden Schritt erfolgt die strukturierte Erfassung aller potenziellen Maßnahmen in einem sogenannten Bausteinkatalog in Form einer Exceltabelle. Für jede Maßnahme werden dabei systematisch zentrale Parameter dokumentiert: Dazu zählen insbesondere die angestrebten Ziele, die lokalen, globalen und gesellschaftlichen Wirkungen, mögliche Kostenträger und Fördermittel, der vorgesehene Umsetzungszeitraum sowie der energetische und personelle Aufwand für Planung, Betrieb und Unterhalt. Auf Grundlage dieser Angaben wird für jede Maßnahme sowohl der Beitrag zur Zielerreichung als auch der zu erwartende Gesamtaufwand abgeleitet, der die Grundlage für die nachfolgende Effizienzanalyse bildet.

Die Maßnahmen im Bausteinkatalog besitzen in diesem Schritt bereits Synergiepotentiale (vgl. Anzahl der Zahnradzähne in Abbildung 1), die jedoch in diesem Schritt zunächst beschreibend vorliegen (ohne Wirksamkeit).

Schritt 2: Bewertung der Maßnahmeneffizienz
Im Anschluss erfolgt die Bewertung der Effizienz jeder Maßnahme mithilfe einer „Aufwands-Wirkungs-Matrix“. Diese klassifiziert die Maßnahmen in vier Kategorien: Ineffizient, mäßig effizient, effizient und

hocheffizient (vgl. Farbgebung der Zahnräder in Abbildung 1 und der Effizienzklassen in Abbildung 2). Die Einteilung basiert auf dem Verhältnis zwischen dem geschätzten Aufwand (inkl. Kosten, Energie- und Personalressourcen) und dem erwarteten Beitrag zur Zielerreichung. Diese systematische Bewertung macht sichtbar, welche Maßnahmen unter gegebenen Rahmenbedingungen den größtmöglichen Nutzen für die eingesetzten Ressourcen generieren. Die Verteilung in die Effizienzklassen ist notwendig, da in der kommunalen Praxis häufig finanzielle, personelle und politische Ressourcen limitiert sind – ein gezielter Mitteleinsatz ist daher notwendig. Die Validität der Aufwands-Wirkungs-Matrix kann durch den Einsatz finanzieller und personeller Mittel erhöht werden, indem zunehmend quantifizierbare Indikatoren einfließen. Im Regelfall genügt jedoch auch eine auf Erfahrungen basierende qualitative Einstufung der Effizienzklassen gemäß Abbildung 2.

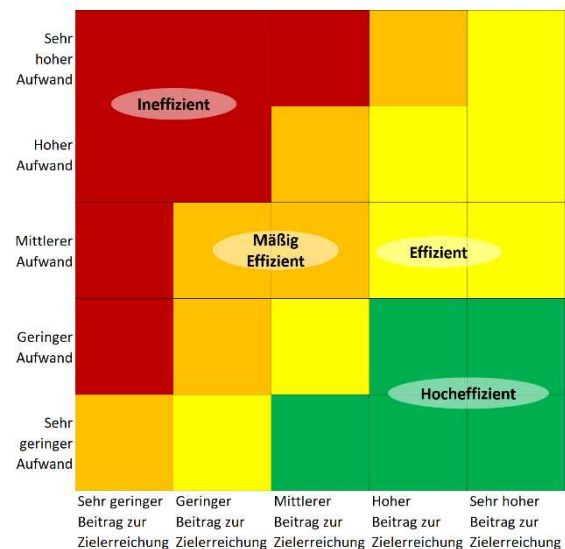


Abbildung 2: Aufwands-Wirkungs-Matrix für den Anwendungsfall des Mobilitätskonzepts Treuchtlingen, Susanne Götz

Schritt 3: Filterung der Maßnahmen nach Effizienzkriterien

Basierend auf der zuvor durchgeführten Effizienzbewertung werden im nächsten Schritt jene Maßnahmen gefiltert, die für die Umsetzung infrage kommen. Dabei kann die Auswahl flexibel an die lokalen Gegebenheiten angepasst werden: In Kommunen mit engen Haushaltslagen oder geringem Umsetzungsspielraum können ausschließlich die hocheffizienten Maßnahmen berücksichtigt werden, während bei breiteren finanziellen Spielräumen auch effiziente Maßnahmen einbezogen werden können. Diese adaptive Filterung stellt sicher, dass die Maßnahmenauswahl realistisch bleibt und den verfügbaren Ressourcen entspricht.

Schritt 4: Identifikation von Schlüsselmaßnahmen und Synergie

Aus dem gefilterten Maßnahmenpool werden anschließend die langfristig wirksamen Schlüsselmaßnahmen identifiziert. Diese bilden den strukturellen Kern des späteren Mobilitätskonzepts. In einem weiteren Schritt werden sie auf Synergieeffekte mit kurzfristig umsetzbaren Maßnahmen hin untersucht. Ziel ist es, Maßnahmenbündel zu bilden, in denen einzelne Bausteine sich in ihrer Wirkung gegenseitig verstärken. Zusätzlich wird geprüft, ob diese Maßnahmenbündel eine vollständige Abdeckung der im Vorfeld definierten Leitziele ermöglichen. Dieser Schritt gewährleistet, dass die operative Umsetzung nicht fragmentarisch, sondern strategisch kohärent erfolgt.

Schritt 5: Ergänzung durch flankierende Maßnahmen

Ein weiterer Schritt im Verfahren ist die Berücksichtigung sogenannter flankierender Maßnahmen, also solcher Maßnahmen, die in der isolierten Bewertung zwar nicht als Schlüsselmaßnahme identifiziert wurden, jedoch einen komplementären oder unterstützenden Charakter besitzen. Diese Maßnahmen sind entscheidend, um Synergieeffekte zu nutzen – etwa indem sie die Umsetzung anderer Maßnahmen erleichtern oder deren Wirkung deutlich verstärken. Abhängig von den konkreten Umweltbedingungen und Rahmenvorgaben der jeweiligen Auftraggeber kann es jedoch Einschränkungen bei der Auswahl der flankierenden Maßnahmen geben – etwa durch die Vorgabe, alleinstehend ineffiziente oder effiziente Maßnahmen grundsätzlich auszuschließen. In welchem Umfang diese Maßnahmen ergänzt werden, hängt stark von den personellen und finanziellen Möglichkeiten der Kommune ab.

Schritt 6: Clustern der Maßnahmen in Handlungsfelder

Nach der Bündelung und Auswahl erfolgt eine inhaltliche Strukturierung der Maßnahmenbündel nach Handlungsfeldern (z. B. Radverkehr, ÖPNV, Multimodalität). Dies dient der besseren Lesbarkeit, erleichtert die Zuweisung von Zuständigkeiten in der Verwaltung und schafft Klarheit für die spätere Umsetzung und Erfolgskontrollen.

Schritt 7: Überprüfung der Zielkonformität
Abschließend wird überprüft, ob die gewählten Handlungsfelder mit den zugeordneten Schlüsselmaßnahmen und flankierenden Maßnahmen in ihrer Gesamtheit eine vollständige Abdeckung der definierten strategischen Ziele gewährleisten. Dabei werden eventuelle Zielkonflikte, Lücken oder Redundanzen identifiziert und ggf. das Maßnahmenpaket bei

Bedarf angepasst. Dabei sind zwei Rückkopplungsschleifen möglich: So können z.B. bei fehlender Zielkonformität weitere flankierende Maßnahmen hinzugezogen werden (Rückkopplungsschleife 1) oder Maßnahmen zum Einsatz kommen, die isoliert betrachtet eine geringere Effizienz aufweisen, im Rahmen einer Synergiebetrachtung jedoch deutlich effizienter wirken (Rückkopplungsschleife 2). Die Rückkopplung an die Zielsystematik stellt sicher, dass das Mobilitätskonzept nicht nur operativ tragfähig, sondern auch strategisch konsistent zum übergeordneten Planungsrahmen ist.

4. Anwendung des Verfahrens am Beispiel der Stadt Treuchtlingen

4.1 Beschreibung Treuchtlingens

Das beschriebene Verfahren konnte bei der Erstellung des Mobilitätskonzepts der Stadt Treuchtlingen bereits erprobt werden. Die Erstellung fand unter Berücksichtigung der Arbeiten des Planungsbüros am gleichzeitig entwickelten ISEK statt.

Die Stadt Treuchtlingen ist ein bayerisches Mittelzentrum in Landkreis Weißenburg-Gunzenhausen in Mittelfranken. Als Flächenstadt hat Treuchtlingen eine Ausdehnung von ca. 100 km² (vgl. Stadt Treuchtlingen, 2025), von den insgesamt 13.000 EinwohnerInnen leben etwa 8.000 im Zentrum der Stadt und 5.500 in den umliegenden Ortsteilen (vgl. PB Consult, 2025). Für die Stadt Treuchtlingen stellen die Versorgungssicherung, die Attraktivität als Einkaufsstadt und die Funktionsfähigkeit der Innenstadt zentrale Inhalte der Stadtentwicklung dar.

4.2 Anwendungsfall Mobilitätskonzept Treuchtlingen

Die Anwendung des entwickelten Bewertungsverfahrens basiert auf einem klar definierten Zielsystem, das im Fall der Stadt Treuchtlingen im Rahmen des VEP festgelegt wurde. Dieses Zielsystem bildet die normative Grundlage für die Bewertung, Priorisierung und Bündelung verkehrsbezogener Maßnahmen und dient somit als strategischer Bezugsrahmen des Instruments.

Die Stadt Treuchtlingen verfolgt im Rahmen ihres VEP fünf zentrale Leitziele, die sich an den übergeordneten Anforderungen nachhaltiger und zukunftsfähiger Mobilitätsplanung orientieren und vom Stadtrat beschlossen wurden:

- Verbesserung der Umweltqualität
- Erhöhung der Aufenthaltsqualität in der Innenstadt
- Verringerung und Vermeidung von motorisierten Individualverkehr (mIV) in der Stadt Treuchtlingen
- Erhöhung der Verkehrssicherheit

- Erhöhung der Resilienz gegenüber exogenen Veränderungen

Diese fünf Zielsetzungen dienen innerhalb des Bewertungsinstrumentes als Leitgrößen zur Einschätzung der Wirkungsbeiträge einzelner Maßnahmen. Durch ihre frühzeitige Festlegung und strategische Verankerung schaffen sie die notwendige inhaltliche Grundlage, um Maßnahmen konsistent und zielgerichtet zu bewerten und im Sinne einer wirkungsvollen und resilienten Mobilitätsstrategie zu bündeln.

Ausgangspunkt für die Anwendung des Verfahrens bildeten fünf thematische Schwerpunkt Betrachtungen, auf deren Basis insgesamt 80 mobilitätsbezogene Maßnahmen identifiziert und im sogenannten Bausteinkatalog systematisch erfasst wurden.

In einem nächsten Schritt wurden die Maßnahmen entsprechend dem Verfahren mithilfe der Aufwands-Wirkungs-Matrix aus Abbildung 2 hinsichtlich ihrer Effizienz bewertet. Im Anschluss daran erfolgte eine Filterung der Maßnahmen nach Effizienzkriterien: In Treuchtlingen wurden dabei ausschließlich Maßnahmen berücksichtigt, die als effizient oder hocheffizient klassifiziert wurden. Nach dieser Vorauswahl verblieben 58 Maßnahmen im aktiven Bewertungs- und Auswahlprozess.

Aus diesem Pool wurden im vierten Schritt zehn Schlüsselmaßnahmen identifiziert. Hierbei handelte es sich um langfristig wirksame Maßnahmen mit hohem Synergiepotenzial, die den Kern des finalen Maßnahmenpakets bilden. Ergänzt wurden diese durch 34 flankierende Maßnahmen, die zwar für sich genommen nicht die höchste Effizienzkategorie erreichten, jedoch zur Unterstützung und Wirkungsergänzung der Schlüsselmaßnahmen beitragen konnten. Insgesamt wurden somit 44 Maßnahmen für die Umsetzung empfohlen.

Zur besseren Strukturierung wurden die ausgewählten Maßnahmen abschließend in drei Handlungsfelder geclustert: (1) Verringerung der Verkehrsbelastung in der Innenstadt, (2) Verbesserung der Verbindungsqualität sowie (3) Stärkung des Verkehrsbewusstseins. Eine abschließende Überprüfung der Zielkonformität ergab, dass die definierten Handlungsfelder und Maßnahmenbündel sämtliche zuvor festgelegten verkehrspolitischen Leitziele der Stadt Treuchtlingen inhaltlich abdecken (vgl. Abbildung 3). Damit konnte die strategische Anschlussfähigkeit des entwickelten Verfahrens im praktischen Planungskontext nachgewiesen werden.

5. Diskussion

5.1 Abgrenzung zu bestehenden Ansätzen

Zum Vergleich bestehender Herangehensweisen bei der Entwicklung und Empfehlung von Maßnahmen in Mobilitätskonzepten wurden beispielhaft zwölf Mobilitätskonzepte aus unterschiedlichen Regionen Deutschlands analysiert. Die Konzepte stammen aus dem Zeitraum 2013 bis 2025 und umfassen sowohl städtische als auch ländliche Räume (vgl. Büro stadtVerkehr GmbH 2023; Fair spaces et al. 2024; Hoffmann-Leichter Ingenieurgesellschaft mbH 2022; Initiative Zukunftsmobilität & Imdahl Institut 2021; Landkreis Oberhavel 2020; Planersocietät 2020; PTV Transport Consult GmbH 2019; PTV Transport Consult GmbH & Zebalog GmbH 2025; Rheinisch-Bergischer Kreis 2019; R+T Verkehrsplanung GmbH 2013; R+T Verkehrsplanung GmbH 2022; VCDB VerkehrsConsult Dresden-Berlin GmbH 2017).

Allen Konzepten gemeinsam ist eine fundierte Bestandsaufnahme der verkehrlichen Ausgangslage –

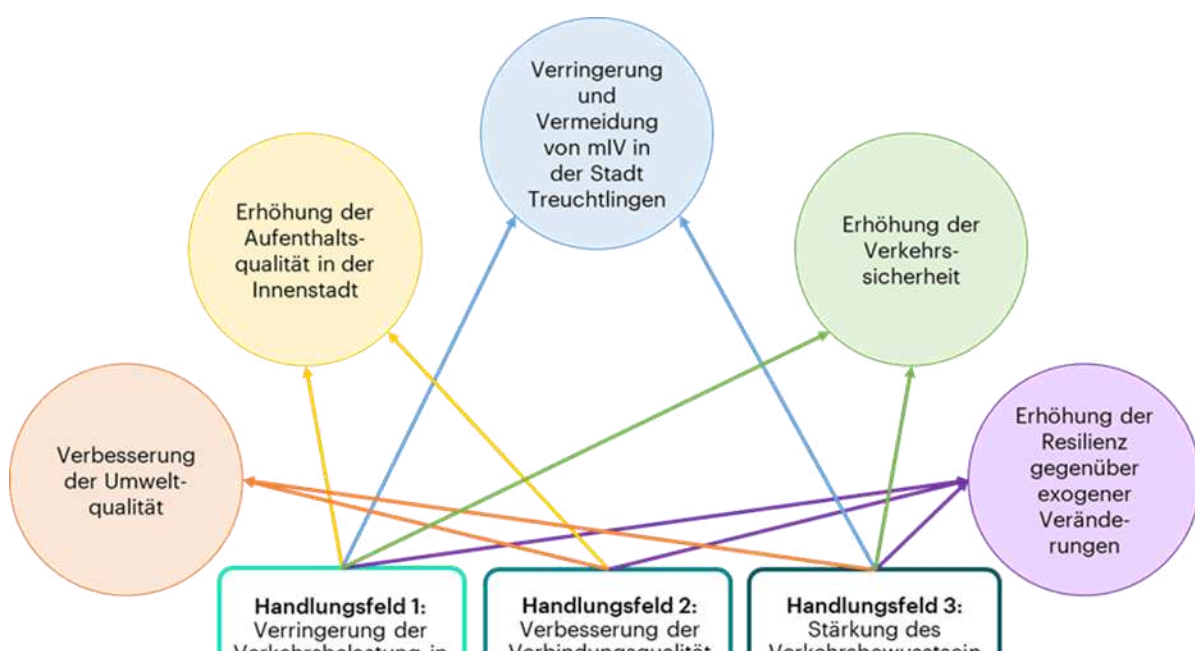


Abbildung 3: Überprüfung der Zielkonformität am Beispiel des Mobilitätskonzepts Treuchtlingen, Susanne Götz

einschließlich Infrastrukturen, Verkehrsmittelaufteilung, PendlerInnenströmen und Problemlagen. Darauf aufbauend werden Maßnahmenbündel entwickelt, typischerweise gegliedert nach Handlungsfeldern wie ÖPNV, Radverkehr, Multimodalität oder Kfz-Verkehr. Während urbane Konzepte häufig auf Verkehrsberuhigung und Flächenkonflikte reagieren, fokussieren ländliche Konzepte auf flexible Angebote wie Rufbusse oder „Letzte-Meile“-Lösungen. Die Maßnahmenentwicklung basiert meist auf einem Methodenmix aus quantitativer Analyse und qualitativer Beteiligung (z.B. Workshops, Umfragen, Diskussionen). Empfehlungen zur Umsetzung erfolgen überwiegend auf Basis von Wirkungsbewertungen der einzelnen Maßnahmen – etwa durch CO₂-Bilanzen oder Kosten-Nutzen-Analysen. Dabei wurde deutlich, dass trotz erheblicher Fortschritte in der kommunalen Mobilitätsplanung viele der analysierten Konzepte methodische Schwächen aufweisen. Ein zentrales Defizit liegt in der mangelnden Transparenz bei der Bewertung und Priorisierung von Maßnahmen: Nur wenige Konzepte machen die genutzten Kriterien und deren Gewichtung nachvollziehbar. Zudem fehlt häufig eine iterative Rückkopplung zwischen Analyse, Zieldefinition und Maßnahmenentwicklung. Statt eines linearen Vorgehens wäre ein zyklischer Planungsansatz mit Feedback-Schleifen zielführender (vgl. Rupprecht Consult, 2019). Ein weiterer Schwachpunkt ist die begrenzte Integration in übergeordnete Planungsinstrumente: Zwar wird Anschlussfähigkeit thematisiert, doch systematische Ansätze sind kaum vorhanden.

Auch bei der Auswahl und Empfehlung von Maßnahmen bestehen Optimierungspotenziale. Viele Konzepte verzichten auf eine systematische Wirkungsabschätzung, etwa zu CO₂-Einsparungen, Verkehrsverlagerungen oder sozialen Effekten. In manchen Konzepten bleibt zudem der Bezug zwischen Maßnahmen und zuvor definierten Zielen unklar.

Mehrere der analysierten Mobilitätskonzepte enthalten Maßnahmensteckbriefe, deren Erstellung eine konsistente Bewertung voraussetzt. Der Grad der Transparenz und Systematik dieser Bewertungen variiert jedoch erheblich zwischen den Konzepten. Die Bewertung der Maßnahmen der Steckbriefe basiert auf den zum Zeitpunkt der Konzepterstellung bestehenden Umwelt- und Rahmenbedingungen. Strukturelle Mechanismen zur nachträglichen Anpassung an exogene Veränderungen sind nicht vorgesehen, was die Flexibilität der empfohlenen Maßnahmen im Umgang mit dynamischen Entwicklungen deutlich einschränkt und ihre Resilienz gegenüber veränderten Kontextfaktoren limitiert.

5.2 Stärken und Schwächen des Verfahrens

Ein zentrales Potenzial des entwickelten Verfahrens liegt in der systematischen Verknüpfung unterschiedlicher übergeordneter Pläne. Durch die Identifikation gemeinsamer Zielbezüge und Synergiepotenziale lassen sich Maßnahmen integrieren, die zuvor isoliert betrachtet wurden. Dies trägt zur strategischen Kohärenz auf kommunaler Planungsebene bei.

Ein Merkmal des Verfahrens ist die Integration einer „Aufwands-Wirkungs-Matrix“, mit der Einzelmaßnahmen systematisch nach ihrem Beitrag zur Zielerreichung und dem dafür erforderlichen Aufwand bewertet werden. Dieses Vorgehen wurde bereits 1993 beschrieben (vgl. Kipke, 1993) und unterscheidet sich von der Praxis vieler untersuchter Mobilitätskonzepte, in denen Maßnahmen meist anhand qualitativer Einschätzungen oder politischer Setzungen priorisiert werden.

Darüber hinaus kann das Verfahren zur Überwindung sogenannter „Konzeptmüdigkeit“ in Politik und Verwaltung beitragen. Unter „Konzeptmüdigkeit“ wird dabei eine verbreitete Ernüchterung oder Frustration verstanden, die entsteht, wenn zahlreiche Strategien und Konzepte entwickelt werden, deren Inhalte jedoch selten in konkrete Maßnahmen oder sichtbare Veränderungen münden. Indem es auf vorhandene Planwerke aufbaut und diese operativ zusammenführt, liefert es einen konkreten Handlungsrahmen, der über die bloße Erstellung weiterer Konzepte hinausgeht und unmittelbar in die Umsetzung überführt werden kann.

Ein weiterer Vorteil liegt in der inhaltlichen Flexibilität des Verfahrens. Es ist gleichermaßen auf umfassende Gesamtstrategien wie auf spezialisierte Themenschwerpunkte anwendbar – etwa zur gezielten Entwicklung eines Radverkehrskonzepts. Zudem können bestehende Maßnahmenportfolios bei Bedarf durch neue, themenspezifische Vorschläge ergänzt werden. Außerdem können Änderungen in der Förderlandschaft kurzfristig berücksichtigt werden, was durch die Bündelung von Planung und Ausführung zu erheblichen Kosteneinsparungen führen kann.

Eine derzeitige Limitation des Verfahrens besteht in der fehlenden Integration eines systematischen Monitorings. Insbesondere bleibt bislang unbeantwortet, nach welchen Kriterien und zu welchem Zeitpunkt eine Maßnahme als „umgesetzt“ gilt. Für eine langfristige Erfolgskontrolle sowie die Fortschreibung von Maßnahmenpaketen wäre die Entwicklung eines standardisierten Monitoringsystems erforderlich. Die Entwicklung eines modular anschlussfähigen Monitoringsystems stellt daher einen zentralen nächsten Schritt zur Weiterentwicklung des Verfahrens dar.

Die erfolgreiche Anwendung des entwickelten Verfahrens zur systematischen Ableitung und Bündelung

von Maßnahmen auf Basis übergeordneter Verkehrsstrategien setzt eine belastbare und strukturierte Datengrundlage voraus. Zentral ist hierbei, dass Maßnahmenvorschläge aus übergeordneten Konzepten – etwa aus VEP und SUMP – für das jeweilige Untersuchungsgebiet vorliegen. Nur wenn diese Grundvoraussetzung erfüllt ist, kann das Verfahren seine volle Wirksamkeit entfalten und zu einer zielgerichteten, transparenten Maßnahmenentwicklung beitragen. Je detaillierter diese Maßnahmen beschrieben sind, etwa hinsichtlich ihrer inhaltlichen Zielrichtung, räumlichen Verortung, erwarteten Wirkung oder bereits erfolgten Priorisierung, desto einfacher und präziser kann das Verfahren angewendet werden.

Ein weiterer kritischer Aspekt betrifft die vereinfachte Abbildung komplexer Wirkzusammenhänge im Rahmen der Aufwands-Wirkungs-Matrix. Zwar ermöglicht das Verfahren eine strukturierte Ersteinschätzung der Effizienz einzelner Maßnahmen, jedoch können nicht alle qualitativen Effekte, Abhängigkeiten und langfristigen Wirkungen vollständig in einer tabellarischen Bewertungslogik erfasst werden. So bleiben beispielsweise soziale Gerechtigkeit, Flächenkonkurrenz oder politische Akzeptanz nur schwer quantifizierbar, obwohl sie maßgeblich über die tatsächliche Wirkung einer Maßnahme entscheiden können.

5.3 Praktische Anwendbarkeit und Implikationen für Stadtplanung

Die Auswahlmethodik zeichnet sich durch ihre niedrigschwellige Anwendbarkeit aus, da sie auf einer tabellarischen Datenbasis – konkret einer Excel-Tabelle – aufbaut. Dies erlaubt eine breite Nutzung auch in Kommunen mit begrenzten personellen oder technischen Ressourcen. Aufgrund der allgemeinen Vertrautheit mit Excel ist kein speziell geschultes Fachpersonal erforderlich, was die praktische Anschlussfähigkeit im Verwaltungsalltag erhöht.

Gleichwohl ist zu berücksichtigen, dass nicht alle Planungsdokumente das Ziel verfolgen, ein vollständig ausformuliertes Maßnahmenkonzept zu erstellen. In einigen Fällen ist die Erarbeitung eines konkreten Maßnahmenkatalogs nicht Bestandteil des planerischen Auftrags, etwa wenn lediglich eine strategische Zielbestimmung oder ein Leitbildprozess im Vordergrund steht. In solchen Fällen kann das Verfahren als ergänzendes Werkzeug verstanden werden, das die Option bietet, eine vertiefte Maßnahmenebene anschlussfähig an strategische Planungsprozesse zu entwickeln – ohne dies zwingend vorauszusetzen.

6. Fazit

Das vorgestellte Verfahren kann einen zentralen Beitrag zur Stärkung der Resilienz zukünftiger Mobilitätskonzepte leisten, indem es eine strukturierte,

transparente und datenbasierte Auswahl von Maßnahmen aus übergeordneten Plänen ermöglicht. Durch seine standardisierte Vorgehensweise wird nicht nur die Maßnahmenentwicklung nachvollziehbar gestaltet, sondern auch deren Anpassungsfähigkeit an sich wandelnde Rahmenbedingungen – etwa im Hinblick auf gesellschaftliche, technologische oder förderpolitische Veränderungen – deutlich erhöht.

Für StadtplanerInnen und politische EntscheidungsträgerInnen ergibt sich daraus die klare Empfehlung, Mobilitätskonzepte in einem kontinuierlichen Prozess überzuführend und laufend zu evaluieren, um auf exogene Einflüsse flexibel reagieren zu können. Die hier vorgestellte Methodik kann dabei als strukturierende Anleitung dienen, um Fortschreibungsprozesse zielgerichtet und ressourcenschonend umzusetzen.

Darüber hinaus sollte angestrebt werden, verschiedene sektorale Fachplanungen – etwa Verkehrs-, Klima-, Stadt- oder Freiraumkonzepte – stärker zu integrieren, um die Mobilitätsentwicklung als ganzheitlichen Prozess zu begreifen und Widersprüche zwischen Einzelstrategien zu vermeiden. Das vorgestellte Verfahren unterstützt dieses Ziel, indem es die systematische Bündelung und Bewertung von Maßnahmen über Planungsgrenzen hinweg ermöglicht. Insgesamt trägt das Verfahren dazu bei, den Übergang von strategischen Leitbildern zu operativ belastbaren Maßnahmenpaketen zu gestalten – und bietet damit eine praxisnahe, resilientorientierte Grundlage für die Entwicklung wirkungsorientierter und zukunftsfähiger Mobilitätskonzepte.

Literatur

Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr (StMB) (2022): Mobilitätskonzepte in neuen Wohnquartieren, München.

Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) (2024): <https://www.gesetze-im-inter-net.de/ksg/BJNR251310019.html>.

BSV 2023: Büro stadtVerkehr GmbH (2023): Stadt Pulheim Klimaschutzteilkonzept Mobilität, Hilden.

Fair spaces, CITIES FOR FUTURE, Goudappel (2024): Endbericht Mobilitätskonzept für die Vier- und Marschlande.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (Hrsg.) (2013): Hinweise zur Verkehrsentwicklungsplanung, Köln: FGSV Verlag.

Frehn, M., Diesfeld, J. & Othengrafen, M. (2021): Kommunale Mobilitätskonzepte: Handbuch des Zukunftsnetz Mobilität NRW. <https://www.zukunftsnetz-mobilitaet.nrw.de/downloadFile/121>

Hoffmann-Leichter Ingenieurgesellschaft mbH (2022): Mobilitätskonzept für die Universität Potsdam, Berlin.

Initiative Zukunftsmobilität, Imdahl Institut (2021): Mobilitätskonzept für den Landkreis Heilbronn, Trosingen.

Kipke, H. (1993): Systematisierung von Zielen und Maßnahmen der städtischen Verkehrsplanung, Dissertation am Lehrstuhl für Verkehrs- und Stadtplanung Technische Universität München, München.

Kipke, H. (2025): Zur Genese der autogerechten Stadt – Reflexionen zur Entwicklung eines Paradigmas, Köln: FGSV-Schriftenreihe.

Landkreis Oberhavel (Hrsg.) (2020): Landkreis Oberhavel Mobilitätskonzept 2040, Oranienburg.

PB Consult (2025): Verkehrsentwicklungsplan Treuchtlingen, Nürnberg.

Planersocietät (2020): Integriertes Mobilitätskonzept Bocholt 2035 Endbericht zum integrierten Handlungskonzept, Dortmund.

PTV Transport Consult GmbH (2019): Integriertes Mobilitätskonzept der Stadt Landau in der Pfalz, Landau.

PTV Transport Consult GmbH, Zebalog GmbH (2025): Endbericht Mobilitätskonzept für den Großraum Regensburg, Karlsruhe.

Rheinisch-Bergischer Kreis (2019): Maßnahmenkonzept - Integriertes Mobilitätskonzept für den Rheinisch-Bergischen Kreis, Bergisch Gladbach.

Rupprecht Consult (Hrsg.) (2019): Guidelines for Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan, Second Edition, Brüssel.

R+T Verkehrsplanung GmbH (2013): Stadt Trier Mobilitätskonzept 2025 Schlussbericht, Darmstadt.

R+T Verkehrsplanung GmbH (2022): Mobilitätskonzept Stadt Weiden i.d.OPf., Darmstadt.

Stadt Treuchtlingen (2025): Treuchtlingen Strukturdaten, <https://www.treuchtlingen.de/stadt/wirtschaft-gewerbe/strukturdaten>, 01.05.2025.

VCDB VerkehrsConsult Dresden- Berlin GmbH (2017): Mobilitätskonzept Kempten 2030, Kempten.

Wehnemann, K., Koßmann, M., Purr, K., Pagel, M., Steinbrenner, J. & Voß-Stemping, J. (2025): Treibhausgas-Projektionen 2025 – Ergebnisse kompakt, Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

AutorInnenangaben

Susanne Götz M.Eng.
Wissenschaftliche Mitarbeiterin
Intelligente Verkehrsplanung
Nuremberg Campus of Technology
Technische Hochschule Nürnberg
susanne.goetz@th-nuerberg.de

Inka Schmicker M.Eng.
Verkehrsingenieurin
Mobilitätsplanung - Transport
PB Consult GmbH
inka.schmicker@pbconsult.de

Prof. Dr.-Ing. Harald Kipke
Forschungsprofessur Intelligente Verkehrsplanung
Nuremberg Campus of Technology
Technische Hochschule Nürnberg
harald.kipke@th-nuernberg.de

Super Hamburg?

Verkehrsberuhigte Quartiere als Antwort auf Klimakrise und Urbanisierungsdruck – Eine integrative GIS-gestützte Potentialraumanalyse für Superblocks

Marius Hufnagel

Siehe AutorInnenangaben

Abstract

Superblocks sind mehr als nur eine Maßnahme zur Verkehrsberuhigung dicht besiedelter Wohnstraßen. Das ursprünglich aus Barcelona stammende Modell trägt nachweislich zu einer lebenswerteren und klimaresilienteren Stadt bei und weist dabei große transformative Potentiale auf. Das Modell bietet Möglichkeiten Maßnahmen flexibel an räumliche Gegebenheiten und Bedarfe auszurichten, um gezielt lokale klimatische, gesundheitliche und sozio-ökonomische Belastungen in den Blick zu nehmen. Mithilfe einer GIS-gestützten Methodik werden 13 Indikatoren zur Identifikation räumlich differenzierter Eignungsräume ausgewertet. Die Ergebnisse zeigen, wie auf Grundlage einer integrativen Datenanalyse resiliente Verkehrsnetze und öffentliche Räume adaptiv und lokal gerecht geplant werden können.

Schlagwörter / Keywords:

Urbane Mobilität, GIS, Superblock, integrative Planung, Entsiegelung, Klimawandeladaption, Resilienz

1. Einleitung

Mit stetig größer werdenden Autos sowie steigenden oder anhaltend hohen Pkw-Dichten in vielen Städten, wie auch in Hamburg (Statistikamt Nord 2023), treten vermehrt die Nachteile der Massenmotorisierung und des bestehenden Verkehrssystems in den Vordergrund. Zunehmend lässt sich ein Transformationsdruck erkennen, welcher zum einen direkt, aufgrund negativer Auswirkungen wie Lärm und Luftverschmutzung, Bewegungsarmut, mangelnder Flächengerechtigkeit im öffentlichen Raum oder dadurch geförderter sozialer Ungleichheit entsteht, aber auch indirekt, in Folge der voranschreitenden Klimakrise (vgl. Rueda 2019, S. 143 ff.). So ist einerseits eine Mitigation der Klimafolgen durch eine Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs (MIV) erforderlich, andererseits, und für Städte von großer Bedeutung, eine Adaption an bereits absehbare Folgen, wie steigende Starkregengefahren, lange Hitzeperioden, oder Wassermangel. Damit ist die autozentrierte Stadt, wie sie seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts entwickelt wurde, den Herausforderungen und Ansprüchen des 21. Jahrhunderts nicht mehr gewachsen und bedarf neuer Konzepte für eine resiliente und lebenswerte Stadt.

Ein Konzept, das eine Neuaufteilung städtischer Flächen des öffentlichen Raumes zum Ziel hat, sind die erstmals 2003 in Barcelona getesteten und in den darauffolgenden Jahren weiterentwickelten Superilles (UBA 2021). Superilles, im internationalen Kontext als Superblocks bekannt, sind ein städtebauliches Verkehrsberuhigungskonzept, welches 1987 von Salvador Rueda entworfen, seitdem mehrfach implementiert, und in verschiedenen Städten international nachgeahmt wurde (Cocco und Scaglione 2024a, S. 17; difu 2024, S. 6). Durch das Modell wird der öffentliche Raum eines Quartiers neu organisiert, indem Straßen zwischen mehreren Häuserblöcken zu einem Superblock zusammengefasst werden und mit verschiedenen Maßnahmen, wie Diagonalsperren, Einbahnstraßen, oder Fußgängerzonen, eine verkehrsberuhigende Wirkung erzielt wird. Dabei werden Flächen, die ehemals dem MIV vorbehalten waren, für den Fuß- und Radverkehr gewonnen und gleichzeitig für alternative Nutzungen, wie Grünflächen, Spielplätze, oder Aufenthaltsflächen, verfügbar gemacht (Rueda 2019, S. 140 ff.). So kann durch die Umgestaltung von Straßen und Plätzen die Lebensqualität der

Bewohner*innen eines Quartiers verbessert und lokale Flächen für die Versickerung, Begrünung und Beschattung geschaffen werden. Superblocks stellen damit ein vielversprechendes Konzept dar, um sowohl Klimawandeladaptation in dicht besiedelten Räumen voranzutreiben, die Mobilitätswende lokal zu fördern, als auch eine sozial verträglichere Stadt zu gestalten.

Die Übertragung dieses Konzeptes auf andere Städte scheint somit naheliegend. Jedoch gilt es dabei deutliche Unterschiede zwischen Barcelona und organisch gewachsenen Städten zu berücksichtigen. Neben unterschiedlichen gesellschaftlichen, rechtlichen, und klimatischen Voraussetzungen stellt die städtebauliche Struktur die maßgebliche Herausforderung dar. Das für Barcelona typische rechteckige Straßenraster, sowie deren hohe Bebauungs- und Bevölkerungsdichte, bietet eine geeignete Grundstruktur für ihr Superblock-Konzept. Bei einer Übertragung des Superblock-Modells ist daher eine Überprüfung geeigneter Stadtstrukturen anhand einer Auseinandersetzung mit bereits implementierten und evaluierten Superblocks (oder Superblock-ähnlichen Konzepten) außerhalb Barcelonas zielführend. Darüber hinaus lassen sich Superblocks nicht allein als kleinräumiges Verkehrsberuhigungskonzept definieren, vielmehr stellen sie ein Stadtentwicklungsmodell mit transformativen Ansprüchen dar. Neben kleinräumig-lokalen Effekten erzielen Superblocks stadtweite transformative Wirkungen jedoch erst bei einer Hochskalierung des Modells, indem sie als ein gesamtstädtisches Konzept verstanden werden. Eine dichte und gut geplante Verteilung und Vernetzung mehrerer Superblocks hat demnach das Potential großen Einfluss auf die Stadtentwicklung und das allgemeine Mobilitätsverhalten in einer Stadt zu nehmen (vgl. Rueda 2019, S. 142 ff.). Für einen stadtweiten Übertragungsversuch des Superblock-Modells sind daher die folgenden drei übergeordnete Fragen zu beantworten:

- Welche Teile der Stadt sind stadtmorphologisch-strukturell geeignet?
- Wo ist eine Implementierung klimatisch und sozio-demographisch sinnvoll?
- Wo ist eine Implementierung verkehrstechnisch umsetzbar?

Um den aufgeführten Fragen strategisch nachzugehen und somit zielgerichtet Eignungsräume für Superblock-Kandidaten identifizieren zu können, wird in diesem Artikel eine neue integrative und GIS-gestützte Herangehensweise am Beispiel Hamburgs vorgestellt. Im Gegensatz zu vielen Referenzstudien berücksichtigt die entworfene Potentialraumanalyse sowohl siedlungsstrukturelle und verkehrliche als

auch klimatische und sozio-demographische Aspekte, wie Entsiegelungs- und Kühlungspotentiale, gesundheitsrelevante Belastungen, oder sozio-ökonomische Bedarfe.

2. Von der Relevanz neuer Konzepte

Die Urbanisierung schreitet weltweit voran. Prognosen zufolge werden bis 2050 etwa 68% der Weltbevölkerung in städtischen Gebieten leben (UN 2019, S. 5). Diese Entwicklung bringt zahlreiche Herausforderungen mit sich, darunter die Notwendigkeit, den Energieverbrauch zu senken, die Luftqualität zu verbessern und die Lebensqualität zu erhöhen. Städte sind zentrale Akteure im Kampf gegen den Klimawandel, da sie für einen Großteil der globalen Treibhausgasemissionen verantwortlich sind (GERICS und KfW 2015, S. 1). Gleichzeitig stellt der Klimawandel eine der größten Bedrohungen für städtische Gebiete dar. Städte sind besonders anfällig für die Auswirkungen des Klimawandels, wie extreme Wetterereignisse und Urban Heat Island-Effekte (UHI), die höhere Temperaturen in städtischen Gebieten begünstigen (ebd. S. 3). Diese klimatischen Veränderungen können direkte Auswirkungen auf die Gesundheit der Bewohner*innen der Stadt haben, einschließlich erhöhter Hitzebelastung und einer Zunahme von Atemwegserkrankungen aufgrund schlechter Luftqualität (ebd.). Besonders vulnerable Gruppen, wie alte Menschen, Menschen mit Atemwegs- oder Kreislauferkrankungen, Menschen mit Behinderungen, sowie Kinder, sind überproportional stark von Auswirkungen des Klimawandels betroffen (ebd. S. 8). Zudem beeinflusst Hitze auch das Mobilitätsverhalten, wie beispielsweise eine Studie am Beispiel Bostons nachweisen konnte (Basu, et al. 2024). Eine starke Hitzebelastung bewirkt demnach zum einen eine geänderte Routenwahl des Fußverkehrs zugunsten schattiger, aber potentiell längerer Wege, zum anderen geschieht ein Modal-Shift vom Fußverkehr zum (ggf. klimatisierten) MIV. Auch die komplette Vermeidung von Wegen (bspw. bei fehlendem Zugang zu einem Auto) ist erkennbar sowie daraus potentiell resultierenden Einschnitten in die Lebensqualität und Teilhabe (ebd. S. 11 f.). Anstrengungen in eine Verkehrswende, beispielsweise durch den Ausbau des ÖPNVs, werden an heißen Tagen hinfällig, wenn sich Menschen aufgrund des Fußweges zur Station gegen den ÖPNV und für das Auto entscheiden. Die Entsiegelung und Begrünung besonders hitzeintensiver Straßen erhöht somit nicht nur die Aufenthaltsqualität im öffentlichen Raum, sondern ist eine Grundlage für das Gelingen der Verkehrswende und für die gesellschaftliche Teilhabe. Durch die Entsiegelung von Asphalt oder anderen versiegelten Flächen im öffentlichen Raum lässt sich einerseits der Anteil der Flächen reduzieren, die viel Hitze ausstrahlen, andererseits lässt sich durch das dortige Pflanzen von Bäumen Schatten gewinnen, welcher umliegende versiegelte

Flächen überdeckt, hohe Temperaturen verträglicher macht und durch Verdunstung für Abkühlung sorgen kann (McDonald, et al. 2023, S. 98). Die nachträgliche Begrünung bestehender Straßenräume kann somit eine gesteigerte Klimaresilienz in Städten erwirken.

Eine Transformation des öffentlichen Raumes steht maßgeblich dem aktuell vielerorts vorherrschenden System der autogerechten Stadtplanung entgegen. Nicht nur der fließende, sondern auch der ruhende motorisierte Individualverkehr nimmt im öffentlichen Raum große Flächenanteile ein. Pkw werden über 23 Stunden am Tag (96 %) nicht bewegt (Canzler 2023, S. 3 f.) und beanspruchen dabei gemessen an Parkständen eine Fläche von jeweils bis zu 13,11 m² (BVM 2017, S. 73). Gleichzeitig besaßen im Jahr 2023 nicht einmal 44 % der Menschen in Hamburg ein eigenes Auto (Statistikamt Nord 2023). Damit lassen sich insbesondere in Hinblick auf die überdurchschnittliche Mehrfachbelastung sozio-ökonomisch benachteiligter Bürger*innen auch Fragen der (Umwelt-) Gerechtigkeit stellen (SenUMVK 2022a, S. 24). Eine sozial-ökologische Umgestaltung öffentlicher Räume, die nicht nur die Mitigation des Klimawandels anstrebt, sondern insbesondere auch Möglichkeiten einer Adaption, sowie soziale und wirtschaftliche Vorteile mit sich bringen, erscheint angebracht. Öffentliche Räume, die für alle zugänglich und nutzbar sind, fördern die soziale Interaktion und das Gemeinschaftsgefühl. Sie bieten Raum für Freizeitaktivitäten, Erholung und kulturelle Veranstaltungen, was zur Verbesserung der Lebensqualität beitragen kann (Changing Cities e.V. 2023, S. 6). Aber auch wirtschaftlich betrachtet können sich gut gestaltete öffentliche Räume lohnen, indem sie die Attraktivität von Stadtvierteln erhöhen, was zu einer Belebung des lokalen Handels führen kann (ebd.).

Angesichts der zunehmenden Urbanisierung und der damit verbundenen Herausforderungen, wie dem Klimawandel, soziale Ungleichheit und gesundheitliche Belastungen, ist die Relevanz der Transformation urbaner Räume unbestritten. Die nachhaltige und zukunftsweisende Umgestaltung öffentlicher Räume ist daher ein zentrales Thema in der modernen Stadt- und Verkehrsplanung (Meyer 2013, S. V ff.). Neben verschiedenen Konzepten einer nachhaltigeren Stadt, wie der 15-Minuten-Stadt, die eine funktionale Nähe zwischen Wohnen, Arbeiten, Freizeit und Versorgung anstrebt (Moreno, et al. 2021), oder Jan Gehls Verständnis einer lebendigen, sicheren, nachhaltigen und gesunden Stadt, welche die Rückgewinnung öffentlicher Räume für den Fuß- und Radverkehr priorisiert und damit ein „menschliches Maß“ fordert (Gehl 2010), stellen insbesondere **Superblocks** ein vielversprechendes und übertragbares Modell dar.

3. Superblocks als Antwort auf drängende Herausforderungen – Mehr als eine Maßnahme zur Verkehrsberuhigung dichter Wohnquartiere?

Superblocks lassen sich als städtische Organisationseinheiten definieren, die eine Grundlage für eine Reihe von urbanen Transformationsstrategien bieten (Cormenzana 2024, S. 97). Ziel des Modells ist es (vorwiegend) bestehende Quartiere lebenswerter umzugestalten, indem durch die Schaffung interner „nachbarschaftlicher Straßen“ qualitativ hochwertiger Platz für Aufenthalt geschaffen und aktive Mobilität ermöglicht und gefördert wird (Cocco 2024, S. 81 ff.). Grundlage für diese umfassenden Umgestaltungen ist die Umorganisation des MIVs mithilfe von Einbahnstraßen und Durchfahrtsbeschränkungen, ohne die Erreichbarkeit durch den MIV grundlegend zu unterbinden, wie Abbildung 1 schematisch verdeutlicht (ebd.). So werden am klassischen Beispiel Barcelonas neun Baublöcke (3 x 3) zu einem Superblock zusammengefasst, welcher damit eine Länge und Breite von jeweils 400 Metern aufweist (Rueda 2019, S. 141).

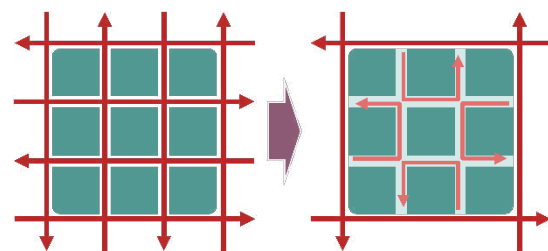


Abbildung 1: Schematische Darstellung einer möglichen Verkehrslenkung in Superblocks: links: herkömmliches Verkehrsnetz in Barcelona; rechts: schematische Darstellung der Führung des MIVs in Superblocks (Eigene Darstellung)

Je höher die Dichte einer Stadt, desto weniger Infrastruktur und Grundfläche pro Person wird benötigt, Wege werden kürzer und der Umweltverbund effizienter, womit die Abhängigkeit von einem Auto abnimmt. Eine Verdichtung der Stadt ist daher relevant für dessen nachhaltige Entwicklung. Jedoch wird aus Gründen der Flächenversiegelung häufig gegen eine Verdichtung argumentiert. Superblocks bieten einen viel versprechenden Trade-off, indem sie eine dichte Besiedelung zulassen, während sie gleichzeitig Möglichkeiten bieten urbane Grünflächen schaffen (Eggmann 2025, S. 5). Die Klimaanpassungsstrategie der Bundesregierung sieht eine Identifikation von Stadtgebieten vor, die aufgrund ihrer Lage und Art der Bebauung klimatische Defizite aufweisen. Ziel ist es, künftig mehr kühlende Grünflächen in der Nähe von Arbeits- und Wohnorten zu schaffen (Mendgen 2024). Die Schaffung lokaler Versickerungs- und Rückhalteflächen bietet das Potential sowohl Hitzebelastung als auch Starkregen- und Überflutungsrisi-

ken in Folge des Klimawandels zu reduzieren (Eggimann 2025, S. 5; BUKEA 2024, S. 3). Durch hohe Umverteilungspotentiale bieten Superblocks beträchtliche Möglichkeiten der Entsiegelung und damit der Förderung blau-grüner Infrastrukturen. Eine integrierte Analyse von Entsiegelungspotentialen bei der Suche von Superblockkandidaten ist daher empfehlenswert.

Superblocks bieten darüber hinaus eine breite Palette an Umgestaltungsmöglichkeiten im öffentlichen Raum, die aus der deutlichen Umverteilung von Flächen hervorgeht (vgl. Eggimann 2022a). Damit gehen die potentiellen Vorteile des Superblockkonzeptes weit über die einer reinen Verkehrsberuhigungsmaßnahme hinaus. Die Einschränkung des MIV-Durchgangsverkehrs reduziert sowohl lokale Feinstaubemissionen und Lärm und erhöht zugleich die Verkehrssicherheit, während die Umstrukturierung des Verkehrs Flächen freisetzt, die für vielfältige Nutzungen eröffnet werden und damit zahlreiche Potentiale bieten.

Potentiale und positive Auswirkungen von Superblocks oder vergleichbaren Konzepten wurden bereits vielseitig untersucht. So bieten Superblocks, neben dem bereits Aufgeführten, nachweisbare Potentiale,

- den innerquartierlichen **MIV deutlich zu reduzieren** ohne nennenswerte Auswirkungen auf umliegende Straßen zu haben (Casorrán 2024, S. 116; Thomas und Aldred 2023, S. 7 f.; Bauer, et al. 2023, S. 10),
- für einen stadtweiten **Modal Shift** vom MIV auf andere Verkehrsmittel beizutragen (Mueller, et al. 2020, S. 9; Mueller und Nieuwenhuijsen 2024, S. 128; Müller, et al. 2023, S. 8 ff.),
- die **Attraktivität** und (soziale) **Nutzbarkeit öffentlicher Räume**, insb. für ältere Menschen, zu steigern (ASPB 2021, S. 5; Torrens 2024, S. 149; UBA 2021, S. 9 f.),
- eine **Reduzierung gesundheitlicher Risiken** aufgrund mangelnder Luftqualität, Lärmbelastungen und Hitzestress zu erreichen (ASPB 2021, S. 5; Mueller, et al. 2020, S. 9 f.; Khreis, et al. 2019, S. 597 ff.; Bergefurt, et al. 2019, S. 15),
- die **soziale Interaktion und Teilhabe** in Quartieren zu stärken (Puig-Ribera, et al. 2022, S. 10; Torrens 2024, S. 151 f.),
- die **lokale Wirtschaft** durch gesteigerte Attraktivität und Aufenthaltsqualität im Quartier zu fördern (Cormenzana 2024, S. 103; Große und Böhmer 2019, S. 97 ff.; Changing Cities e.V. 2023, S. 6),
- sowie die **thermische Belastung** in öffentlichen Räumen durch Entsiegelung und Baumpflanzungen zu reduzieren (Rueda 2019, S. 148 f.).

Die meisten der aufgeführten Auswirkungen stehen in gegenseitiger Abhängigkeit zueinander, erfordern eine deutliche Umgestaltung des öffentlichen Raums und entfalten ihr volles Potential erst bei einer möglichst flächendeckend hochskalierten Implementierung von Superblocks.

4. Übertragung des Superblock-Modells

Das orthogonale Raster Barcelonas ermöglicht eine standardisierte Implementierung von Superblocks. Aufgrund unterschiedlicher Nachbarschaftsstrukturen, beteiligten Akteur*innen, oder anderen lokalen Gegebenheiten ist eine identische Umsetzung zweier Superblocks jedoch selbst in Barcelona nicht möglich (Cocco und Scaglione 2024b, S. 267). Da es keine strikte Definition gibt, welche Form und Größe notwendig ist, oder welche Elemente zwingend enthalten sein müssen, handelt es sich bei Superblocks um ein flexibles und adaptierbares Modell (Eggimann 2025, S. 2). Angepasst an lokale Bedingungen sieht auch Salvador Rueda eine Übertragbarkeit der Grundgedanken des Superblock-Modells auf andere Städte und Stadtstrukturen (Rueda 2019, S. 142). Verschiedene Implementierungen im deutschsprachigen Raum zeigen dies exemplarisch (vgl. Hug, et al. 2024, S. 15 f.; Stadt Wien o. J.; Bernard Gruppe und Stadt Leipzig 2024, S. 9; Mölter 2024; Kanton Basel-Stadt 2024b; Kanton Basel-Stadt 2024a; Changing Cities e.V. 2024; Landeshauptstadt Stuttgart 2024).

Viele der Beispiele zeigen jedoch auch, dass die Standortwahl bei der Implementierung von Superblocks häufig auf Bottom-up-Bestrebungen aus der engagierten Zivilgesellschaft zurückzuführen ist. Aus Sicht der sozialräumlichen Gerechtigkeit ist es jedoch wesentlich, Superblocks nicht ausschließlich in bereits privilegierten Stadtteilen umzusetzen, sondern gezielt in jenen Quartieren, die am stärksten unter Verkehrsbelastungen, mangelnder Aufenthaltsqualität oder Hitzeinseln leiden (Eggimann 2025, S. 5; Brenner, et al. 2024, S. 10). Eine dahingehende, top-down organisierte Priorisierung kann helfen, bestehende Ungleichheiten abzubauen, indem sie besonders von Belastungen betroffene und oft benachteiligte Bevölkerungsgruppen stärker in die Vorteile einer umwelt- und sozialgerechten Umgestaltung des Straßenraums einbezieht (ebd.). Eggimann (2025) betont, dass ein Kompromiss zwischen leicht umsetzbaren Standorten und solchen, die die größten Potentiale bieten, sorgfältig abzuwägen sei. Viertel, die eine Superblock-Implementierung erfahrungsgemäß befürworten, verfügen oft über politische Ressourcen zur Förderung der Umsetzung, sind jedoch nicht unbedingt die am stärksten von städtischer Hitze, Verkehrslärm oder -verschmutzung betroffenen Gebiete (ebd. S. 5).

Untersuchungen und Beispiele aus verschiedenen Städten verdeutlichen, dass sich Superblocks in unterschiedlich strukturierten Stadtquartieren erfolgreich umsetzen lassen. Entscheidend ist dabei weniger die konkrete Anzahl zusammengefasster Baublöcke als vielmehr die konsequente Neuausrichtung des öffentlichen Raums auf den Umweltverbund und die damit verbundene Abkehr von einer autozentrierten Stadtplanung des 20. Jahrhunderts. Gerade diese Entpriorisierung des MIVs eröffnet vielfältige Möglichkeiten, urbane Räume neu zu denken und hinsichtlich Aufenthaltsqualität, Klimaanpassung und sozialer Teilhabe aufzuwerten. Superblocks weisen dabei zahlreiche Schnittmengen mit bestehenden Verkehrsberuhigungs- und Stadtentwicklungsansätzen auf. Das Besondere am Superblock-Modell ist jedoch sein klar umrissenes Grundkonzept, das sich in unterschiedlichen städtebaulichen Kontexten anwenden lässt und zugleich eine stadtweite Skalierung anstrebt. Es wird deutlich, dass für eine strategisch wirksame Implementierung gezielt jene Quartiere ausgewählt werden sollten, in denen **Bedarfe, Belastungen und Potentiale** besonders hoch sind.

Für die auf der umfassenden Fallbeispiel- und Literaturrecherche aufbauenden Potentialraumanalyse wurde folgende grundlegende Definition des Superblock-Modells formuliert:

Das Superblock-Modell stellt einen skalierbaren und adaptiven Planungsansatz dar, der darauf abzielt, verkehrsberuhigte städtebauliche Einheiten (Superblocks) zu schaffen. Der Begriff „Superblock“ wird dabei nicht als starr definiertes Verkehrskonzept verstanden, sondern vielmehr als ein flexibles und dynamisches Modell der Stadtentwicklung, das sich an lokale Gegebenheiten und Anforderungen anpassen lässt, solange es grundlegende sozial-ökologische und transformative Ansprüche erfüllt. Insofern fungiert „Superblock“ als Sammelbezeichnung für unterschiedliche mögliche Konzepte, die auf der strategischen Zusammenführung mehrerer Baublöcke und der weitgehenden Reduktion des motorisierten Durchgangsverkehrs beruhen. Sie ermöglichen damit den öffentlichen Raum systematisch für Fuß- und Radverkehr, Aufenthaltsqualität sowie ökologische und klimatische Aufwertungen zurückzugewinnen. Ziel des Modells ist eine Steigerung der Lebensqualität durch die Verringerung von Lärm, Emissionen und Verkehrsaufkommen, ein verbesserter Zugang zu Grün- und Freiräumen sowie die Förderung von Flächen- und Nutzungsgerechtigkeit. Die Umsetzung des Modells erfolgt unter Berücksichtigung lokaler Gegebenheiten. Größe, Form und Anzahl der zusammengefassten Baublöcke ist dabei variabel, sofern die verkehrsreduzierende Wirkung, Potentiale für alterna-

tive Nutzungen und die Implementierbarkeit benachbarter Superblocks gewährleistet bleiben. Indikatoren wie Bevölkerungsdichte, Erreichbarkeit sowie lokale Umgestaltungspotentiale, -belastungen und -bedarfe liefern dabei fundierte Anhaltspunkte zur Bewertung der Wirksamkeit einer Implementierung.

5. Integrative Potentialraumanalyse für Superblocks am Beispiel von Hamburg

Obwohl Superblocks inzwischen ein bekanntes und viel diskutiertes Konzept in der Verkehrs- und Stadtplanung darstellen, und in einigen (vorrangig europäischen) Städten bereits Übertragungsversuche durchgeführt wurden, ist die Auswahl von Studien, die sich mit den Potentialen einer Übertragung sowie damit verbundenen individuellen Anpassungsbedarfen beschäftigen, sehr begrenzt. Während sich die meisten untersuchten Studien mit Auswirkungen der Superblockimplementierung, hauptsächlich in Barcelona, auseinandersetzen, analysieren nur wenige Studien Eignungsräume für dessen Implementierung (Nieuwenhuijsen, et al. 2024, S. 5). Studien wie Eggimann 2022b, Li und Wilson 2023, Nguyen, et al. 2024, Frey, et al. 2020, oder Müller, et al. 2023 entwickeln Superblockkandidaten meist allein auf Grundlage struktureller Kennzahlen, wie Größe und Bevölkerungsdichte, sowie verkehrlicher Eigenschaften, bevor sie potentielle Auswirkungen der Superblockstandorte bewerten. Eine vorgeschaltete Standortbewertung in „geeignet“ oder „ungeeignet“ kann jedoch zur Folge haben, dass Gebiete, die hohen Belastungen ausgesetzt sind und die von Superblocks überproportional profitieren würden, allein aufgrund einer unter dem Schwellenwert liegenden Bevölkerungsdichte frühzeitig ausgeschlossen werden. Viele Referenzstudien greifen darüber hinaus häufig nur einseitige Indikatoren auf und berücksichtigen selten ein umfassendes Spektrum möglicher Wirkungen. Dennoch liefern sie wertvolle Anhaltspunkte für die Entwicklung einer integrativen Potentialraumanalyse. Methodisch angelehnt, wenngleich ohne Superblock-Bezug, stehen die Untersuchungen zur Umweltgerechtigkeit aus dem Berliner Umweltatlas. Um gezielt Handlungsbedarfe aufzeigen zu können, wurde für die Integrierte Mehrfachbelastungskarte ein fünfteiliger Kernindikatorensatz aus sozialen und ökologischen Belastungen stadtübergreifend untersucht und Überschneidungen identifiziert (SenUMVK 2022b).

Die Vergleiche zeigen, dass für die Identifizierung vielseitig geeigneter Potentialräume für Superblocks eine integrative GIS-gestützte Geodatenanalyse angebracht ist, die städtebauliche, sozio-demographische, klimatische und verkehrliche Aspekte integriert berücksichtigt. Folglich bedarf es einer Methodik, die verschiedene Datenquellen und Analyseansätze

kombiniert. Die drei, auch von Horvath et al. (2024, S. 31 f.) formulierten, übergeordneten Schlüsselkriterien für die Implementierung von Superblocks, **Verkehrsberuhigung**, **Steigerung der Lebens- und Aufenthaltsqualität** sowie **Klimawandelanpassung**, dienen als Grundlage, um relevante Indikatoren zu strukturieren. Darüber hinaus sollte für die konzeptionelle Operationalisierung des Superblock-Modells jedoch auch die heterogene Stadtmorphologie Hamburg hinsichtlich der **Struktur und Funktion** auf ihre generelle Eignung überprüft werden (siehe Abbildung 2).



Abbildung 2: Drei Schlüsselkriterien für zielgerichtete die Implementierung von Superblock nach Horvath et al. (2024, S. 31), ergänzt durch die strukturelle und funktionale Grundeignung (Eigene Darstellung)

Eine sinnvolle, kleinskalige Maßstabsebene für die Untersuchung von Superblockpotentialen stellen Baublöcke dar, die sich anschließend zu Superblocks zusammenfassen lassen. Die Vorauswahl von möglichen „Potentialblöcken“, die nachfolgend anhand der Schlüsselkriterien untersucht wurden, dient der Sicherstellung zielgerichteter Ergebnisse. So wurden Baublöcke, die deutlich den angestrebten Mindestanforderungen widersprechen, wie beispielsweise eine sehr geringe Bebauungsdichte (< 30 %, vgl. Nguyen, et al. 2024), sowie industrielle, landwirtschaftliche oder zu große Flächen, vorab aussortiert (siehe Abbildung 3, oberer Teilbereich). Ziel war es jedoch zunächst alle urbanen Siedlungsflächen, unabhängig von den anschließend untersuchten Indikatoren, als potentielle Untersuchungsräume beizubehalten.

Nachfolgend wurde die Analyse relevanter Indikatoren der Schlüsselkategorien Klimawandeladaptation und -mitigation, Lebens- und Aufenthaltsqualität, sowie Struktur und Funktion angestellt. Dafür sind auf Grundlage der Literaturrecherche die folgenden 13 Indikatoren ausgearbeitet und untersucht worden:

- Belebtheit (Bevölkerung, Arbeitsplätze, Ziele)
- ÖPNV-Erschließung
- Bedeutung für Schulwege
- Fußverkehrsbedeutung
- Parkstandverhältnismäßigkeit

- Verteilungsgerechtigkeit (Flächen im öffentlichen Raum)
- Sozioökonomische Bedarfe
- Altersbedarfe (ü65)
- Kühlungspotentiale (Hitzebelastung, Beschattung, Bodenkühlleistung)
- Entsiegelungspotentiale (Starkregengefahren, Versiegelung, Bodenbeschaffenheit)
- Lärmbelastung (Tag und Nacht-Belastungen)
- Luftschadstoffbelastung (PM_{2,5}, PM₁₀, O₃, NO₂)
- Grünraumbedarfe

Entsprechende Datengrundlagen wurden in einem mehrstufigen Prozess auf Baublockebene aggregiert, sodass für jeden Baublock spezifische Indikatorwerte, klassifiziert in drei Wertungskategorien (geringe (1), mittlere (2), oder hohe Potentiale (3)), ermittelt werden konnten. Wie der mittlere Teilbereich von Abbildung 3 schematisch verdeutlicht, konnten die Daten durch die einheitliche Skalierung überlagert werden und stellen damit die Grundlage für die integrative Potentialraumanalyse dar.

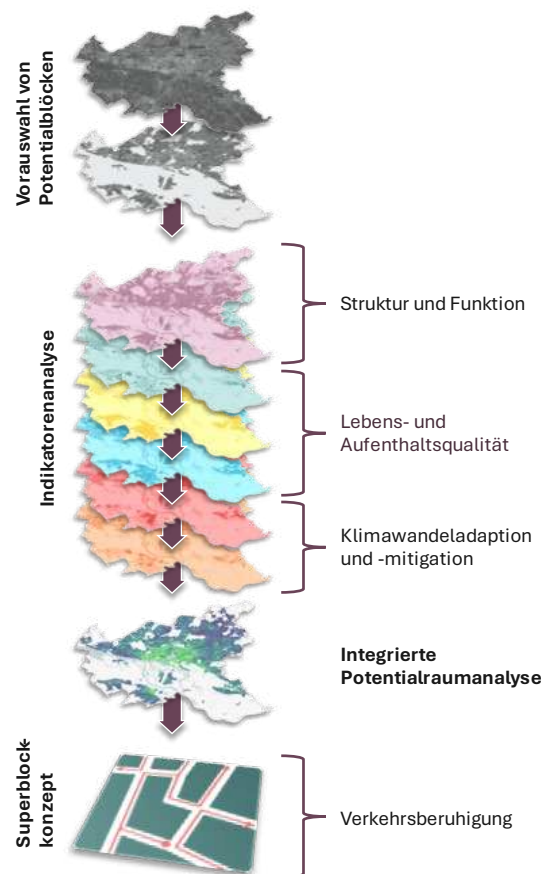


Abbildung 3: Schematische Darstellung der methodischen Reihenfolge: Vorauswahl von Potentialblöcken, Überlagerung verschiedener Superblock-relevanter Indikatoren für die integrative Potentialraumanalyse, sowie abschließende Konzeptentwicklung und Skizzierung verkehrsberuhigender Maßnahmen (Eigene Darstellung)

Die Ergebnisse der Integrativen Potentialraumanalyse lassen schließlich eine strategische räumliche

Verortung potentieller Superblockkandidaten zu. Sie bildet damit die Grundlage für die Entwicklung spezifischer Superblock-Konzepte, welche das verbleibende Schlüsselkriterium der Verkehrsberuhigung adressieren (siehe Abbildung 3, unterer Teilbereich).

6. Bestimmung von Entsiegelungspotentialen zur Anpassung von Verkehrsinfrastrukturen an extreme Wetterereignisse

Die Verarbeitung, Analyse und Klassifizierung der 13 Indikatoren erfordert, aufgrund unterschiedlicher Skalierungen, Variablen, Daten- und Geometrietypen der jeweiligen sekundären Datengrundlagen, individuelle methodische Herangehensweisen. Für die Berücksichtigung des Schlüsselkriteriums *Klimawandeladaptation und -mitigation* stellt die Untersuchung des Indikators *Entsiegelungspotentiale* eine wichtige Rolle hinsichtlich einer Superblock-bedingten Anpassung von Verkehrsinfrastrukturen an extreme Wetterereignisse. Aus diesem Grund wird im Folgenden exemplarisch näher auf diesen Indikator eingegangen.

Zur Identifikation sinnvoller Versickerungsflächen sind drei Fragen von zentraler Bedeutung:

Erstens stellt sich die Frage, wo sich Wasser bei starken Niederschlägen oberirdisch sammelt. Dabei spielen Oberflächenabfluss, Kapazitäten der Kanalnetze, sowie lokale Versickerung wichtige Rollen. Für das Untersuchungsbeispiel Hamburg erweist sich die städtische Starkregengefahrenkarte (SRGK) als geeignete Datengrundlage (vgl. BUKEA 2024). Sie gibt hochauflösende (1 x 1 m Raster) Aufschlüsse über Wassertiefen bei Starkregenereignissen und macht somit nicht nur Überflutungsgefahren deutlich, sondern ermöglicht es auch allgemeingültige Einschätzungen über das Fließverhalten und die Stauung von Niederschlägen treffen zu können.

Zweitens müssen Daten über versiegelte Flächen, auf denen sich Wasser ansammelt, vorliegen, um Potentiale einer Entsiegelung beurteilen zu können. Dafür wurde die Feinkartierung Straße der Stadt Hamburg (FHH und BVM 2023) hinsichtlich versiegelter Flächenanteile ausgewertet.

Drittens gilt es Versickerungspotentiale der darunter liegenden Böden zu berücksichtigen. Eigenschaften des Bodens wie Neigung, geologische Beschaffenheit oder versickerungsfähige Tiefe sind relevante Grundlagen, um die bodenbezogene Versickerungsfähigkeit beurteilen zu können. Für die Potentialraumanalyse diente die Versickerungspotentialkarte der Stadt Hamburg als geeigneter Sekundärdatensatz (vgl. BUKEA und HAMBURG WASSER 2018). Sie unterscheidet die Versickerungsfähigkeit in vier ordinale Klassen, von „unwahrscheinlich“ (0) bis „möglich“ (3) (ebd. S. 17).

Um die räumlichen Handlungsspielräume von Superblocks zu berücksichtigen, wurden für die Verwendung in der integrativen Potentialraumanalyse alle drei Datensätze zunächst auf die versiegelten Potentialflächen (Flächen des öffentlichen Raums innerhalb der Potentialblockflächen mit Ausnahme von Hauptverkehrsstraßen) je Potentialblock zugeschnitten. Je Potentialblock wurde anschließend die maximale Wassertiefe (in cm) bei einem Starkregenereignis (SRI7) aus der SRGK, der Anteil versiegelter Fläche der Potentialfläche, sowie der flächengewichtete Mittelwert aus den Polygonen der Versickerungspotentialkarte berechnet und multipliziert. Die daraus resultierenden Werte geben einen relativen Aufschluss über das Entsiegelungspotential des jeweiligen Baublocks. Mithilfe der abschließenden Klassifizierung in drei Klassen durch Ermittlung von Quantilen (untere 25 %, mittlere 50 %, obere 25 %) ließen sich Hamburg-spezifische Handlungsbedarfe identifizieren, wie Abbildung 4 darstellt.

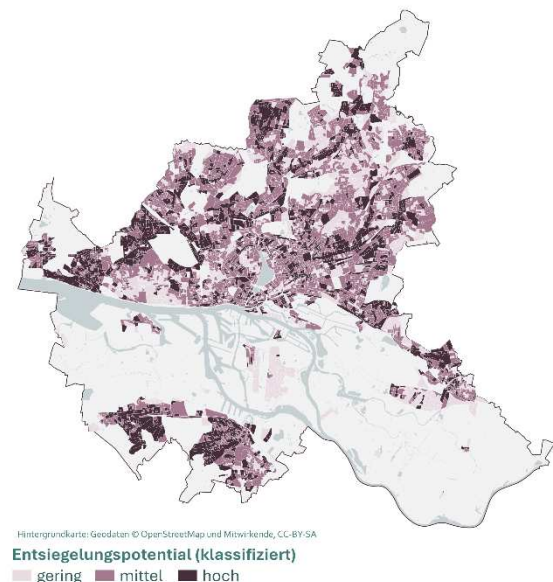
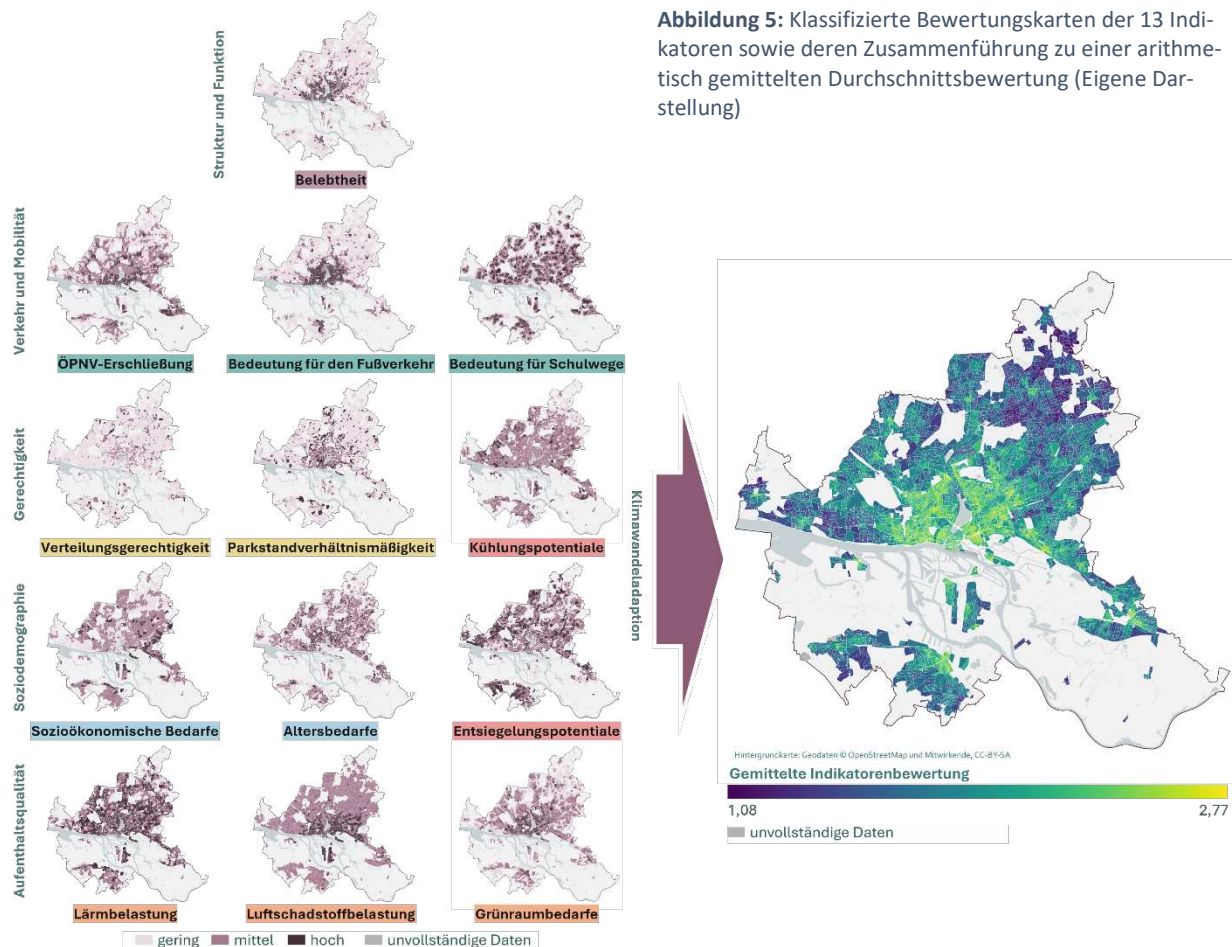


Abbildung 4: Klassifizierung der Entsiegelungspotentiale je Potentialblock (Eigene Darstellung)

7. Von der Potentialraumanalyse zum Superblock

Die ungewichtete Überlagerung der 13 Indikatoren, wie sie in Abbildung 5 dargestellt wird, gibt bereits Aufschluss über die Häufung hoher Potentialbewertungen individueller Baublöcke. Eine spezifischere Differenzierung zwischen den unterschiedlichen Indikatoren erweist sich jedoch als angebracht, da nicht jedes untersuchte Kriterium eine gleichgewichtete Bedeutung an einer sozial-ökologischen Transformation der Stadt aufweist. Um räumliche Eignungswerte für potentielle Superblock herleiten zu können und entsprechend den Bedarfen, Belastungen und Potentialen geeignete Maßnahmen und Fokussierungen zu ermöglichen, wurde ein Scoring-



Modell gewählt. Ziel einer solchen Schwerpunktsetzung ist es, fokusspezifische Potentialräume identifizieren zu können, die entsprechende Handlungsbedarfe aufzeigen können und damit die Entwicklung von gezielten Maßnahmen ermöglichen. Hierfür wurden exemplarisch drei verschiedene Fokussierungen gesetzt: Freiraum- und Lebensqualität (kurz: **Qualität**), Integrierte Mehrfachbelastungen (**Belastungen**), und Klimawandeladaptionspotentiale (**Adaption**). Alle drei Fokussierungen basieren auf den gleichen 13 Indikatoren, lassen sich jedoch durch die abweichende Gewichtung (1-fach, 3-fach, 5-fach) unterschiedlichen Ansprüchen an Superblocks zuordnen (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Gewichtung der Teilindikatoren für die Integrierte Eignungsbewertung potentieller Superblocks

Teilindikatoren	Gewichtung		
	Fokus: Qualität	Fokus: Belastungen	Fokus: Adaption
Belebtheit	5-fach	3-fach	1-fach
ÖPNV-Erschließung	3-fach	1-fach	1-fach
Bedeutung für Schulwege	3-fach	1-fach	1-fach
Fußverkehrsbedeutung	3-fach	1-fach	1-fach
Parkstandverhältnismäßigkeit	1-fach	1-fach	1-fach
Verteilungsgerechtigkeit	3-fach	1-fach	1-fach
Sozioökonomische Bedarfe	1-fach	5-fach	1-fach
Altersbedarfe	3-fach	3-fach	1-fach
Kühlungspotentiale	1-fach	3-fach	5-fach
Entsiegelungspotentiale	1-fach	1-fach	5-fach
Lärmbelastung	1-fach	3-fach	1-fach
Luftschadstoffbelastung	1-fach	3-fach	1-fach
Grünraumbedarfe	3-fach	3-fach	3-fach

Der Fokus Qualität weist die meisten Überschneidungen mit vielen Referenzstudien und Superblock-Konzepten auf, indem verstärkt Kriterien der Funktion, Mobilität und Freiraumnutzung in den Vordergrund gestellt wurden. Der Fokus Belastungen soll sich hingegen am Beispiel der Integrierten Mehrfachbelastungskarte aus Berlin orientieren, indem sozioökonomische Bedarfe mit verschiedenen Belastungen, wie Lärm, Luftschadstoffen, Grünraumbedarfen und Hitze (beziehungsweise den Möglichkeiten diese zu reduzieren) überlagert wurden. Der dritte Fokus, Adaption, stellt schließlich Anpassungspotentiale an den voranschreitenden Klimawandel durch Kühlung und Versickerung voran. Diese drei Fokussierungen stellen nicht die einzig möglichen Gewichtungsoptionen dar, sondern dienen vielmehr als Beispiel für mögliche Auslegungen und Schwerpunktsetzungen.

Die drei in Abbildung 6 dargestellten Fokuskarten (Qualität (oben), Belastungen (mittig) und Adaption (unten)) weisen auf zum Teil deutliche Unterschiede hinsichtlich der räumlichen Eignung und des Handlungsbedarfs für die Implementierung von Superblocks in Hamburg hin. Während alle Karten übergeordnete Muster erkennen lassen, können die individuellen Gewichtungen der Indikatoren unterschiedliche Schwerpunktsetzungen und somit räumlich differenzierte Handlungserfordernisse aufzeigen.

der Potentialraumanalyse können sie als Ausgangs-

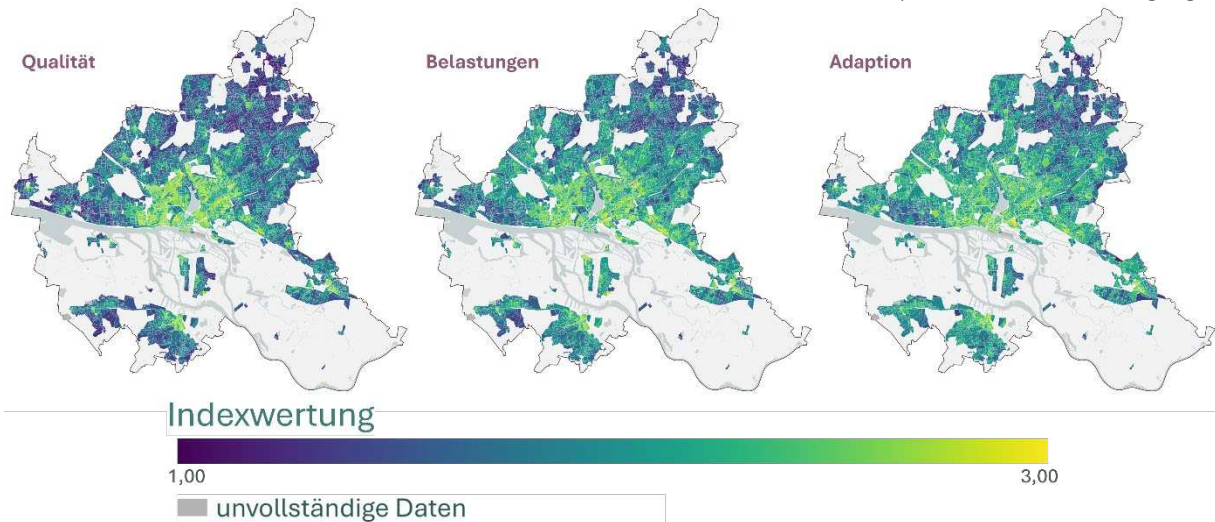


Abbildung 6: Drei Fokuskarten der integrierten Eignungsbewertung mit Schwerpunkten auf Qualität, Belastungen und Adaption (Eigene Darstellung)

Zur Eingrenzung möglicher Untersuchungsräume für Superblocks werden schließlich räumliche Barrieren und äußere Begrenzungen relevant. Die meisten Referenzstudien definieren ihre Superblock-Kandidaten maßgeblich über das Straßennetz. So nehmen Nguyen et al. (2024) für die Herleitung ihrer Superblock-Kandidaten eine eigenständige Hierarchisierung des Straßennetzes vor. Dafür nutzen sie Open-Source Daten (OpenStreetMap), die sie anhand ihrer Typologie-Attribute in Haupt- und Nebenstraßen kategorisieren (Nguyen, et al. 2024, S. 7). Da die Stadt Hamburg eine ausgewiesene und rechtlich differenzierbare Straßennetzhierarchie besitzt, wurde für die räumliche Begrenzung potentieller Superblocks auf den entsprechenden städtischen Datensatz der Hauptverkehrsstraßen (HVS) zurückgegriffen. Für die Definition äußerer Begrenzungen wurden HVS darüber hinaus durch weitere Raumbarrieren, wie Bahntrassen, größere Gewässer sowie nicht erschlossene Flächen, wie landwirtschaftlich genutzte Gebiete oder Industrieareale, ergänzt. Dies ist insbesondere dann relevant, wenn Querungsmöglichkeiten wie Brücken oder Unterführungen im Nebenstraßennetz nur weit voneinander entfernt liegen und damit die Baublockstruktur unterbrochen wird, oder keine Querungsmöglichkeiten vorhanden sind. Durch die linienförmige Erfassung dieser Begrenzungselemente lässt sich ein Raster bilden, innerhalb dessen potentielle Superblocks ausgearbeitet werden können. Jede Rasterzelle umfasst dabei in der Regel mehrere Baublocke, die sich aufgrund ihrer räumlichen Lage und funktionalen Eigenschaften zu einer städtebaulichen Einheit zusammenfassen lassen. Die so identifizierten, potentialblockrelevanten Zellen werden in Abbildung 7 dargestellt. Gemeinsam mit den Ergebnissen

punkt für die anschließende Entwicklung zielgerichteter Superblock-Konzepte dienen.

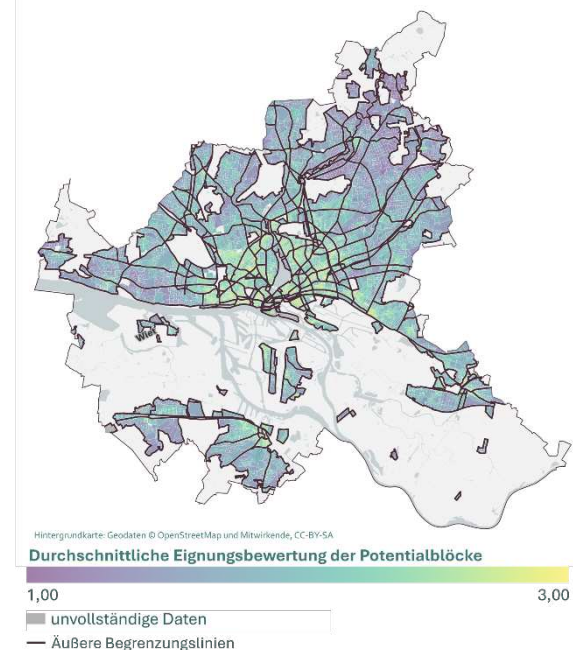


Abbildung 7: Äußere Begrenzungslinien potentieller Implementierungsräume für Superblocks in Hamburg; ungewichtete Durchschnittsbewertungen der 13 Teilindikatoren im Hintergrund (Eigene Darstellung)

8. Schlussfolgerungen und Ausblick

Auch wenn in Barcelona ein nahezu standardisiertes Verfahren bei der Implementierung von Superblocks angewandt wird, lassen sich Straßennetze auf vielfältige Weisen so umgestalten, dass Superblock-ähnliche Wirkungen erzielt werden können. Eine individuelle Betrachtung möglicher Maßnahmen, angepasst an lokalen Bedingungen und Bedarfe, ist somit unumgänglich für eine zielgerichtete Beurteilung der Implementierbarkeit innerhalb eines Quartiers. Die, entgegen zahlreichen Referenzstudien, entwickelte methodische Vorgehensweise, zunächst die Eigenschaften der Quartiere auf Baublockebene zu

analysieren und erst anschließend mögliche Superblock-Kandidaten mithilfe äußerer Begrenzungslinien abzuleiten, hat sich damit bewährt. Sie erlaubt ein höheres Maß an Flexibilität, die Erstellung unterschiedlicher Fokuskarten, nachträgliche Ergänzungen der zugrundeliegenden Datensätze, und ermöglicht eine individuelle Anpassung des Modells an lokale Gegebenheiten. Eine situationsspezifische Gewichtung kann darüber hinaus potentiell dazu beitragen das gesellschaftliche Verständnis und damit die Akzeptanz zu erhöhen und andererseits die größten angestrebten Mehrwerte für Gesundheit, Umwelt und soziale Gerechtigkeit zu erreichen.

Die Ergebnisse der Potentialraumanalyse zeigen, dass Hamburg, unabhängig der Schwerpunktsetzungen, in zahlreichen Stadtteilen hohe Potentiale oder Bedarfe für eine erfolgreiche Superblock-Implementierung aufweist. Die Übertragung der verschiedenen untersuchten Indikatoren auf Baublockebene ermöglicht sowohl individuelle als auch kombinierende Betrachtungen unterschiedlicher lokaler Voraussetzungen für stadt- und verkehrsplanerische Maßnahmen, auch abseits des Superblock-Modells. Entscheidend ist jedoch, dass eine integrierte Planung erfolgt, in der städtebauliche, verkehrliche, soziale und klimatische Aspekte gemeinsam betrachtet werden. Die im Rahmen der Analysen gewonnenen Erkenntnisse und entwickelten Karten geben umfangreichen Aufschluss über die Eignung individueller Baublöcke hinsichtlich unterschiedlichster Perspektiven und bieten eine datenbasierte Grundlage, um Planungsentscheidungen zu untermauern, Prioritäten zu setzen und eine nachhaltige, sozial gerechte und klimafreundliche Mobilitäts- und Stadtentwicklung voranzutreiben. Mit diesen Erkenntnissen wird am wissenschaftlichen Diskurs um Superblocks beigetragen, indem übergreifende Forschungsschwerpunkte in der aktuellen wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit dem Superblock-Modell (vgl. Eggimann 2025, S. 4 ff.) aufgegriffen werden und sich insbesondere mit der Identifikation einer geeigneten Herangehensweise der Standortbestimmung auseinandersetzt wird. Auch auf städtischer Ebene bietet die vorliegende Ausarbeitung Grundlagen für einen Diskurs über den Transformationsbedarf öffentlicher Räume und eine potentielle Berücksichtigung des Superblock-Modells. Stakeholder in der Straßen-, Stadt- und Freiraumplanung in Hamburg sind in der Lage, durch die kartographisch aufbereiteten Ergebnisse eine datenbasierte Entscheidungsgrundlage zu erlangen, die sowohl klimatische als auch soziale und verkehrliche Aspekte berücksichtigt. Darüber hinaus ermöglichen die gewonnenen Daten eine potentielle Weiterverarbeitung und -entwicklung der Potentialraumanalyse. Schließlich eröffnet das Analysekonzept auch zivilgesellschaftlichen Akteur*innen und Bürgerinitiativen

neue Möglichkeiten, eigene Vorschläge mit empirischen Argumenten zu untermauern und gezielt lokalpolitische Unterstützung einzufordern.

9. Limitationen und Forschungsbedarf

Die gewählte Methodik zur Identifizierung von Superblock-Potentialräumen verfolgt einen integrativen Ansatz, der unterschiedlichste Daten und Indikatoren zusammenführt. Trotz der Bemühung um eine ganzheitliche Betrachtung existieren verschiedene methodisch-bedingte Einschränkungen, die bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden sollten. So können unterschiedliche Erhebungszeiträume und räumliche Auflösungen der sekundären Datensätze zu Ungenauigkeiten bei kleinräumigen Bewertungen führen. Relative Kennzahlen lassen sich zwar gut klassifizieren und miteinander vergleichen, jedoch können sie nur bedingt Aufschluss darüber geben, inwieweit sie sich in der Praxis technisch oder planerisch berücksichtigen lassen. Um eine erste Einschätzung möglicher Eingriffspotentiale zu gewinnen, werden stattdessen beispielsweise Flächenverhältnisse herangezogen. Ob sich entsprechende Flächen allerdings tatsächlich für eine Umgestaltung eignen, hängt von weiteren Faktoren ab, wie unterirdischen Leitungsnetzen, baulichen Richtlinien oder Querschnittsbreiten. Das hier exemplarisch aufgezeigte Entsiegelungspotential ist folglich ein stark vereinfachter Wert. Es wird somit darauf hingewiesen, dass alle Ergebnisse vor dem Hintergrund eines kompromissbehafteten Methodendesigns zu betrachten sind, welches ein Gleichgewicht zwischen hoher Detailliertheit und pragmatischer Umsetzbarkeit anstrebt. Letztlich ersetzt die vorgestellte Analyse keine fallbezogene Machbarkeitsprüfung, sondern liefert lediglich einen ersten, gesamtstädtischen Orientierungsrahmen. Für eine tatsächliche Umsetzung ist es unverzichtbar, die lokale Bevölkerung einzubeziehen, stadtteilbezogene Wünsche und Konflikte zu ermitteln und in detaillierten Konzepten zu konkretisieren, um geeignete Superblock-Konzepte realisieren zu können.

Weiterführender Forschungsbedarf besteht insbesondere hinsichtlich folgender Aspekte: Erstens könnten Datengrundlagen beispielsweise um Unfallstatistiken, Verkehrsmengen und kindgerechte Nutzungsbedarfe ergänzt werden, um Sicherheits- und Mobilitätsverhalten präziser zu bewerten. Zweitens könnten quantitative Modellierungen zur Abschätzung klimatischer, hydrologischer und verkehrlicher Effekte (u. a. Verkehrsverdrängung) beitragen, um die praktische Umsetzbarkeit der Superblock-Kandidaten zu prüfen. Drittens ist eine empirische Gewichtung der Indikatoren mithilfe vertiefter sozial-ökologischer Studien sinnvoll, um das Scoring-Modell zu

optimieren. Schließlich wäre eine ortspezifische qualitative Untersuchung institutioneller Rahmenbedingungen sowie sozio-kultureller Erfolgs- und Hemmnisfaktoren angebracht, um realistische Implementierungsstrategien zu entwickeln und gesellschaftliche Ängste systematisch adressieren zu können.

Literatur

Agència de Salut Pública de Barcelona [ASPB] (Hrsg.) (2021): Salut als Carrers (Health in the streets). Results Report, Barcelona

Basu, R., Colaninno, N., Alhassan, A. und Sevtsuk, A. (2024): Hot and bothered: Exploring the effect of heat on pedestrian route choice behavior and accessibility. In: Cities 155, Auflage 105435

Bauer, U., Bettge, S. und Stein, T. (2023): Verkehrsberuhigung: Entlastung statt Kollaps! Maßnahmen und ihre Wirkungen in deutschen und europäischen Städten. In: Difu Policy Papers: 2, Berlin

Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft [BUKEA] (Hrsg.) (2024): Technisches Informationsblatt zur Starkregengefahrenkarte Hamburg, Hamburg

Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft [BUKEA] (Hrsg.) und HAMBURG WASSER (2018): Leitfaden zur Versickerungspotentialkarte. Erstellt im Rahmen des Projekts RISA – RegenInfra-StrukturAnpassung, Fortschreibung des Kartenwerks der AG Siedlungswasserwirtschaft / QT Technische Grundlage, Hamburg

Behörde für Verkehr und Mobilitätswende [BVM] (Hrsg.) (2017): ReStra. Hamburger Regelwerke für Planung und Entwurf von Stadtstraßen: Ausgabe 2017. Fassung 30.06.22, Hamburg

Bergefurt, L., Kemperman, A., van den Berg, P., Borgers, A., van der Waerden, P., Oosterhuis, G. und Hommel, M. (2019): Loneliness and Life Satisfaction Explained by Public-Space Use and Mobility Patterns. In: International Journal of Environmental Research and Public Health 16, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, Auflage 21, 4282, S. 1–20

Bernard Gruppe und Stadt Leipzig (2024): Erstellung einer verkehrsplanerischen Konzeption im Kontext der geordneten städtebaulichen Entwicklung in Neustadt-Neuschönefeld und Volkmarisdorf nördlich der Eisenbahnstraße – Superblocks Leipzig. Verkehrsuntersuchung, Dresden

Brenner, A.-K., Haas, W., Rudloff, C., Lorenz, F., Wieser, G., Haberl, H., Wiedenhofer, D. und Pichler, M. (2024): How Experiments with Superblocks in Vienna Shape Climate and Health Outcomes and Interact with the Urban Planning Regime. In: Journal of Transport Geography, Elsevier, Auflage 116, 103862

Canzler, W. (2023): „Parken - der ruhende Verkehr und die Verkehrswende“. BeNaMo Hintergrundpapier zum Policy Paper 1: 3, Berlin

Casorrán, S. (2024): Mobility. Superilla Barcelona. In: F. Cocco und M. Scaglione (Hrsg.): Barcelona Superilla. Babel international. ListLab; Ajuntament de Barcelona. Barcelona, S. 108–121

Changing Cities e.V. (2023): Empfehlungen für Superblocks 2023. ESu 2023, Berlin

Changing Cities e.V. (2024): Kiezblocks in Berlin. <https://www.kiezblocks.de/kiezblock-karte/>. Letzter Zugriff: 13.12.2024, Berlin

CLIMATE SERVICE CENTER GERMANY [GERICS] (Hrsg.) und KfW Development Bank [KfW] (Hrsg.) (2015): Climate-Focus-Paper: Cities and Climate Change, Hamburg, Frankfurt

Cocco, F. (2024): Superilla: a multilevel urban model. In: F. Cocco und M. Scaglione (Hrsg.): Barcelona Superilla. Babel international. ListLab; Ajuntament de Barcelona. Barcelona, S. 78–93

Cocco, F. und M. Scaglione (Hrsg.) (2024a): Barcelona Superilla. In: Babel international, ListLab; Ajuntament de Barcelona, Barcelona

Cocco, F. und Scaglione, M. (2024b): Present implications and a glimpse into the future. Interview with Josep Bohigas. In: F. Cocco und M. Scaglione (Hrsg.): Barcelona Superilla. Babel international. ListLab; Ajuntament de Barcelona. Barcelona, S. 262–269

Cormenzana, B. (2024): Superblocks, a comprehensive project to transform the cities. In: F. Cocco und M. Scaglione (Hrsg.): Barcelona Superilla. Babel international. ListLab; Ajuntament de Barcelona. Barcelona, S. 97–107

Deutsches Institut für Urbanistik [difu] (Hrsg.) (2024): Superblocks – zwischen Verkehrsberuhigung und nachhaltiger Transformation des öffentlichen Raumes. Ergebnisse des Forschungsprojektes Tune-OurBlock, Berlin

Eggimann, S. (2022a): Expanding urban green space with superblocks. In: Land Use Policy 117, Elsevier, 106111

Eggimann, S. (2022b): The potential of implementing superblocks for multifunctional street use in cities. In: Nature sustainability, Auflage 5, S. 406–414

Eggimann, S. (2025): Deprioritising cars beyond re-routing: Future research directions of the Barcelona Superblock. In: Cities 157, 105609, S. 1–8

Freie und Hansestadt Hamburg [FHH] (Hrsg.) und Behörde für Verkehr und Mobilitätswende [BVM] (Hrsg.) (2023): Feinkartierung Straße Hamburg. Datensatz. <https://metaver.de/trefferanzeige?docuuiid=A02FCB1D-8B20-4937-BC9A-235D736B8569>. Letzter Zugriff: 08.12.2024, Hamburg

Frey, H., Graser, A., Leth, U., Lorenz, F., Millionig, A., Müller, J., Richter, G., Rudloff, C., Sandholzer, F. und Wieser, G. (2020): SUPERBE - Potenziale von Superblock-Konzepten als Beitrag zur Planung energieeffizienter Stadtquartiere. In: *Berichte aus Energie- und Umweltforschung*, 42/2020

Gehl, J. (2010): *Cities for People*, Island Press, Washington, DC, Covelo, London

Große, C. und Böhmer, J. (2019): Radverkehr in Fußgängerzonen. Endbericht für das Forschungsprojekt „Mit dem Rad zum Einkauf in die Innenstadt – Konflikte und Potenziale bei der Öffnung von Fußgängerzonen für den Radverkehr“, Erfurt

Horvath, J. B., Delacrétaz, Y. und Eggimann, S. (2024): Urbane Strassenraumnutzung in der Schweiz. Explorative Studie zu verschiedenen Instrumenten mit Fokus auf den Superblock, Bern

Hug, T., Bühler, S., Eggimann, S., Graf, A. P., Zängler, M., Zinngrebe, L., Ackermann, C. und Winter, P. (2024): Alles super? Wie Superblocks unsere Städte zu besseren Orten machen, oekom verlag, München

Kanton Basel-Stadt (2024a): Superblock Test Matthäus. Was ist ein Superblock?, Basel

Kanton Basel-Stadt (2024b): Superblock Test St. Johann. Was ist ein Superblock?, Basel

Khreis, H., Sudmant, A., Gouldson, A. und Nieuwenhuijsen, M. (2019): Transport Policy Measures for Climate Change as Drivers for Health in Cities. In: M. Nieuwenhuijsen und H. Khreis (Hrsg.): *Integrating Human Health into Urban and Transport Planning. A Framework*. SpringerLink Bücher. Springer International Publishing. Cham, S. 583–608

Landeshauptstadt Stuttgart (2024): Superblock Augustenstraße. Verkehrsversuch für einen Superblock. <https://www.stuttgart-meine-stadt.de/stadtentwicklung/superblock-augustenstrasse/>. Letzter Zugriff: 07.01.2025, Stuttgart

Li, K. und Wilson, J. (2023): Modeling the Health Benefits of Superblocks across the City of Los Angeles. In: *Applied Sciences* 13, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, Auflage 4, 2023, S. 1–13

McDonald, R. I., Aronson, M. F. J., Beatley, T., Beller, E., Bazo, M., Grossinger, R., Jessup, K., Mansur, A. V., Puppim de Oliveira, J. A., Panlasigui, S., Burg, J., Pevzner, N., Shanahan, D., Stoneburner, L., Rudd, A. und Spotswood, E. (2023): Denser and greener cities: Green interventions to achieve both urban density and nature. In: *People and Nature* 5, John Wiley & Sons, Ltd, Auflage 1, S. 84–102

Mendgen, A. (2024): Extremwetterereignisse: Bund will Bevölkerung besser warnen. In: RedaktionsNetzwerk Deutschland (RND), Hannover. <https://www.rnd.de/politik/extremwetterereignisse-bund-will-bevoelkerung-besser-warnen-VODIV6HCJNDP5PP56PWD5QXER4.html>. Letzter Zugriff: 10.12.2024

Meyer, J. (2013): Nachhaltige Stadt- und Verkehrsplanung. Grundlagen und Lösungsvorschläge. In: SpringerLink Bücher, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden

Mölter, J. (2024): München will zwei „Superblocks“ einrichten. In: *Süddeutsche Zeitung*, München. <https://www.sueddeutsche.de/muenchen/muenchen-superblocks-barcelona-gaertnerplatz-westend-verkehr-lux.5YQD5MnHQdyfF5kg8en1BM?reduced=true>. Letzter Zugriff: 07.01.2025

Moreno, C., Allam, Z., Chabaud, D., Gall, C. und Pratlong, F. (2021): Introducing the “15-Minute City”: Sustainability, Resilience and Place Identity in Future Post-Pandemic Cities. In: *Smart Cities* 4, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, Auflage 1, S. 93–111

Mueller, N. und Nieuwenhuijsen, M. (2024): Health. Superblocks: changing the urban design of cities to improve public health. In: F. Cocco und M. Scaglione (Hrsg.): *Barcelona Superilla*. Babel international. ListLab; Ajuntament de Barcelona. Barcelona, S. 122–133

Mueller, N., Rojas-Rueda, D., Khreis, H., Cirach, M., Andrés, D., Ballester, J., Bartoll, X., Daher, C., Deluca, A., Echave, C., Milà, C., Márquez, S., Palou, J., Pérez, K., Tonne, C., Stevenson, M., Rueda, S. und Nieuwenhuijsen, M. (2020): Changing the urban design of cities for health: The superblock model. In: *Environment international*, Elsevier, Auflage 134, 105132

Müller, J., Straub, M., Stubenschrott, M. und Graser, A. (2023): Simulation of a full-scale implementation of Superblocks in Vienna. In: *Proceedings of the 15th ITS European Congress*

Nguyen, N. A., Schweizer, J., Rupi, F., Palese, S. und Posati, L. (2024): Superblock Design and Evaluation by a Microscopic Door-to-Door Simulation Approach. In: *ISPRS International Journal of Geo-Information* 13, 77, S. 1–20

Nieuwenhuijsen, M., Nazelle, A. de, Pradas, M. C., Daher, C., Dzhambov, A. M., Echave, C., Gössling, S., lungman, T., Khreis, H., Kirby, N., Khomenko, S., Leth, U., Lorenz, F., Matkovic, V., Müller, J., Palència, L., Pereira Barboza, E., Pérez, K., Tatal, L., Tiran, J., Tonne, C. und Mueller, N. (2024): The Superblock model: A review of an innovative urban model for sustainability, liveability, health and well-being. In: *Environmental research*, Elsevier, Auflage 251, 118550

Puig-Ribera, A., Arumí-Prat, I., Cirera, E., Solà, M., Codina-Nadal, A., Palència, L., Biaani, B. und Pérez, K. (2022): Use of the Superblock model for promoting physical activity in Barcelona: a one-year observational comparative study. In: Archives of Public Health 80, BioMed Central, Auflage 1, 257, S. 1–12

Rueda, S. (2019): Superblocks for the Design of New Cities and Renovation of Existing Ones: Barcelona's Case. In: M. Nieuwenhuijsen und H. Khreis (Hrsg.): Integrating Human Health into Urban and Transport Planning. A Framework. SpringerLink Bücher. Springer International Publishing. Cham, S. 135–153

Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz [SenUMVK] (Hrsg.) (2022a): Die Umweltgerechte Stadt. Umweltgerechtigkeitsatlas Aktualisierung 2021/22, Berlin

Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz [SenUMVK] (Hrsg.) (2022b): Umweltgerechtigkeit Berlin 2021/2022. Auswertungsergebnisse Gesamtstadt und Bezirke. <https://www.berlin.de/umweltatlas/mensch/umweltgerechtigkeit/2022/auswertungsergebnisse-gesamtstadt-und-bezirke/>. Letzter Zugriff: 10.12.2024, Berlin

Stadt Wien (o. J.): Supergrätzl Favoriten. <https://www.wien.gv.at/stadtplanung/supergraetzl-favoriten>. Letzter Zugriff: 07.01.2025, Wien

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein [Statistikamt Nord] (Hrsg.) (2023): Statistisches Jahrbuch Hamburg. Berichtsjahr 2022 Kapitel 11 Verkehr, Hamburg

Thomas, A. und Aldred, R. (2023): Changes in motor traffic in London's Low Traffic Neighbourhoods and boundary roads. In: Case Studies on Transport Policy 15, Elsevier BV, Auflage 101124, S. 1–14

Torrens, L. (2024): Social. Social superblocks. A vision of the city: from the management of common assets to the management of common challenges. In: F. Cocco und M. Scaglione (Hrsg.): Barcelona Superilla. Babel international. ListLab; Ajuntament de Barcelona. Barcelona

Umweltbundesamt [UBA] (Hrsg.) (2021): Umgestaltungen in Barcelona – Pionier der Superblocks. Factsheet, Dessau-Roßlau

United Nations [UN] (Hrsg.) (2019): World Urbanization Prospects 2018: Highlights. UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, New York

AutorInnenangaben

Marius Hufnagel, M.Sc.
Projektingenieur für nachhaltige Verkehrskonzepte
ARGUS Stadt und Verkehr
Pinnaßberg 45, 20359 Hamburg
Tel.: +49 (40) 309 709 - 223

E-Mail: m.hufnagel@argus-hh.de
marius.hufnagel@outlook.de

Urbane Resilienz durch gendergerechte Mobilitätsplanung: Wie sichere und selbstbestimmte Mobilität von Frauen zur krisenfesten Stadt beiträgt

Alexander Rammert, Laura Hüneburg, Oliver Schwedes

Siehe AutorInnenangaben

Abstract

Die Resilienz urbaner Mobilitätssysteme hängt nicht nur von technischen, sondern maßgeblich von sozialen Faktoren ab. Der Beitrag argumentiert, dass gendersensible Mobilitätsplanung die Krisenfestigkeit städtischer Räume maßgeblich steigern kann, indem sie die spezifischen Anforderungen weiblicher Mobilität systematisch berücksichtigt. Auf Basis einer empirischen Untersuchung an drei Berliner ÖPNV-Knotenpunkten zeigt die Studie, wie Unsicherheitsgefühle, Zugangshürden und infrastrukturelle Defizite die Bewegungsfreiheit von Frauen einschränken und wie gestalterische, organisatorische und partizipative Maßnahmen zur Entstehung resilienter Räume beitragen können. Subjektive Sicherheit, soziale Brauchbarkeit und inklusive Gestaltung werden dabei als zentrale Parameter identifiziert, um urbane Mobilitätssysteme krisenfest und gerecht zu gestalten. Der Beitrag formuliert praxisnahe Handlungsempfehlungen, die über das Fallbeispiel hinaus auf andere Städte übertragbar sind, und plädiert für die institutionelle Verankerung gendersensibler Kriterien in der Mobilitätsplanung.

Schlagwörter / Keywords:

gendergerechte Mobilität, urbane Resilienz, subjektive Sicherheit, öffentliche Räume, partizipative Planung

1. Einleitung

Die Gestaltung resilienter urbaner Mobilität ist eine der zentralen Herausforderungen einer zukunftsfähigen Stadtentwicklung. Unter Resilienz wird dabei nicht nur die Widerstandsfähigkeit gegenüber äußeren Schocks wie Klimawandel, Pandemien oder wirtschaftlichen Krisen verstanden, sondern zunehmend auch die Fähigkeit von Mobilitätsinfrastrukturen, soziale Teilhabe zu ermöglichen und auf die vielfältigen Bedürfnisse der Bevölkerung flexibel zu reagieren (Meerow et al. 2019). Eine resiliente Verkehrsinfrastruktur ist nicht allein eine technische, sondern ebenso eine soziale Konstruktion – sie muss in der Lage sein, auch unter sich verändernden gesellschaftlichen Bedingungen Zugänglichkeit, Sicherheit und Nutzungsgerechtigkeit zu gewährleisten (Sheller 2014). Der vorliegende Beitrag geht davon aus, dass eine gendersensible Perspektive auf urbane Mobilität einen bislang unterbelichteten, aber zentralen Beitrag zur Resilienz städtischer Verkehrssysteme leisten kann.

Gendersensible Mobilitätsplanung nimmt die unterschiedlichen Anforderungen und Nutzungsweisen

verschiedener gesellschaftlicher Gruppen in den Blick. Insbesondere Frauen sind aufgrund struktureller Ungleichheiten, wie bspw. geschlechtsspezifischer Arbeitsteilung und überproportional hoher Sorgerverpflichtungen in besonderem Maße auf eine funktionierende, sichere und barrierefreie Verkehrsinfrastruktur angewiesen (Cresswell/Uteng 2008; Bersch/Osswald 2021). Sie bewältigen häufiger komplexe Wegekette, nutzen überdurchschnittlich oft den öffentlichen Verkehr und sind dabei nicht nur subjektiv, sondern auch objektiv erhöhten Risiken im öffentlichen Raum ausgesetzt. Eine systematische Übersichtsarbeit von Useche et al. (2024) zeigt, dass Frauen weltweit in öffentlichen Verkehrsmitteln regelmäßig mit sexueller Belästigung und übergriffigem Verhalten konfrontiert sind – insbesondere in Bussen, Bahnen und an Haltestellen. Diese objektiv nachweisbaren Gefahren beeinflussen das Mobilitätsverhalten von Frauen erheblich und tragen zur Herausbildung spezifischer Vermeidungsstrategien bei (z. B. Meiden bestimmter Routen oder Tageszeiten), wodurch sich die ohnehin bestehenden Mobilitätseinschränkungen weiter verschärfen (Krause/Strieler 2022).

Wenn diese spezifischen Anforderungen in der Planung nicht berücksichtigt werden, entstehen strukturelle Ausschlüsse, die nicht nur die individuelle Bewegungsfreiheit einschränken, sondern auch die Gesamtfunktionalität und Krisenfestigkeit städtischer Mobilitätssysteme unterminieren (Criado-Perez 2020; Martens 2017). In diesem Sinne ist Gendergerechtigkeit nicht nur eine Frage der sozialen Gerechtigkeit, sondern auch eine Voraussetzung für systemische Resilienz.

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, wie geschlechtsspezifische Mobilitätsbedarfe die Resilienz urbaner Verkehrssysteme beeinflussen (Hanson 2010). Welche räumlichen, sozialen und organisatorischen Bedingungen müssen erfüllt sein, damit urbane Räume nicht nur sicher, sondern auch inklusiv und krisenfest sind? Der Beitrag nimmt diese Fragen zum Ausgangspunkt und diskutiert sie am Beispiel einer empirischen Studie, die 2024 im Berliner Bezirk Charlottenburg-Wilmersdorf durchgeführt wurde. An drei ÖPNV-Knotenpunkten – dem S+U-Bahnhof Bundesplatz, dem U-Bahnhof Blissestraße und dem S-Bahnhof Grunewald – wurden mit einer Kombination aus räumlicher Analyse, Passantinnenbefragungen, teilnehmenden Beobachtungen und SWOT-Analysen die Bedingungen und Herausforderungen weiblicher Mobilität untersucht. Die Studie zeigt exemplarisch, wie stark sich Unsicherheitsgefühle, Zugangshürden und infrastrukturelle Defizite auf die Bewegungsfreiheit auswirken und wie durch gestalterische, organisatorische und politische Maßnahmen resiliente Räume entstehen können, die soziale Teilhabe und individuelle Selbstbestimmung fördern.

Indem genderspezifische Bedarfe als Indikator für soziale Resilienz verstanden werden, leistet die Studie einen wertvollen Beitrag zur Debatte um zukunftsfähige Verkehrsinfrastrukturen (Dellenbaugh-Losse 2024; Bauhardt 1997). Er plädiert dafür, subjektive Sicherheit, multimodale Erreichbarkeit und soziale Brauchbarkeit als zentrale Parameter in der Verkehrsplanung zu etablieren – nicht nur im Sinne der Geschlechtergerechtigkeit, sondern als Voraussetzung für eine krisenfeste und lebenswerte Stadt.

2. Wissenschaftlicher Hintergrund

Die Frage nach resilienten Verkehrssystemen lässt sich nicht losgelöst von ihrer sozialen Dimension beantworten. Eine zentrale Erkenntnis der jüngeren Mobilitäts- und Sicherheitsforschung ist dabei die Unterscheidung zwischen objektiver und subjektiver Sicherheit. Während die objektive Sicherheit auf messbare Größen wie Unfallzahlen, Beleuchtung oder technische Überwachung abstellt, rückt die subjektive Sicherheit die individuelle Wahrnehmung von Schutz, Vertrauen und Kontrolle in den Mittelpunkt

(Schwedes et al. 2021). Diese Wahrnehmung entscheidet maßgeblich darüber, ob und wie Menschen öffentliche Räume nutzen. Gerade für Frauen, die im öffentlichen Raum überdurchschnittlich häufig von Belästigung und Übergriffen betroffen sind, stellen Unsicherheiten einen zentralen Mobilitätsfaktor dar. Solche Erfahrungen sind nicht nur individuell prägend, sondern beruhen auf strukturell bedingten Risikolagen, die in vielen urbanen Verkehrsumfeldern bestehen. Orte, die statistisch betrachtet als sicher gelten, können subjektiv dennoch als bedrohlich wahrgenommen und bewusst gemieden werden. Diese Diskrepanz zwischen objektiver Sicherheitslage und subjektivem Sicherheitsempfinden wirkt sich unmittelbar auf die individuelle Bewegungsfreiheit und die gleichberechtigte Teilhabe am städtischen Leben aus – mit Folgen auch für die soziale Durchmischung öffentlicher Räume. (Ruhne 2011).

Die Erkenntnis, dass Sicherheit nicht allein technisch gewährleistet werden kann, sondern tief im sozialen und räumlichen Gefüge verankert ist, hat zu einem Paradigmenwechsel in der Sicherheits- und Verkehrsplanung geführt. Der klassische Ansatz der Verhaltensprävention – etwa durch Appelle an individuelles Sicherheitsverhalten – wird zunehmend von der Verhältnisprävention abgelöst. Diese zielt auf die strukturelle Veränderung von Mobilitätsräumen ab, etwa durch bessere Beleuchtung, übersichtliche Wegführung oder vielfältigere Nutzungen, die soziale Kontrolle ermöglichen. Sicherheit wird dabei nicht mehr als individuelles Verhaltensergebnis, sondern als planerische Aufgabe verstanden – mit dem Ziel, Räume so zu gestalten, dass sie Sicherheit nicht nur objektiv bieten, sondern auch subjektiv erfahrbar machen (Preis/Pohlmann-Rohr 1995; Bersch/Osswald 2021).

In diesem erweiterten Sicherheitsverständnis wird deutlich, dass Resilienz mehr ist als Widerstandsfähigkeit gegenüber technischen Störungen oder Umweltkrisen. Resilienz umfasst auch die soziale Anpassungsfähigkeit und Integrationsfähigkeit eines Systems. Resiliente Verkehrsinfrastrukturen zeichnen sich dadurch aus, dass sie flexibel auf veränderte Anforderungen reagieren können, ohne bestimmte Gruppen systematisch auszuschließen (Roy/Huq 2021). In diesem Zusammenhang wird Gendergerechtigkeit zu einem Resilienzindikator: Ein Mobilitätssystem, das den spezifischen Bedarfen von Frauen, Kindern, älteren Menschen oder Personen mit eingeschränkter Mobilität gerecht wird, ist nicht nur gerechter, sondern auch krisenfester, weil es vielfältige Nutzungsszenarien abbildet und Engführungen vermeidet (Martens 2017; Dellenbaugh-Losse 2024).

Ein zentraler Beitrag zur Qualität öffentlicher Räume im Sinne resilienter Mobilitätssysteme kommt dabei den in den technischen Regelwerken

zur Straßenraumgestaltung formulierten immateriellen Ansprüchen zu (FGSV 2011; vgl. Abb. 1).

DIE SECHS IMMATERIELLEN ANSPRÜCHE AN VERKEHRSRÄUME

Die Gestaltung von Verkehrsräumen beschränkt sich nicht allein auf technische und funktionale Aspekte, sondern umfasst auch immaterielle Ansprüche. Diese beeinflussen maßgeblich, wie Menschen den öffentlichen Raum wahrnehmen und nutzen:

- Soziale Brauchbarkeit: Verkehrsräume sollten Orte der Begegnung und des sozialen Austauschs ermöglichen.
- Orientierung: Eine klare und intuitive Gestaltung hilft, sich schnell zurechtzufinden.
- Identität: Der Raum sollte den lokalen Charakter widerspiegeln und Wiedererkennungswert haben.
- Identifikation: Menschen fühlen sich einem Raum verbunden, wenn er ihre Bedürfnisse widerspiegelt.
- Anregung: Vielfältige und ansprechende Gestaltungselemente fördern das Wohlbefinden.
- Schönheit: Ästhetik spielt eine entscheidende Rolle für die Akzeptanz und das Gefühl von Sicherheit.

Abbildung 1: Die sechs immateriellen Ansprüche an Verkehrsräume (Bezirksamt Charlottenburg-Wilmersdorf 2025)

Diese umfassen Aspekte wie soziale Brauchbarkeit, Orientierung, Identität, Anregung und ästhetische Qualität. Sie beschreiben, wie Menschen Räume erleben – ob sie sich willkommen fühlen, sich zurechtfinden oder sich mit einem Ort identifizieren können (Heinz 2014). Solche Qualitäten wirken unmittelbar auf das Sicherheitsempfinden und auf die Bereitschaft, sich im öffentlichen Raum aufzuhalten. In der gendersensiblen Mobilitätsplanung stellen immaterielle Ansprüche daher keine weichen Ergänzungen technischer Kriterien dar, sondern sind konstitutiv für

die Nutzbarkeit und Resilienz städtischer Räume (Augé 2019).

Die wissenschaftliche Fundierung dieser Perspektive erfolgt durch eine zunehmend ausdifferenzierte Mobilitätsforschung, die sich seit den 1980er Jahren mit genderbezogenen Fragestellungen auseinandersetzt. Ausgangspunkt war zunächst die Erkenntnis, dass Frauen andere Mobilitätsmuster aufweisen als Männer – nicht aufgrund biologischer Differenzen, sondern als Folge gesellschaftlich konstruierter Rollen. Das Studiendesign orientiert sich deswegen an diesen zwei Kategorien, wobei mit „Frauen/weiblich“ alle Menschen gemeint sind, die sich als solche identifizieren und entsprechende strukturelle Ungleichheiten erfahren. Inzwischen geht die Forschung über binäre Geschlechterkategorien hinaus und berücksichtigt intersektionale Perspektiven, die unterschiedliche Diskriminierungs- und Machtverhältnisse überlagern (Cresswell/Uteng 2008; Hanson 2010). In dieser Weiterentwicklung liegt ein zentrales Potenzial für eine resilienzorienteerte Planung: Sie ermöglicht es, Verkehr nicht als technisches, sondern als soziales System zu verstehen, das durch strukturelle Sensibilität und institutionelle Lernfähigkeit krisenfest gemacht werden kann. Gendersensible und intersektionale Mobilitätsforschungen liefern damit nicht nur analytische Schärfe, sondern auch praktische Leitlinien für eine inklusive, gerechte und widerstandsfähige Stadt (Crenshaw 1989; Aljets 2020).

3. Methodik

Aufbauend auf diesen theoretischen Grundlagen wurde im Rahmen dieser Studie ein methodisches Vorgehen entwickelt, das sowohl die strukturellen Merkmale urbaner Räume als auch die subjektiven Mobilitätserfahrungen von Frauen in den Blick nimmt. Ziel war es, jene Bedingungen zu identifizieren, unter denen sich Haltestellenräume des öffentlichen Verkehrs zu sicheren, zugänglichen und resilienten Stadträumen transformieren lassen. Die Untersuchung konzentrierte sich dabei auf drei stadträumlich und funktional unterschiedliche Orte im Berliner Bezirk Charlottenburg-Wilmersdorf: den S+U-Bahnhof Bundesplatz, den U-Bahnhof Blissestraße und den S-Bahnhof Grunewald. Während der Bundesplatz als infrastrukturell zerschnittener Transitraum mit starker Dominanz des motorisierten Verkehrs gilt, stellt die Blissestraße einen urbanen Mischraum mit hoher Nutzungsdichte dar. Der Bahnhof Grunewald wiederum ist durch seine periphere Lage, geringe Frequenzierung und historische Bedeutung gekennzeichnet. Die Vielfalt dieser Orte ermöglichte eine differenzierte Betrachtung der Wechselwirkungen zwischen Raumstruktur, Sicherheitswahrnehmung und Mobilitätsverhalten.

Die Datenerhebung erfolgte auf Basis eines mehrstufigen Methodenmixes. Den Ausgangspunkt bildete eine umfassende Grundlagenanalyse, in der sozio-demografische Strukturen, historische Entwicklungen sowie infrastrukturelle und verkehrliche Rahmenbedingungen der Untersuchungsräume systematisch erfasst wurden. Darauf aufbauend wurden standardisierte Befragungen mit weiblich gelesenen Personen durchgeführt, um subjektive Eindrücke zu Sicherheit, Barrierefreiheit, Aufenthaltsqualität und Vermeidungsverhalten zu erheben. Diese quantitativen Daten wurden durch qualitative Verfahren ergänzt, insbesondere durch teilnehmende Beobachtungen, bei denen Forscherinnen die Wege und Erlebnisse von Frauen in den Untersuchungsräumen begleiteten und dokumentierten. Diese ethnografische Perspektive ermöglichte einen unmittelbaren Zugang zu nicht artikulierten Wahrnehmungen und zur raumspezifischen Emotionalität von Mobilität (Bartlett et al. 2023).

Die gewonnenen Daten wurden anschließend in eine SWOT-Analyse überführt, mit der die jeweiligen Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken der untersuchten Räume systematisch gegenübergestellt wurden. Auf dieser Basis konnten strategische Handlungsempfehlungen formuliert werden, die sowohl infrastrukturelle Maßnahmen als auch soziale und kommunikative Interventionen umfassen. Die SWOT-Matrix diente dabei nicht nur der Bewertung bestehender Bedingungen, sondern auch der Entwicklung differenzierter Transformationsstrategien. Diese wurden in vier Handlungstypen gegliedert: Ausbauen (Stärken nutzen), Aufholen (Defizite beheben), Absichern (Risiken minimieren) und Vermeiden (Fehlentwicklungen vorbeugen).

Ein zentrales Element der methodischen Konzeption war die Integration partizipativer und emanzipatorischer Ansätze. Die Perspektiven der betroffenen Probandinnen wurden nicht nur erhoben, sondern aktiv in die Analyse und Strategieentwicklung einbezogen. In Anlehnung an den Empowerment-Ansatz wurde gezielt darauf hingearbeitet, Frauen nicht nur als Untersuchungsobjekte, sondern als Expertinnen ihrer Alltagsmobilität wahrzunehmen. Ihre Erfahrungen, Kritikpunkte und Verbesserungsvorschläge flossen direkt in die Bewertung der Räume und die Entwicklung konkreter Maßnahmen ein (Steteplanung 2002). Diese Herangehensweise entspricht dem Anspruch einer bedarfsorientierten Planung, wie sie in der intersektionalen Mobilitätsforschung eingefordert wird. Gleichzeitig trägt sie dazu bei, die planerische Praxis zu öffnen, unsichtbare Strukturen aufzudecken und resiliente Mobilität als kollektiven Gestaltungsprozess zu begreifen.

4. Erkenntnisse und Diskussion

Die Ergebnisse der Untersuchung verdeutlichen, dass resiliente urbane Mobilität aus Sicht von Frauen untrennbar mit der Gestaltung sicherer, zugänglicher und qualitativ hochwertiger öffentlicher Räume verbunden ist. In allen drei analysierten Untersuchungsräumen traten spezifische räumliche und soziale Barrieren zutage, die eine geschlechtergerechte Nutzung einschränken und damit das resiliente Potenzial der jeweiligen Mobilitätsinfrastruktur schwächen. Gleichzeitig wurden räumliche und soziale Qualitäten identifiziert, die als Ansatzpunkte für eine transformationsoffene, inklusive Weiterentwicklung dienen können.

Ein zentrales Ergebnis besteht in der Benennung und Typisierung von Barrieren, die aus der Perspektive weiblicher Nutzerinnen besonders relevant sind. Dazu gehören schlecht einsehbare Unterführungen, unübersichtliche oder zugeparkte Wegführungen, fehlende Querungshilfen, mangelnde Beleuchtung sowie das Fehlen von Rückzugs- und Schutzräumen bei Bedrohungssituationen (vgl. Abb. 2). Diese Merkmale führen nicht nur zu konkreten Unsicherheitsgefühlen, sondern auch zu strategischem Vermeidungsverhalten. Frauen berichteten beispielsweise davon, bestimmte Haltestellen in den Abendstunden zu meiden, ihre Wege entlang belebter Strecken zu planen oder zusätzliche Umwege in Kauf zu nehmen, um sich sicherer zu fühlen. Mobilität wird so nicht nur eingeschränkt, sondern aktiv umgelenkt – mit negativen Effekten auf individuelle Freiheit, Zeitbudgets und Teilhabechancen (STRATMO 2025).



Abbildung 2: Schlecht beleuchtete ÖPNV-Knoten halten insbesondere in der dunkleren Jahreszeit viele Menschen von einer Nutzung ab (eigene Aufnahme)

Die drei untersuchten Standorte zeigen in ihrer Wirkung als Mobilitätsräume deutliche Unterschiede. Der S+U-Bahnhof Bundesplatz ist durch seine verkehrsdominierte Gestaltung, die Trennwirkung der Stadtautobahn A100 und eine unzureichende Aufenthaltsqualität gekennzeichnet. Insbesondere die als Parkplatz genutzten Flächen unterhalb des Brückenbauwerks wurden von vielen Befragten als „klassischer Angstraum“ bezeichnet – trotz objektiver Merkmale wie Beleuchtung oder kriminalstatistisch geringer Vorfälle. Im Kontrast dazu

bietet der Bereich um den U-Bahnhof Blissestraße zwar ebenfalls Herausforderungen wie Nutzungskonflikte und eingeschränkte Sichtbeziehungen, weist jedoch durch seine gewachsenen Quartiersstrukturen, gastronomische Angebote und soziale Dichte eine deutlich höhere soziale Kontrolle und subjektive Sicherheit auf. Der S-Bahnhof Grunewald hingegen ist durch seine periphere Lage, geringe Frequentierung und die reduzierte soziale Infrastruktur insbesondere in den Randzeiten problematisch. Hier dominiert nicht der Lärm des Verkehrs, sondern die Leerstelle sozialer Interaktion – ein anderes, aber nicht minder wirksames Unsicherheitsmoment.

Die Untersuchung macht deutlich, dass Angsträume nicht allein durch ihre physische Gestalt entstehen, sondern sozial konstruiert sind. Sie sind Ausdruck fehlender Nutzungsvielfalt, mangelnder Integration in das umliegende Quartier und eingeschränkter Möglichkeiten, im Fall einer Bedrohung auf Hilfe zu hoffen. Entscheidend ist dabei nicht nur, wer sich wo bewegt, sondern auch, wer sichtbar ist, wer sich aufhalten darf und welche Funktionen ein Raum erfüllt (Endreß/Maurer 2015). Resiliente Räume sind jene, die nicht nur durchquert, sondern auch genutzt, beobachtet, gepflegt und angeeignet werden – kurz: Räume, die sozial lebendig sind.



Abbildung 3: Lange und unübersichtliche Unterführungen stellen für viele Menschen Mobilitätsbarrieren dar (eigene Aufnahme)

Ein weiterer zentraler Befund betrifft die Bedeutung gestalterischer Elemente wie Beleuchtung, Sichtbeziehungen, Barrierefreiheit und Aufenthaltsqualität. Alle vier Aspekte erweisen sich als zentrale Hebel, um subjektive Sicherheit zu erhöhen und Räume nutzbar zu machen (vgl. Abb. 3). Gute Beleuchtung – in Farbe, Helligkeit und Verteilung – schafft Orientierung und verhindert die Bildung von Schattenzonen. Sichtachsen und Transparenz sorgen für soziale Kontrolle und ermöglichen im Ernstfall Fluchtwege oder Kontaktaufnahmen. Barrierefreiheit ist nicht nur für mobilitätseingeschränkte Personen essenziell, sondern auch für Menschen mit Kinderwagen, ältere Menschen oder Personen mit Gepäck. Und schließlich ist die Aufenthaltsqualität – verstanden als Zusammenspiel aus Möblierung, Nutzungs-

vielfalt, Grünanteil, Sauberkeit und sozialer Akzeptanz – ein Schlüsselfaktor dafür, ob ein Ort als einladend, neutral oder bedrohlich wahrgenommen wird.

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen eindrücklich, dass gendergerechte Räume nicht nur einer sozialen Gerechtigkeitslogik folgen, sondern auch einen substantiellen Beitrag zur Resilienz urbaner Mobilität leisten. Resilienz bedeutet in diesem Zusammenhang nicht nur Widerstandsfähigkeit gegenüber externen Störungen, sondern auch soziale Anpassungsfähigkeit und strukturelle Inklusivität. Gendergerechte Räume schaffen durch ihre vielfältige Nutzbarkeit, das Angebot an sicheren Aufenthaltsmöglichkeiten und barrierefreie Zugänge Voraussetzungen für eine gleichberechtigte Teilhabe. Sie ermöglichen die Nutzung durch unterschiedliche Gruppen und beugen damit Monopolisierungen vor, die häufig mit Exklusion und Unsicherheit einhergehen (Matthewson et al. 2024). Durch eine stärkere soziale Kontrolle – etwa infolge höherer Aufenthaltsdichte oder der Präsenz unterschiedlicher Nutzergruppen – wird zudem das subjektive Sicherheitsgefühl gestärkt. Räume, die nicht nur durchquert, sondern auch genutzt und beobachtet werden, sind weniger anfällig für die Entstehung von Angsträumen und tragen so zur Stabilität im urbanen Gefüge bei (Global Designing Cities Initiative 2021).

Resilienz erweist sich dabei zunehmend als Schnittstelle zwischen sozialen und infrastrukturellen Qualitäten. Die Planung geschlechtergerechter Räume macht deutlich, dass Aspekte wie Sicherheit, multimodale Erreichbarkeit und Zugang nicht isoliert gedacht werden können, sondern in engem Zusammenhang mit sozialen Praktiken wie Care-Arbeit, Begleitmobilität oder Alltagsorganisation stehen (Krause 2020). Frauen leisten nach wie vor einen überproportionalen Anteil an unbezahlter Sorgearbeit und sind deshalb in besonderem Maße auf flexible, sichere und zugängliche Mobilitätsangebote angewiesen (EDAD 2020). Wenn Verkehrsräume diesen Anforderungen nicht gerecht werden, gerät nicht nur individuelle Mobilität ins Stocken, sondern das System insgesamt wird anfälliger für Störungen und Ausschlüsse. Umgekehrt kann die gezielte Förderung von Care-Mobilität – etwa durch gut erreichbare Einrichtungen, sichere Fuß- und Radwege oder verlässliche Übergänge zwischen Verkehrsmitteln – zur funktionalen und sozialen Stärkung multimodaler Netze beitragen.

Besonders hervorzuheben sind in diesem Kontext die Innovationspotenziale, die sich durch eine gestalterisch kluge und sozial orientierte Planung erschließen lassen. So zeigte sich in der Analyse der Untersuchungsräume, dass kreative Lichtkonzepte nicht nur zur besseren Orientierung beitragen, sondern auch

einen gestalterischen Mehrwert schaffen, der Identifikation und soziale Kontrolle fördert. Mikro-Hubs, also kleinräumige Mobilitätsstationen mit Lade- und Umsteigemöglichkeiten, können als Knotenpunkte der Nahmobilität fungieren und insbesondere für die Wegekettten von Frauen mit Care-Verantwortung eine entscheidende Erleichterung darstellen. Auch die Infrastruktur für Lastenräder – von geschützten Abstellanlagen bis hin zu flächeneffizienter Wegeführung – bietet Potenziale, um nachhaltige und alltags-taugliche Mobilitätsformen zu stärken. Solche Maßnahmen wirken über die Genderperspektive hinaus systemstabilisierend, weil sie Nutzungsvielfalt fördern, Abhängigkeiten vom motorisierten Individualverkehr reduzieren und resilientere Verbindungen zwischen Wohnquartieren, Versorgungszentren und Verkehrsknoten schaffen.

Nicht zuletzt zeigt die Studie, dass die gezielte Einbindung vulnerabler Gruppen ein entscheidender Faktor für die Stabilität und Zukunftsfähigkeit urbaner Mobilitätssysteme ist. Die Perspektiven von Frauen, älteren Menschen, Kindern oder mobilitätseingeschränkten Personen liefern Hinweise auf strukturelle Schwachstellen, die sonst unsichtbar blieben – etwa in der Mikrogestaltung, der sozialen Erreichbarkeit oder in Übergangsbereichen zwischen Verkehrssystemen. Wenn diese Gruppen aktiv in Planungs- und Gestaltungsprozesse einbezogen werden, entstehen nicht nur inklusivere Räume, sondern auch belastbarere Infrastrukturen. Denn ein System, das den Anforderungen der am stärksten Benachteiligten gerecht wird, ist in der Regel auch für alle anderen Nutzer:innen zugänglicher, flexibler und robuster gegenüber Krisen. Die Diskussion um resiliente Mobilität muss daher stärker als bisher soziale Verwundbarkeiten in das Zentrum stellen und daraus strategische, gestalterische und politische Konsequenzen ableiten.

5. Handlungsfelder

Auf Grundlage der SWOT-Analysen in den drei Untersuchungsräumen lassen sich vier zentrale Strategiepfade ableiten, die im Sinne einer resilienten, geschlechtergerechten Mobilitätsplanung Orientierung



Abbildung 4: SWOT-basierte Strategieentwicklung identifiziert neue Lösungsansätze in Form von vier Strategieformaten (STRATMO 2025)

bieten: Ausbauen, Aufholen, Absichern und Vermeiden (vgl. Abb. 4).

Der Strategiepfad „Ausbauen“ zielt darauf ab, bestehende Qualitäten – wie soziale Lebendigkeit, Nutzungsvielfalt oder engagierte Nachbarschaften – gezielt zu stärken. Dazu gehören Investitionen in öffentliches Mobiliar, sichere und gut auffindbare Wegeführungen sowie Gestaltungselemente, die Begegnung und Sichtbarkeit im Stadtraum fördern.

„Aufholen“ bedeutet, Defizite in der Gestaltung und Nutzbarkeit gezielt zu beheben. Räume mit eingeschränkter Aufenthaltsqualität, eingeschränkter sozialer Kontrolle oder fehlender multifunktionaler Nutzung sollten umgestaltet werden, wie beispielsweise durch barrierefreie Umnutzung monofunktionaler Flächen, integrative Angebote für verschiedene Altersgruppen oder die Ansiedlung gemeinwohlorientierter Einrichtungen (Bär et al. 2021; Krysiak 2020).

Die Strategie „Absichern“ fokussiert auf das Minimieren bestehender Risiken und den Schutz positiver Raumeigenschaften. Dazu zählen Maßnahmen zur Verbesserung von Beleuchtung, Sichtbeziehungen, Wegweisung oder Barrierefreiheit – insbesondere an Orten mit geringer sozialer Dichte oder eingeschränkter sozialer Kontrolle.

„Vermeiden“ schließlich meint die vorausschauende Planung, um zukünftige Fehlentwicklungen zu verhindern. Dazu gehört es, Trennwirkungen und monofunktionale Infrastrukturen bereits im Vorfeld zu vermeiden und Nutzungskonflikten etwa durch eine geschickte Flächenverteilung oder die Förderung nachhaltiger Mobilitätsformen wie Lastenräder aktiv entgegenzuwirken.

Neben diesen raumbezogenen Strategien lassen sich übergreifende Governance-Empfehlungen ableiten, die eine resiliente, gendersensible Verkehrsplanung strukturell verankern können. Dazu zählt an erster Stelle die Etablierung ressortübergreifender Planungsteams, die Mobilität, Stadtentwicklung, soziale Infrastruktur und Gleichstellungsfragen gemeinsam bearbeiten. Nur so lassen sich Zielkonflikte frühzeitig erkennen und integrierte Lösungen entwickeln.

Ein weiteres zentrales Instrument sind partizipative Verfahren, die über klassische Bürgerbeteiligung hinausgehen und insbesondere vulnerable Gruppen aktiv einbeziehen. Formate wie moderierte Spaziergänge, Zufallsauswahl in Beteiligungsgremien oder Kooperationen mit lokalen Initiativen können helfen, bisher marginalisierte Perspektiven sichtbar zu machen und in Planungsprozesse zu überführen (OECD 2022).

Schließlich wird empfohlen, Gender Impact Assessments (GIA) systematisch in Planungs- und Entscheidungsprozesse einzubinden (Levin/Faith-Ell 2019). Dabei geht es nicht nur um die Bewertung geplanter

Maßnahmen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Geschlechtergerechtigkeit, sondern um eine grundlegende Sensibilisierung aller beteiligten Akteure für soziale Diversität, Nutzungsvielfalt und die Notwendigkeit inklusiver Gestaltung. GIAs können so als Planungsinstrumente und Lernprozesse zugleich wirken – und damit zur Institutionalisierung einer resilienten, gerechten Mobilität beitragen.

6. Fazit

Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass gendersensible Planung einen zentralen Beitrag zur Resilienz städtischer Infrastrukturen leisten kann. Indem sie die vielfältigen Bedürfnisse von Frauen – und darüber hinaus weiterer strukturell benachteiligter Gruppen – systematisch in den Mittelpunkt rückt, eröffnet sie neue Perspektiven auf die Gestaltung urbaner Mobilitätsräume. Gendersensible Räume zeichnen sich durch soziale Vielfalt, gestalterische Qualität und inklusive Nutzbarkeit aus. Sie schaffen Voraussetzungen für soziale Kontrolle, reduzieren das Entstehen von Angsträumen und ermöglichen es Nutzerinnen, sich selbstbestimmt und sicher durch die Stadt zu bewegen. In diesem Sinne ist Gendergerechtigkeit nicht nur ein normatives Ziel, sondern auch ein strategisches Prinzip für resiliente Stadtentwicklung.

Eine zentrale Erkenntnis der Studie ist die Bedeutung subjektiver Sicherheit als planerisch wirksamer Parameter. Sicherheitsgefühl ist nicht allein durch technische Maßnahmen herstellbar, sondern entsteht im Zusammenspiel aus Raumgestaltung, sozialer Dichte und individueller Wahrnehmung. Die systematische Erhebung und Berücksichtigung subjektiver Sicherheit eröffnet daher neue Handlungsfelder für eine transformationsorientierte Mobilitätsplanung – etwa durch Lichtkonzepte, Aufenthaltsqualität oder barrierefreie Wegführung. Eine Planung, die subjektive Sicherheit ernst nimmt, kann nicht nur bestehende Mobilitätsbarrieren abbauen, sondern auch langfristig die Nutzungsakzeptanz und Resilienz von Verkehrssystemen erhöhen.

Abschließend lässt sich festhalten, dass die im Bezirk Charlottenburg-Wilmersdorf gewonnenen Erkenntnisse nicht nur lokal relevant sind. Die entwickelten Methodenzugänge, Strategietypen und Handlungsempfehlungen sind auf andere urbane Kontexte übertragbar – insbesondere dort, wo Mobilitätsräume unter Transformationsdruck stehen. Die Skalierbarkeit der Ergebnisse zeigt sich insbesondere in der Adaptierbarkeit der SWOT-basierten Strategien sowie in der Möglichkeit, Gender Impact Assessments und qualitative Verfahren in bestehende Planungsstrukturen zu integrieren. Die Umsetzung dieser Erkenntnisse erfordert nicht nur technische Anpassungen, sondern auch einen institutionellen Wandel hin zu interdisziplinärer, bedarfsorientierter und

sozial gerechter Planung. Nur so kann urbane Resilienz als zukunftsweisendes Leitbild für eine gerechtere und krisenfeste Mobilität wirksam werden.

Literatur

Aljets, Janna (2020): Raum nehmen! Warum wir eine feministische Verkehrsplanung brauchen. In: LU-XEMBURG – Gesellschaftsanalyse und linke Praxis, 28.05.2020. Online verfügbar unter <https://zeitschrift-luxemburg.de/artikel/raum-nehmen/>

Augé, Marc (2019): Nicht-Orte. Einführung in eine Anthropologie der Einsamkeit. München: C.H. Beck.

Bär, Dominik / Roth, Roland / Csaki, Friderike (Hrsg.) (2021): Handbuch Kinderfreundliche Kommunen. Kinderrechte kommunal verwirklichen. Frankfurt am Main: Wochenschau Verlag.

Bartlett, Ruth / Koncul, Ana / Haugen, Ingebjørg et al. (2023): Using Walking / Go Along Interviews With People in Vulnerable Situations: A Synthesized Review of the Research Literature. In: International Journal of Qualitative Methods, 24 (9). DOI: 10.1177/16094069231164606

Bauhardt, Christine (1997): Mobilität und Raumstruktur – feministische Verkehrspolitik in der Kommune. In: Bauhardt, Christine / Becker, Ruth (Hrsg.): Durch die Wand! Feministische Konzepte zur Raumentwicklung. Pfaffenweiler, S. 159–177.

Bersch, Ann-Kathrin / Osswald, Lena (2021): An alle gedacht?! Frauen, Gender, Mobilität – Wie kommen wir aus der Debatte in die Umsetzung? IVP-Discussion Paper, Heft 3. Berlin. Online verfügbar unter https://www.ivp.tu-berlin.de/fileadmin/fg93/Dokumente/Discussion_Paper/DP3_Bersch_Osswald.pdf

Bezirksamt Charlottenburg-Wilmersdorf von Berlin (2025): WEIBLICHE MOBILITÄT: SICHER & SELBSTBESTIMMT! Eine Studie an drei Standorten des öffentlichen Verkehrs in Charlottenburg-Wilmersdorf. Ergebnisbrochure. Online verfügbar unter: <https://www.berlin.de/ba-charlottenburg-wilmersdorf/verwaltung/beauftragte/gleichstellung/artikel.1522090.php>

Crenshaw, Kimberle (1989): Demarginalizing the Intersection of Race and Sex: A Black Feminist Critique of Antidiscrimination Doctrine, Feminist Theory and Antiracist Politics. In: University of Chicago Legal Forum, Vol. 1989, Issue 1, S. 139–167. Online verfügbar unter <https://philpapers.org/rec/CREDTI>

Cresswell, Tim / Uteng, Tanu Priya (2008): Gendered mobilities: towards a holistic understanding.

In: Cresswell, Tim / Uteng, Tanu Priya (Hrsg.): *Gendered Mobilities*. New York, S. 1–14.

Criado-Perez, Caroline (2020): *Unsichtbare Frauen. Wie eine von Daten beherrschte Welt die Hälfte der Bevölkerung ignoriert*. München: btb Verlag.

Dellenbaugh-Losse, Mary (2024): *Gendergerechte Stadtentwicklung: Wie wir eine Stadt für alle bauen*. Wiesbaden: Springer VS.

EDAD – Design für Alle – Deutschland e. V. (2020): *Barrierefreiheit mit attraktiver Gestaltung verbinden*. Online verfügbar unter <https://www.design-fuer-alle.de/design-fuer-alle/>, zuletzt geprüft am 14.04.2025.

Endreß, Martin / Maurer, Andrea (Hrsg.) (2015): *Resilienz im Sozialen. Grundlagen – Konzepte – Fallstudien*. Wiesbaden: Springer VS. DOI: 10.1007/978-3-658-08108-7

FGSV – Forschungsgesellschaft Straßen- und Verkehrswesen (2011): *Empfehlungen der Straßenraumgestaltung innerhalb bebauter Gebiete (ESG)*. Köln.

Global Designing Cities Initiative (2021): *Designing Streets for Kids*. Washington D.C. Online verfügbar unter <https://globaldesigningcities.org/publication/designing-streets-for-kids/>

Hanson, Susan (2010): *Gender and mobility: new approaches for informing sustainability*. In: *Gender, Place and Culture*, 17 (1), S. 5–23.

Heinz, Harald (2014): *Schöne Straßen und Plätze: Funktion, Sicherheit, Gestaltung*. Bonn: Kirschbaum Verlag.

Krause, Juliane (2020): *Genderbelange in der Verkehrsplanung*. In: Becker, Thilo et al. (Hrsg.): *Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung, Loseblattsammlung, Beitragsnummer 3.2.6.5*. Berlin/Offenbach.

Krause, Juliane / Striefler, Katja (2022): *Genderbelange im öffentlichen Verkehr*. In: Becker, Thilo et al. (Hrsg.): *Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung, Loseblattsammlung, Beitragsnummer 3.4.8.4*. Berlin/Offenbach.

Krysiak, Natalia (2020): *Designing Child-Friendly High Density Neighbourhoods*. Cities for Play. Online verfügbar unter https://www.citiesforplay.com/_files/ugd/534edb_5e8553bb853d40228da3083a0ed1eede.pdf

Levin, Lena / Faith-Ell, Charlotta (2019): *How to Apply Gender Equality Goals in Transport and Infrastructure Planning*. In: Scholten, Christina Lindkvist / Joelson, Tanja (Hrsg.): *Integrating Gender into Transport Planning*. Cham: Palgrave Macmillan, S. [Kapitel 5].

DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-05042-9_5

Matthewson, Gill / Larin, Tegan / Kalms, Nicole (2024): *YourGround New South Wales, Baseline Insights Report*. Melbourne: Monash University YXX Lab and NSW State Government. DOI: 10.26180/25769685

Martens, Karel (2017): *Transport Justice: Designing Fair Transportation Systems*. New York: Routledge.

Preis, Ute / Pohlmann-Rohr, Birgit (1995): *Für eine Stadt ohne Angsträume: Planungsleitfaden für mehr Sicherheit im öffentlichen Raum*. Köln: Agenda Verlag.

Meerow, Sara / Pajouhesh, Pani / Miller, Thaddeus R. (2019): *Social equity in urban resilience planning*. In: *Local Environment* 24 (9), S. 793–808. DOI: 10.1080/13549839.2019.1645103

OECD (2022): *OECD Guidelines for Citizen Participation Processes*. Paris: OECD Publishing. Online verfügbar unter: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2022/09/oecd-guidelines-for-citizen-participation-processes_63b34541/f765caf6-en.pdf

Roy, Sajal / Huq, Saleemul (2021): *Women, Disaster Crisis and Building Resilience*. In: Leal Filho, Walter / Marisa Azul, Anabela / Brandli, Luciana / Lange Salvia, Amanda / Wall, Tony (Hrsg.): *Gender Equality. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals*. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-95687-9_65

Ruhne, Renate (2011): *Raum Macht Geschlecht. Zur Soziologie eines Wirkungsgefüges am Beispiel von (Un)Sicherheiten im öffentlichen Raum*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Schwedes, Oliver / Wachholz, Sina / Friel, David (2021): *Sicherheit ist Ansichtssache. Subjektive Sicherheit: ein vernachlässigtes Forschungsfeld*. IVP-Discussion Paper Nr. 17. Technische Universität Berlin. Online verfügbar unter https://www.ivp.tu-berlin.de/fileadmin/fg93/Dokumente/Discussion_Paper/DP17_Schwedes_et_al.pdf

Sheller, Mimi (2014): *The new mobilities paradigm for a live sociology*. In: *Current Sociology Review*, 62 (6), S. 789–811.

Steteplanung (2002): Frauenbeteiligung an Planungsprozessen. Handreichung. Online verfügbar unter http://www.gemo-lgg-rpk.de/material/Stete_DINA4.pdf

STRATMO – Strategische Mobilitätsplanung (2025): Weibliche Mobilität: Sicher und selbstbestimmt. Forschungsbericht. Online verfügbar unter: https://stratmo.de/cm4all/uproc.php/0/Forschungsbericht_Sicher%26Selbstbestimmt.pdf?cdp=a&=195b80aabf0

Useche, Sergio A. / Colomer, Natura / Alonso, Francisco / Faus, Mireia (2024): Invasion of privacy or structural violence? Harassment against women in public transport environments: A systematic review. In: PLOS ONE, 19(2), e0296830. DOI: 10.1371/journal.pone.0296830

AutorInnenangaben

Dr.-Ing. Alexander Rammert
Geschäftsführer
STRATMO – Strategische Mobilitätsplanung
Hubertusstraße 13, 12163 Berlin
rammert@stratmo.de

Laura Hüneburg, M.Sc.
Freie Mitarbeiterin und Expertin für Nachhaltige Regionalentwicklung,
STRATMO – Strategische Mobilitätsplanung
Hubertusstraße 13, 12163 Berlin
laura.hueneburg@posteo.de

Dr. Oliver Schwedes
Selbstständiger Verkehrs- und Mobilitätsexperte
www.critical-move.de
mail@oliver-schwedes.de

Resilienz in städtische Verkehrssystemen: Eine Herausforderung im Kontext des Klimawandels

Mohammad Sharif*, Dirk Wittowsky

Institut für Mobilitäts- und Stadtplanung, Universität Duisburg-Essen

Abstract

Der Klimawandel verstärkt extreme Wetterereignisse und stellt eine ernsthafte Herausforderung für die Funktionalität und Resilienz urbaner Verkehrssysteme dar. Die vorliegende Studie definiert den Begriff von Resilienz bei urbanen Systemen, entwickelt Bewertungsansätze für Klimaeffekte und beschreibt Anpassungsstrategien zur Minderung von Störungen. Am Beispiel von Duisburg, einer kreisfreien Großstadt, die an der Mündung der Ruhr in den Rhein im Ruhrgebiet liegt, werden die Auswirkungen der Klimasignale Starkregen, Hitzewellen und Niedrigwasser auf den Personen- und Güterverkehr analysiert und mit einem Resilienzindex quantifiziert. Die Ergebnisse liefern Erkenntnisse für politische Entscheidungsträger und Planer, die eine Steigerung der Klimaresistenz städtischer Verkehrsnetze anstreben.

Schlagwörter / Keywords:

Klimawandel, Verkehrsnetz, Resilienz, urbane Mobilität, Wirkungsbewertung, Minderungsstrategie

1. Einführung

Städtische Verkehrssysteme sind durch die zunehmenden Auswirkungen des Klimawandels bedroht, wodurch neue strategische und multiple planerische Herausforderungen für die Resilienz der Infrastruktur und die Kontinuität des Verkehrs entstehen. Extreme Wetterereignisse wie Starkregen, Hitzewellen sowie hohe und niedrige Wasserstände beeinflussen sowohl die Infrastruktur als auch die Personen- als auch den Güterverkehrsströme. Die Folgen gehen jedoch über physische Schäden der Infrastruktur hinaus und umfassen z.B. Reisezeitverlängerungen, Veränderungen von Verkehrs- und Logistikströmen, Unterbrechungen von Mobilitätsangeboten oder Logistikprozessen, wirtschaftlichen Verlusten, veränderte Routenwahlentscheidungen oder der Gefährdungen der öffentlichen Sicherheit. Dabei kann die zunehmende Vernetzung urbaner Systeme, Infrastrukturen sowie Mobilitäts- und Logistikangebote und dem Verkehrsverhalten zu Kettenreaktionen führen (Kahlenborn et al., 2021). Daher müssen Verkehrsbehörden und Verkehrsunternehmen angesichts der beschleunigten Effekte durch den Klimawandel dringend sowohl Minderungsstrategien zur Emissionsreduktion als auch Anpassungsmaßnahmen zur Verbesserung der

Infrastrukturresilienz gegenüber zunehmend unvorhersehbaren Umweltbelastungen umsetzen. Das Ziel besteht darin, anpassungsfähige Systeme in einem Stabilisierungs- und Transformationsprozess zu entwickeln, die auf Herausforderungen reagieren und aus vergangenen Krisen lernen. Die Resilienz von Systemen wird nicht nur durch angepasste physische Strukturen, sondern auch durch Planungssysteme und Multi-Level-Governance-Strukturen (adaptive urbane Governance) bestimmt.

Im Rahmen der Anpassung an den Klimawandel fokussiert sich die Resilienz (Maß für die Widerstandsfähigkeit eines Systems) des Verkehrs und der Verkehrsinfrastruktur insbesondere auf die Fähigkeit von Systemen, extremen Wetterereignissen standzuhalten, unter diesen Bedingungen zu operieren und sich schnell von deren Auswirkungen zu erholen (Diab & Shalaby, 2020). Zunächst gilt es, die kritischen und vulnerablen Bereiche urbaner Systeme zu identifizieren. Darauf aufbauend können dann Resilienz-Strategien als multidimensionales Konzept entwickelt werden, das bestehende Systeme oder Menschen sich an unvorhersehbaren Störereignissen anpassen. In Anbetracht der Zunahme externer Störungen erlangt die Resilienz von Infrastrukturen eine entscheidende

Bedeutung für die Aufrechterhaltung von Lebensqualität und Stabilität in den Städten. Resilienzkonzepte finden daher vermehrt Eingang in die Planungspolitik oder sie erweitern bestehende Leitbilder der nachhaltigen Entwicklung.

Die Implikationen der Einbeziehung von Resilienz im urbanen Kontext manifestieren sich sowohl im Alltag der Bevölkerung sowie auf die soziale und wirtschaftliche Entwicklung des Systems. Auf individueller Ebene bedeutet dies, dass Mobilitätsoptionen bei systemischen Störungen der Infrastruktur nicht zur Verfügung stehen bzw. alternative Wege gesucht werden müssen. Nichtsdestotrotz obliegt es der Verantwortung der zuständigen Instanzen, eine kritische Infrastruktur aufrechtzuerhalten und in Notsituationen adäquate Rettungsangebote zur Verfügung zu stellen.

Auf der Planungsebene sind resiliente Systeme in der Lage, Störungen und kritische Ereignisse rechtzeitig zu erkennen, sie zu vermeiden oder sie im Falle ihres Eintretens proaktiv abzufedern und sich von den Auswirkungen zu erholen - strategisch erlaubt ein Resilienzmanagement eine Anpassung an veränderte Zustände. Dazu gehören die Bewältigung von Verkehrs- und Mobilitätsproblemen sowie die Aufrechterhaltung der Verkehrsfunktionalität trotz Ressourcenknappheit oder einer möglichen Preisvolatilität (Esmalian et al., 2022).

Angesichts der zunehmenden Häufigkeit und Intensität klimabedingter Gefahren für die urbanen Systeme ist die Entwicklung von Indikatoren und robuster Methoden zur Bewertung und Stärkung der Verkehrsresilienz unerlässlich. Die Quantifizierung des Nutzens von Maßnahmen zur Stärkung der Resilienz (vermiedene Kosten, öffentliche Sicherheit, Sicherung der Daseinsvorsorge, kritischen Infrastruktur, etc.) stellt eine Herausforderung dar, die insbesondere durch die Unsicherheit zukünftiger Extremereignisse und deren Art und Intensität bedingt ist.

Die Resilienz urbaner Verkehrssysteme bezieht sich in erster Linie auf die Verkehrsinfrastruktur (Chalkiadakis et al., 2022) sowie auf den Betrieb des Verkehrssystems (Lu et al., 2024). Während ersteres die strukturelle Resilienz der Infrastrukturen analysiert, bewertet letzteres die funktionale Leistungsfähigkeit der Systeme und deren Risiko gegenüber Störungen (z.B. Einschränkungen, Schockereignisse, temporäre Störungen, Katastrophen) (Sharif & Wittowsky, 2025). Im Vergleich zu topologischen Verwundbarkeitsstudien ermöglichen systembasierte Ansätze eine intuitivere Bewertung der Auswirkungen und erfassen ein breiteres Spektrum an Folgen disruptiver Ereignisse (Mattsson & Jenelius, 2015).

Der vorliegende Text befasst sich mit der Fragestellung, inwiefern der Klimawandel die Funktionalität urbaner Verkehrssysteme durch verstärkte extreme Wetterereignisse beeinflusst und wie widerstandsfähig diese gegenüber solchen Ereignissen sind. Das Ziel besteht darin, Einblicke sowohl in die Schwachstellen als auch die Strategien zur Stärkung der Resilienz urbaner Verkehrsnetze zu geben. Darüber hinaus werden durch die Anwendung der Verkehrsmodellierung bei Starkregen- Hitzewellen- und Niedrigwasser in unterschiedlichen Szenarien quantitative Resilienzmaße für die Stadt Duisburg bereitgestellt. Die Ergebnisse unterstützen politische Entscheidungsträger Verkehrs- und Stadtplaner sowie Forscher bei der Entwicklung nachhaltiger und klimaresilienter Verkehrssysteme.

2. Resilienz in urbanen Verkehrssystemen

2.1. Definition und Komponenten der Resilienz

In Anbetracht zunehmender externer Störungen erlangt die Resilienz von Stadtstrukturen und Verkehrssystemen eine entscheidende Bedeutung für die Aufrechterhaltung von Lebensqualität und Schaffung von Stabilität. Es ist von essenzieller Bedeutung, dass Resilienzkonzepte bestehende Leitbilder zur nachhaltigen Entwicklung erweitern und in formelle sowie informelle Planungsgrundlagen integriert werden. In sozio-ökonomischen Systemen wird die Resilienz als die Kapazität einer Gesellschaft definiert, zu lernen und sich an veränderten (Umwelt-)Bedingungen anzupassen.

Das Konzept der Resilienz wurde erstmals in einer Studie über ökologische Systeme (Ecological Systems) eingeführt, in der es als die Fähigkeit dieser Systeme beschrieben wurde, Veränderungen in Umweltvariablen aufzunehmen und diese zu bewältigen (Holling, 1973). Später wurde dieses Konzept auch in andere Fachgebiete übertragen, einschließlich der Stadtplanung und den Verkehrswissenschaften. Allerdings ist Resilienz in Verkehrssystemen kein einheitlich definiertes Konzept, da es verschiedene Ebenen (z.B. bauliche, technische oder organisatorische) aufweisen kann sowie verschiedene Sektoren (Fuß-, Rad-, Straßen-, Schienen-, Schiffs- und Luftverkehr) umfasst. Die Resilienz urbaner Verkehrssysteme wird definiert als „die Fähigkeit eines Systems, die Auswirkungen einer externen Störung (Schock, Unterbrechung oder Katastrophe) vorzubeugen und zu widerstehen, das System zu schützen und Schäden zu verringern bzw. proaktiv im Falle ihres Eintretens proaktiv abzufedern und eine Erholungsphase einzuleiten, um die Funktionalität des Stadt- oder Verkehrssystems aufrechtzuerhalten (statische Resilienz), sowie

den regulären Betrieb und die Lebensqualität innerhalb eines vertretbaren Zeit- und Kostenrahmens wiederherzustellen (dynamische Resilienz) bzw. das System in der Lage ist, sich an die veränderten Umstände anzupassen" (Gonçalves & Ribeiro, 2020).

Es gibt viele Merkmale, die mit Resilienz in Zusammenhang stehen. Das sogenannte „Resilienz-Dreieck“ ist einer der am häufigsten verwendeten Ansätze zur Darstellung der Netzwerkresilienz (Bruneau et al., 2003). Dieses Dreieck stellt sowohl den Funktionsverlust und die Störungen eines Systems als auch das Muster des Umstrukturierens und der Wiederherstellung über die Zeit dar. Abbildung 1 zeigt eine allgemeine Darstellung der Eigenschaften von Resilienz. Das Resilienz-Dreieck besteht aus drei Seiten: Eine Seite zeigt die Abnahme der Funktionalität ($Q(t)$), wenn das Ereignis zum Zeitpunkt t_0 eintritt, die zweite Seite zeigt die Wiederherstellungszeit ($t_r - t_0$), und die Steigung der dritten Seite zeigt die Wiederherstellungsgeschwindigkeit. Allerdings reicht keine einzelne Seite oder Eigenschaft aus, um eine so facettenreiche Eigenschaft wie Resilienz vollständig zu beschreiben. Die Systemfunktionalität zum Zeitpunkt t ist $Q(t)$. Die Fläche des Resilienz-Dreiecks kann den Resilienverlust (RL) infolge eines Ereignisses abschätzen. Der Resilienzindex $R(t_r)$ stellt die Resilienz durch einen Parameter dar, dessen Wert zwischen 0 und 1 liegt (Reed et al., 2009).

„Robustheit“ und „Schnelligkeit“ („Rapidity“) sind die beiden Schlüsseleigenschaften von Resilienz. Robustheit bezeichnet „die Fähigkeit, einem bestimmten Belastungsgrad standzuhalten, ohne dabei eine Verschlechterung oder einen Funktionsverlust zu erleiden“, während Schnelligkeit „die Fähigkeit beschreibt, Prioritäten zeitgerecht umzusetzen und Ziele zu erreichen, um Verluste einzugrenzen und zukünftige Störungen zu vermeiden“ (Sun et al., 2020). Das Diagramm in Abbildung 1 verdeutlicht, dass sowohl Robustheit als auch Schnelligkeit durch Risikominierungsmaßnahmen vor einer Katastrophe sowie durch Reaktionsmaßnahmen nach einem Ereignis verbessert werden können. Resilienzanalyse urbaner Verkehrssysteme konzentriert sich stärker auf die Analyse nach Schockereignissen oder Katastrophen, insbesondere nach dem Auftreten von Naturkatastrophen wie Starkregen und Überschwemmungen (Salvo et al., 2025).

Die Resilienz von städtischen Verkehrssystemen ist ein wichtiger Aspekt der Stadt- und Verkehrsplanung, da sie die Fähigkeit -auch planerisch - stärkt, sich an Veränderungen anzupassen und sich von Störungen zu erholen. Dabei ist es aus einer strategisch-planerischen Sicht die multikriterielle Bewertung und Über-

führung des theoretischen Begriffs in ein anwendbares Mess- und Analyseinstrument zur Ableitung Handlungsmaßnahmen von zentraler Bedeutung. Dabei wird die Grundstruktur durch die beiden Dimensionen Robustheit und Anpassungsfähigkeit aufgespannt (vgl. Abbildung 2). Dabei befasst sich die Dimension der Robustheit mit baulichen, institutionellen und sozioökonomischen Strukturen der Stadt und der Verkehrssysteme, um externe Störereignisse und negative Auswirkungen von Krisen oder Katastrophen abzumildern. Die Robustheit setzt sich aus den Kriterien Diversität, Redundanz, Multifunktionalität und Erholungsfähigkeit zusammen (Kötter et al., 2018). Als zweite Dimension wird die Anpassungsfähigkeit definiert, die sich aus den Kriterien Reaktionsfähigkeit, Innovationsfähigkeit und Umsetzungsfähigkeit ableitet. In diesem Zusammenhang beschreibt sie die Fähigkeiten und Strategien einer Stadt und eines Verkehrssystems zur Anpassung (Adaption und Mitigation) an neue stressauslösende Rahmenbedingungen und Entwicklungen (ebenda).

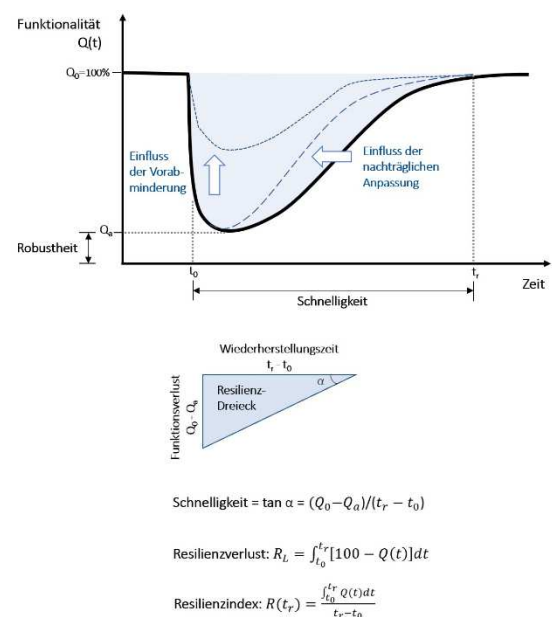


Abbildung 1: Definition von Resilienz und die Auswirkungen von Entscheidungsprozessen darauf (McDaniels et al., 2008; Sun et al., 2020)

Robustheit	Strukturen der Robustheit Bauliche, institutionelle und sozioökonomische Strukturen einer Stadt, die negative Auswirkungen von Krisen oder Katastrophen verhindern.
Diversität	
Redundanz	
Multifunktionalität	
Erholungsfähigkeit	
Bewertung überwiegend quantitative Indikatoren	

Anpassungsfähigkeit	Kompetenzen der Anpassungsfähigkeit Fähigkeiten und Strategien einer Stadt zur Anpassung (Adaption und Mitigation) an neue stressauslösende Rahmenbedingungen und Entwicklungen.
Reaktionsfähigkeit	
Innovationsfähigkeit	
Umsetzungsfähigkeit	
Bewertung überwiegend qualitative Indikatoren	

Abbildung 2: Konzept der Resilienz für den Stresstest Stadt (Kötter et al., 2018)

Es erfolgt eine Aufrechterhaltung fundamentaler urbaner Strukturen und Funktionen. Dies könnte zu neuen Formen der Anpassungsfähigkeit oder möglicherweise zu transformatorischen Veränderungen führen (Folke et al., 2010). Die Konzentration auf Kipppunkte und Grenzwerte kann dazu führen, dass allmähliche Veränderungen übersehen werden. Diese Veränderungen können sich im Laufe der Zeit aufsummieren und zu unvermeidbaren Schäden führen.

2.2. Ansätze zur Resilienzbewertung

Die Ansätze zur Bewertung der Resilienz unterscheiden sich je nach Forschungszielen, Datenverfügbarkeit und dem Komplexitätsgrad des Netzwerks, das untersucht werden soll. Diese lassen sich hauptsächlich in die Kategorien Simulation, Modelloptimierung, Graphentheorie, probabilistische Methoden und Big Data einordnen (Serdar et al., 2022). Unter diesen Methoden erweist sich die Simulation als ein wirksames Mittel zur Bewertung der Resilienz von Verkehrsnetzen. Sie ermöglicht die Leistungsbewertung unter realen+ und hypothetischen Szenarien. Diese Eigenschaften machen sie besonders geeignet zur Identifizierung von Schwachstellen, Leistungsdefiziten und kritischen Elementen. Die größte Einschränkung simulativer Ansätze ist der erhebliche Rechenaufwand, der die Größe der analysierbaren Systeme begrenzt oder eine Skalierung auf Stadtebene erschwert (Balal et al., 2019).

Resilienz-Bewertungen setzen sich zumeist aus mehreren Schritten und Komponenten zusammen. Zunächst erfolgt die Bewertung von Einwirkungen auf der Objektebene durch die externe Störung, im Anschluss die Bewertung der lokal an diesem Projekt auftretenden Auswirkungen. Dies kann z.B. über ein regelbasiertes System oder über eine mehrdimensionale Bewertungsmatrix bezüglich der Exposition (z.B. gering bis sehr hoch) und der Vulnerabilität sowie der Ausfalldauer (kurz bis langfristig) und des Verfügbarkeitslevel (z.B. keine Einschränkung bis Sperrung) umgesetzt werden. Zum Schluss werden auf der Netzebene die resultierenden globalen Auswirkungen über einen Funktionalitätslevel (z.B. Reisezeitverluste gegenüber dem ungestörten Netz) und der Ausfalldauer ausgedrückt (Mayer et al., 2020).

2.3. Resilienzindikatoren

Resilienz wurde in mehreren spezifischen Bereichen des städtischen Verkehrssystems implementiert, wobei der Fokus insbesondere auf Straßen- und

Schienensysteme lag, sowohl monomodal als auch in integrierter Form (inter- und multimodal). Die Resilienzindikatoren ergeben sich aus der Überlagerung einer Vielzahl von Variablen, die üblicherweise zur Charakterisierung des Systems und zur Bewertung der Leistung in Verkehrsanalysen herangezogen werden (Gonçalves & Ribeiro, 2020). Leistungsbasierte Indikatoren (z.B. Servicelevel, Kapazität oder Reisezeit) stellen die am häufigsten verwendeten Indikatoren dar und spiegeln die Veränderungen der Systemleistung über die Zeit wider und konkretisieren die Resilienzanalyse (Serdar et al., 2022).

Darüber hinaus sind netztopologische Indikatoren entscheidende Werkzeuge zur Bewertung der Resilienz von Verkehr und Transport in Straßennetzen, da sie quantitative Einblicke in die strukturelle Robustheit und funktionale Effizienz des Netzwerks unter Störungen bieten. Es wurden signifikante Indikatoren wie Knotengrad (node degree), Zwischenzentralität (betweenness centrality), Netzdichte (network density), Clusterkoeffizient (clustering coefficient) oder Netzdiameter (network diameter) identifiziert, die eine Bewertung ermöglichen, wie gut ein Straßensystem die Konnektivität aufrechterhalten kann, Verkehrsströme umgeleitet werden können oder das System zu stabilisieren, falls es zu Unfällen, Naturkatastrophen oder Infrastrukturversagen kommt (Sun et al., 2020). Die Auswertung dieser Indikatoren erlaubt Rückschlüsse auf die Ausbreitung von Störungen innerhalb des Systems sowie die Priorität von erforderlichen Interventionen.

Reiseindikatoren (z.B. Routenverfügbarkeit, Distanzen oder Reisezeitverluste) sowie Verkehrsindikatoren (z.B. Verkehrsbelastungen, Geschwindigkeitsanpassungen, Dauer von Verkehrssperrungen, Betriebskosten, Emissionen, Trennungseffekte und Unfallkosten) sind besonders geeignet, um die Resilienz von Transportsystemen bei Extremwetterereignissen zu definieren und zu analysieren. In jüngeren Studien wurden zudem adaptive Kapazitätsindikatoren integriert, wie die Effizienz von dynamischen Routenwahlentscheidungen oder bedarfsgesteuerte Verkehrsangebote. Mithilfe dieser Indikatoren wird gemessen, wie schnell das System auf unerwartete Störungen reagieren kann (Calabrò et al., 2023). Darüber hinaus haben soziale Indikatoren wie z.B. Mobilitätsgerechtigkeit, einschließlich der Erreichbarkeit kritischer Infrastrukturen oder der Daseinsvorsorge für vulnerable Bevölkerungsgruppen an Bedeutung als Resilienzkenzahlen gewonnen, um die Inklusivität von Transportsystemen in Krisensituationen zu gewährleisten (Pregolato et al., 2017).

Über die genannten Kennzahlen hinaus konzentrieren sich Resilienzindikatoren ebenfalls auf die Wiederherstellungsdynamik des Systems sowie dessen langfristige Anpassungsfähigkeit (Hosseini et al., 2016; Wang et al., 2024). Die Wiederherstellungsdynamik ist ein Maß, wie schnell und effizient ein Verkehrssystem nach Störungen wieder ein normales oder akzeptables Leistungsniveau erreichen kann. Als Indikatoren hierfür werden die Wiederherstellungszeit, der Durchsatz des Verkehrsflusses sowie temporäre Auslastungs- und Überlastungsgrade herangezogen. Im Gegensatz dazu spiegelt die langfristige Anpassungsfähigkeit die Fähigkeit des Systems wider, aus vergangenen Störungen zu lernen, die Widerstandsfähigkeit gegen zukünftige Schockereignisse zu verbessern, Veränderungen im Transport- und Verkehrsverhalten zu integrieren sowie neue Technologien und Infrastrukturverbesserungen einzubinden. Wesentliche Aspekte der Anpassungsfähigkeit umfassen Infrastrukturredundanz, verkehrsträgerübergreifende Flexibilität, Investitionen in intelligente Technologien oder die Reaktionsfähigkeit in strategischen Planungsprozessen.

3. Klimawandelprojektionen für Deutschland

Klimawandelprojektionen für Deutschland weisen auf signifikante Veränderungen bei Temperaturen, Niederschlagsmustern und Wasserständen hin (Crespi et al., 2023).

Deutschland hat bereits eine ausgeprägte Erwärmung erfahren, es ist davon auszugehen, dass dieser Trend anhalten wird. Gemäß dem Deutschen Wetterdienst (Deutscher Wetterdienst, 2025) verzeichnete Deutschland im Jahr 2024 die höchste Durchschnittstemperatur seit Beginn der Aufzeichnungen im Jahr 1881. Die gemessene Temperatur lag bei 10,9 °C – was eine Steigerung von 2,7 °C im Vergleich zum Referenzzeitraum 1961–1990 und 1,6 °C über dem Zeitraum 1991–2020 entspricht. Prognosen zufolge wird bis zum Ende des 21. Jahrhunderts – abhängig vom gewählten Emissionsszenario – ein weiterer Temperaturanstieg von 1,1 bis 4,6 °C gegenüber dem Zeitraum 1971–2000 erwartet. Die Anzahl der Hitzetage (Tageshöchsttemperatur ≥ 30 °C) lag im Jahr 2024 im Durchschnitt bei etwa 12,5 und wird insbesondere im Süden Deutschlands voraussichtlich deutlich steigen (Umweltbundesamt, 2025).

Es ist davon auszugehen, dass die Niederschlagsmuster sich voraussichtlich ebenfalls signifikant verändern werden. Eine Analyse der Niederschlagswerte seit 1881 zeigt eine signifikante Zunahme des jährlichen Niederschlags um etwa 9 %. Der Zeitraum von Juli 2023 bis Juni 2024 war das niederschlagsreichste Zwölfmonatsintervall seit Beginn der Wet-

teraufzeichnungen in Deutschland, mit einer durchschnittlichen Niederschlagsmenge von 1.070 Litern pro Quadratmeter. Zukünftige Projektionen deuten auf eine Zunahme der Niederschlagsmenge in den Wintermonaten sowie auf eine Abnahme der Niederschlagsmenge in den Sommermonaten hin. Bis zum Ende des Jahrhunderts könnte der Winterniederschlag um bis zu 25 % zunehmen, während der Sommerniederschlag in einigen Regionen um bis zu 40 % abnehmen könnte.

Veränderte Niederschlagsmuster und erhöhte Verdunstung infolge höherer Temperaturen dürften sich erheblich auf die Wasserstände auswirken. In Deutschland kam es bereits zu signifikanten Niedrigwasserereignissen, insbesondere während der heißen und trockenen Sommer der Jahre 2018 bis 2020. Diese Niedrigwasserperioden hatten tiefgreifende Auswirkungen auf die Binnenschifffahrt, insbesondere auf den Rhein, der als Deutschlands wichtigste Wasserstraße gilt. Während der Niedrigwasserphase im Jahr 2018 sank die insgesamt transportierte Gütermenge auf deutschen Binnengewässern um etwa 25 Millionen Tonnen im Vergleich zum Vorjahr, was einem Rückgang von 11,1 % entspricht (Umweltbundesamt, 2025). Ohne Klimaschutzmaßnahmen könnte die Rheinschifffahrt bis zum Jahr 2100 mit über 45 Niedrigwassertagen pro Jahr konfrontiert sein (Ebner von Eschenbach et al., 2022).

4. Klimawandel und urbane Verkehrssysteme

Die beiden Ansätze – Wirkungsbewertung sowie Strategien zur Minderung und Anpassung an klimabedingte Ereignisse – sind für die Bewertung der Resilienz im Bereich der urbanen Mobilität von zentraler Bedeutung. In diesem Abschnitt werden diese beiden Aspekte behandelt, indem zentrale Themen skizziert werden (Batur et al., 2024; Bedoya-Maya et al., 2024; Böcker et al., 2016; Böcker et al., 2013; Böcker et al., 2019; Deublein et al., 2021; Galich & Nienland, 2023; Markolf et al., 2019; Mayer et al., 2020; Melkonyan et al., 2024; Roth et al., 2023).

4.1. Extreme Ereignisse und deren Auswirkungen auf das Mobilitätsverhalten in Städten

Belastung und Abnutzung der Infrastruktur sowie Veränderungen des Mobilitätsverhaltens sind Konsequenzen extremer Wetterereignisse, die eine zentrale Rolle für die Resilienz städtischer Verkehrssysteme spielen. Aus infrastruktureller Sicht kann extreme Hitze zu Verformungen, Aufwölbungen oder Aufbrüchen von Straßenbelägen (Blow-ups, Spurrillen), Ausdehnung und Verformung von Schienen und Weichen sowie einer erhöhten Belastung durch Risse und strukturelle Schäden an Brücken und Tunneln führen. Abgesehen von der Infrastruktur besteht die

Möglichkeit, dass Batterien in den Fahrzeugen überhitzen, Klimaanlage ausfallen, der Reifenverschleiß zunimmt oder Logistikprozesse durch Hitzestress bei den Mitarbeitenden, verminderte Lagerungsmöglichkeiten oder Fahrzeugausfälle negativ beeinflusst werden.

Starkregenereignisse können eine Vielzahl von Folgen haben, darunter Überschwemmungen und Überflutungen von Straßen und Schienenwegen, Destabilisierung und Zerstörung von Straßen- und Bahntrassenabschnitten infolge von Hangrutschen und Unterspülungen, Hindernisse auf Straßen- und Schienenwegen sowie die Aufweichung von Gleisbetten. Darüber hinaus können die Fahrbahngriffigkeit verringert, Aquaplaning-Unfälle verursacht, die Sicht eingeschränkt und Entwässerungssysteme überlastet werden. Darüber hinaus können aufgrund hoher Wasserstände Einschränkungen hinsichtlich der Schifffahrt auftreten. Der Betrieb von Fähren und Schiffen wird durch niedrige Wasserstände beeinträchtigt, was zu einer modalen Verkehrsverlagerung führt. Dies resultiert in einer erhöhten Nachfrage nach Transporten auf Straßen und Schienen, was eine zusätzliche Belastung der Infrastruktur zur Folge hat.

Diese Ereignisse haben folglich auch Auswirkungen auf das Mobilitätsverhalten – besonders auch bei vulnerablen Personengruppen – und die Organisation von Transportprozessen. Durch Hitze und Hitzestress kann die körperliche und mentale Gesundheit (z.B. sinkende Konzentrationsfähigkeit) und körperliche Gesundheit (z.B. Flüssigkeitsmangel, Hitzeschlag, Herzinfarkt, Sonnenbrand) beeinflusst werden, so dass weniger aktive Mobilität durchgeführt werden kann bzw. neben der Veränderung der Verkehrsmittelwahl auch die Wahl der Abfahrtszeiten neu justiert werden muss oder Wege und Fahrten ganz vermieden werden.

Darüber hinaus ist eine Anpassung der Arbeitszeiten möglich, da körperliche Arbeiten (z.B. erhöhte Erschöpfung) eingeschränkt durchgeführt werden können. Hitzefrei an Schulen und ein verstärkter Homeoffice-Anteil können zu Veränderungen der Abfahrtszeiten und der Verkehrsnachfrage führen. Zudem können alternative Routen (z.B. Wege mit Schatten und geringer Steigung) gewählt werden und die Zielwahl (z.B. mehr Aktivitäten am Wasser) kann beeinflusst werden. Die Sensibilisierung und Bewusstseinsbildung der Bevölkerung in Bezug auf die gesundheitlichen Konsequenzen haben das Potenzial, signifikante Veränderungen zu induzieren, deren Effekte jedoch noch nicht vollständig absehbar sind und bislang kaum in Modellen abgebildet werden. Die Mehrheit der Effekte sind ebenfalls durch Starkregen (z.B. Anpassung Verkehrsmittelwahl, Verschiebung der

Abfahrtszeiten bzw. Verlagerung der Fahrt auf einen anderen Tag) bedingt. Darüber hinaus ist mit einer vermehrten Anpassung der Routen durch gesperrte Straßen, längeren Reisezeiten durch reduzierte Geschwindigkeiten sowie einer Anpassung der Fahrweise zu rechnen.

Tabelle 1 zeigt die Auswirkungen extremer Wetterereignisse auf die Verkehrsmittelwahl und das Mobilitätsverhalten in Abhängigkeit von der Verkehrsart. Individualverkehr umfasst den Personenverkehr, bei dem Personen durch die persönliche Wahl des Fortbewegungsmittel und die Mobilität bestimmen, wie Pkw, Motorrad, Fahrrad oder zu Fuß gehen. Der kollektive Verkehr (öffentlicher Personennahverkehr – ÖPNV) umfasst primär Straßenbahnen, Busse, Züge, U-Bahnen und Fähren. Dieser ist für alle Personen zugänglich und zeichnet sich in der Regel durch festgelegte Zeiten und Routen aus, die in Fahrplänen ausgewiesen sind. Der Güterverkehr ist definiert als der Transport von Gütern auf den Verkehrswegen Straße, Schiene, Wasser und Luft unter Nutzung von Lastkraftwagen, Zügen, Flugzeugen und Schiffen.

4.2. Anpassungs- und Minderungsstrategien im Mobilitätsverhalten

Im Hinblick auf den Klimawandel erweist es sich als entscheidend, die Resilienz und Nachhaltigkeit von Verkehrssystemen zu stärken. Zu diesem Zweck sind Anpassungs- und Minderungsstrategien zu entwickeln, die auf die Verkehrsnachfrage, die Systemleistung, die Verkehrsmittelwahl und das Reiseverhalten abzielen. Strategische Maßnahmen – wie dynamisches Verkehrsmanagement, verbesserte Infrastrukturgestaltung, multimodale Integration und nachfrageorientierte Planung – ermöglichen es Systemen, Schocks zu absorbieren und gleichzeitig wesentliche Verbindungen aufrechtzuerhalten. Tabelle 2 gibt einen Überblick über Anpassungs- und Minderungsstrategien im individuellen, kollektiven und Güterverkehr als Reaktion auf extreme Wetterereignisse.

5. Modellierung des Straßenverkehrs unter klimabedingte Ereignisse – Fallstudie der Stadt Duisburg

Zur Quantifizierung der Resilienz eines Verkehrssystems im Kontext klimabedingter Ereignisse wurden Analysen auf Stadtebene durchgeführt. Als Untersuchungsregion wurde die Stadt Duisburg im Ruhrgebiet des westlichen Bundeslandes Nordrhein-Westfalen (NRW) ausgewählt. Duisburg ist die fünfzehntgrößte Stadt Deutschlands und die fünftgrößte in NRW. Der Stadtteil Duisburg-Ruhrort ist Standort des größten und bedeutendsten Binnenhafens Deutschlands und fungiert somit als zentraler Knotenpunkt für Logistik und Verkehr. Darüber hinaus

sind der Ausbau der Trimodalität sowie der Übergang zu alternativen Verkehrsformen klimabedingte Anpassungsmaßnahmen. Duisburg wird von mehreren Autobahnen erschlossen, darunter zwei Nord-Süd-Verbindungen und drei Ost-West-Verbindungen.

Tabelle 1: Auswirkungen extremer Wetterereignisse auf das Mobilitätsverhalten

	Extreme Hitze	Starker Regen	Niedrige Wasserstände
Individualverkehr (IV)	- Reduzierte Mobilität durch weniger Aktivitäten im Freien. - Verlagerung der Reisezeiten auf kühlere Tageszeiten. - Kürzere Entfernungen bei Fuß- und Radwegen. - Bevorzugung schattiger Routen oder unterirdischer Wege. - Zunahme (klimatisierende) Autonutzung.	- Wechselwirkungen Umstieg vom ÖPNV (Haltestelle nicht erreichbar) auf das Auto und vom Auto auf den ÖPNV (Verkehrssicherheit). - Reiseverzögerungen oder -Wegfall/Verschiebung der Aktivität infolge überfluteter Straßen und eingeschränkter Sichtverhältnisse.	- Anpassung der Verkehrswege und -gewohnheiten durch veränderte Wasserstraßenzugänglichkeit. - Anstieg alternativer Verkehrsmittel.
Kollektiver Verkehr (ÖPNV)	- Höhere Nachfrage nach klimatisierten Transportmitteln. - Zunehmendes Interesse an Ride-Hailing-Diensten. - Erhöhte Spitzenbelastung am Morgen und Abend.	- Kapazitätsengpässe im ÖPNV. - Verlagerung vom Rad- und Fußverkehr zum ÖPNV. - Reiseverzögerungen aufgrund überfluteter Straßen und Störungen der Bahnleittechnik. - Ausfall von Fahrten. - Dynamische Fahrplananpassungen und flexible Bedienformen.	- Beeinträchtigung fährbasierter öffentlicher Verkehrssysteme. - Höhere Nachfrage nach straßen- und schienenbasierten Alternativen. - Längere Pendelzeiten.
Güterverkehr	- Verlagerung auf klimatisierte Transporte und kürzere Lieferfenster zur Vermeidung von Qualitätseinbußen temperaturempfindlicher Waren. - Verzögerungen infolge von Geschwindigkeitsbeschränkungen bei überhitzten Schienen. - Reduzierte Transportleistungen durch Hitzebelastungen der Fahrer und Verlader.	- Eingeschränkter Lkw-Verkehr durch überflutete Straßen und schlechte Sichtverhältnisse. - Eingeschränkter Schienengüterverkehr. - Verlagerung vom Straßen- zum Schienengüterverkehr zur Umgehung überfluteter Straßen. - Unvorhersehbare Lieferzeiten und verlängerte Transportdauer. - Erhöhtes Verkehrsaufkommen auf alternative Routen.	- Eingeschränkte Kapazität oder vollständiger Ausfall des Binnenschiffverkehrs. - Verlängerte Transportzeiten durch Überlastung alternativer Verkehrsträger (Straße/Schiene). - Vermehrter Einsatz intermodaler Strategien (z.B. Kombination von Schiene und Straße). - Steigende Logistikkosten infolge von Unterbrechungen in der Lieferkette.

Tabelle 2: Anpassungs- und Minderungsstrategien für das Mobilitätsverhalten

	Extreme Hitze	Starker Regen	Niedrige Wasserstände
Individualverkehr (IV)	- Förderung aktiver Mobilitätsformen außerhalb der Spitzenzeiten bzw. bei kühleren Temperaturen. - Förderung klimatisierter und elektrisch betriebener Fahrzeuge. - Etablierung städtischer Beschattungsmaßnahmen und kühlender Korridore. - Einsatz hitzeadaptiver Navigationssysteme.	- Förderung flexibler Reisezeiten. - Verbesserung der Wetterinformationssysteme zur Reiseplanung. - Ausbau der Entwässerungsinfrastruktur.	- Verbesserung der intermodalen Erreichbarkeit. - Förderung alternativer Routen zur Umgehung betroffener Fährverbindungen.
Kollektiver Verkehr (ÖPNV)	- Nachrüstung von Haltestellen und Fahrzeugen mit hitzeresilienten Technologien. - Optimierung des Fahrplans zur Verkürzung von Wartezeiten.	- Infrastrukturverbesserung an Haltestellen und Knotenpunkten. - Bereitstellung von Echtzeitinformationen bei Störungen.	- Umleitung oder Reduktion des Fährbetriebs. - Nachfrageverlagerung auf Bahn und Bus bei geringer Schiffbarkeit. - Einsatz von Flachwasserfahrzeugen.
Güterverkehr	- Verlagerung auf nächtliche Lieferungen zur Vermeidung von Hitzebelastung.	- Anpassung der Lieferpläne an sturmgefährdete Zeiträume.	- Diversifizierung der Frachtkorridore unter Einbezug von Schiene und Straße.

- Nutzung temperaturkontrollierter Logistiksysteme.	- Verbesserung von Straßenlastüberwachungssystemen.	- Einsatz multimodaler Strategien zur Sicherstellung der Lieferkettenkontinuität.
- Diversifizierung der Transportkorridore zur Vermeidung überlasteter und hitzeanfälliger Strecken.	- Einsatz dynamischer Routenplanung zur Umfahrung überfluteter Bereiche.	- Ausbau von Hafeninfrastrukturen zur Unterstützung von Flachwasseroperationen.

Im Rahmen des vom BMFTR geförderten Projekts R2K-Klim+ (R2K-Klim+, 2025) wurden die Auswirkungen von Klimasignalen (z.B. Niedrigwasser, Starkregen und städtische Hitze) auf Verkehrs- und Logistikströme in Duisburg untersucht. Die Resilienzanalyse erfolgte durch den Vergleich von Simulationsdaten zu Angebot und Nachfrage vor und nach den Ereignissen. Für die Simulationen wurden das Verkehrsmodell der Stadt Duisburg mit der Software PTV Visum verwendet. Das Modell integriert sowohl den Personen- als auch den Wirtschaftsverkehr.

5.1. Verkehrsmodellierung unter einem Starkregenszenario

Die Auswirkungen von Starkregen auf die Resilienz des Verkehrsnetzes wurden untersucht, indem Niederschlagskarten mit dem Verkehrsnetz von Duisburg überlagert wurden. Die Niederschlagsdaten wurden von der geomer GmbH mithilfe des Modells FloodAreaHPC bereitgestellt (FloodAreaHPC, 2025). Für die Analyse wurde ein Szenario mit einer Niederschlagsmenge von 90 mm/h und einer zweistündigen Folgephase erstellt. Die durch Überflutung beeinträchtigten Straßensegmente wurden identifiziert und anhand der Wasserstände auf der Straßenoberfläche klassifiziert. Die Anpassungen der Geschwindigkeiten erfolgte in Abhängigkeit mit den beobachteten Wasserständen auf der Fahrbahnoberfläche, wobei die Einstautiefe-Funktion (depth-disruption function) angewendet wurde (Pregolato et al., 2017). Konkret wurden die Freiflussgeschwindigkeiten proportional für Überflutungstiefen bis zu 25 cm reduziert, um die Auswirkungen von Oberflächenwasser auf die Fahrzeugbewegungen widerzuspiegeln. Straßenabschnitte mit Wassertiefen über 25 cm und einer überfluteten Fläche von mehr als 100 m² wurden als unpassierbar eingestuft (Coles et al., 2017). Im Anschluss wurde eine Verkehrssimulationsmodellierung durchgeführt, um die resultierenden Auswirkungen auf die Gesamtleistung des Verkehrssystems unter den gegebenen Wasserständen auf der Fahrbahn zu bewerten.

Das Verkehrsaufkommen, als ein zentraler Resilienzindikator, wurde unter Extremwetterbedingungen berechnet und mit dem Szenario unter klimatischen Normalbedingungen verglichen. Abbildung 3 zeigt die berechnete Anomalie des Verkehrsbelastungs-Kapazitäts-Verhältnisses (V/K) für jede Straßenverbindung, welche die Verkehrsqualität nach der ersten

Stunde Starkregen widerspiegelt. Die höchsten Verkehrsbelastungen nach dem Störereignis entfallen auf die Autobahnen, wobei der Ausfall von Autobahnen. Insbesondere der Ausfall der A3 und A59 kann sich nachteilig auf die Erreichbarkeit und Reisezeiten auswirken. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass das System bei Starkregeneignissen mit einer Intensität von 90 mm/h nur etwa 5 % seiner typischen, ungestörten Kapazität vorhalten kann. Dies deutet auf eine signifikante Anfälligkeit gegenüber starkem Niederschlag hin, wodurch die Mobilität und Transportprozesse erheblich beeinträchtigt werden und die Straßenkonnektivität deutlich reduziert ist. Darüber hinaus war die Wiederherstellung des Transportsystems innerhalb von drei Stunden unzureichend. Dies veranschaulicht die Dringlichkeit einer Optimierung der Resilienzmaßnahmen. Die verlängerte Wiederherstellungszeit veranschaulicht die Verletzlichkeit kritischer Infrastrukturen, insbesondere der Autobahnen.

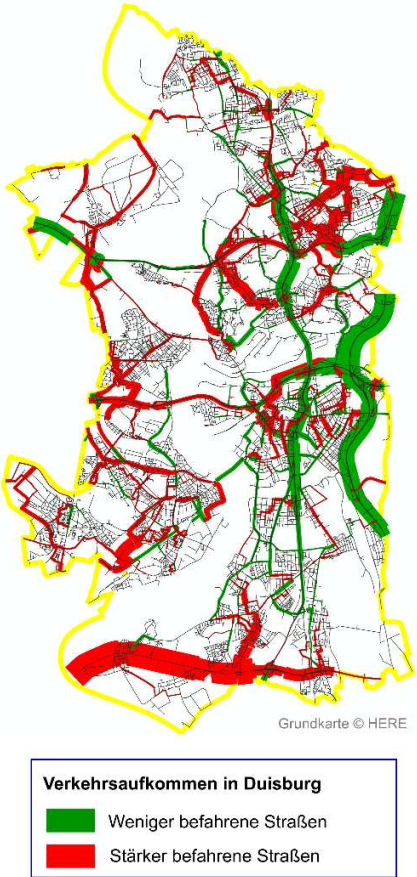


Abbildung 3: Verkehrsvolumen-Anomalie des Individualverkehrs nach der ersten Stunde von 90 mm/h Starkregen

5.2. Verkehrsmodellierung unter einem Niedrigwasserszenario

Die Auswirkungen niedriger Wasserstände auf das Verkehrssystem – insbesondere aufgrund der verringerten Kapazität für den Gütertransport auf Binnenwasserstraßen – führen zu einem signifikanten Modal Shift hin zu alternativen Transportmitteln (d.h. Güterzüge und Lkw-Verkehre). Die von Prognos AG geschätzten Gütermengen (in Tonnen), die bei extrem niedrigen Wasserständen auf den Straßentransport verlagert wurden (Prognos AG, 2025), spiegeln die gesamten Import- und Exportfrachtvolumina der Region Duisburg wider. Für ein extremes Niedrigwasserereignis wird das Importvolumen auf etwa 91.000 Tonnen und das Exportvolumen auf etwa 153.000 Tonnen pro Monat geschätzt. Die Bewertung der Resilienz des städtischen Straßennetzes gegenüber dem erhöhtem Verkehrsaufkommen erfolgte unter Berücksichtigung des zusätzlichen Transportvolumens und einer proportionalen Zuordnung zu den kalibrierten Quell-Ziel-Matrizen des Verkehrsmodells. Abbildung 4 veranschaulicht die täglichen Schwankungen des Verkehrsaufkommens unter diesen Bedingungen. Die Analyse zeigt, dass das städtische Straßennetz im Allgemeinen eine stabile Resilienz gegenüber einer Zunahme des Lkw-Aufkommens durch Niedrigwasser aufweist. Die höchsten Verkehrsbelastungen konzentrieren sich entlang der Zufahrtsstraßen und im Umfeld des Duisburger Hafens (Duisport) auf, was auf lokale Schwachstellen in der Verkehrsinfrastruktur hindeutet.

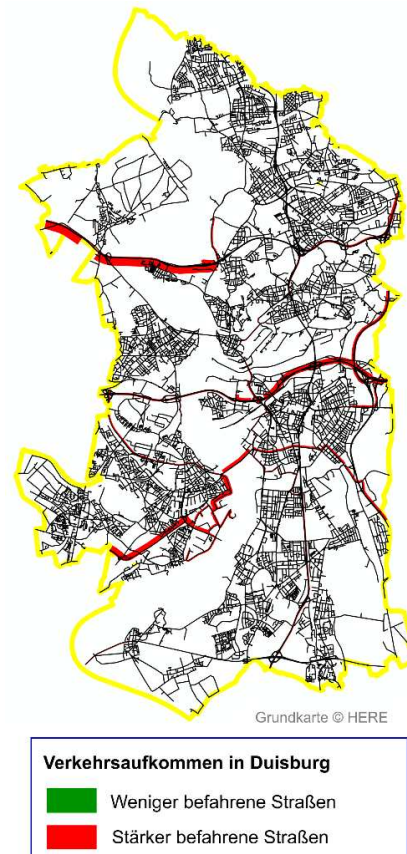


Abbildung 4: Verkehrsvolumen-Anomalie des Güterverkehrs infolge der Modalverschiebung

Dabei ist zu beachten, dass diese Simulation vereinfacht nur einen Tag abbildet. Die Kapazität und Funktionalität des Duisports selbst weist grundsätzlich eine hohe Resilienz gegenüber Niedrigwasserereignissen auf. Dennoch sollten die Auswirkungen solcher Ereignisse aus logistischer Sicht berücksichtigt werden, insbesondere im Hinblick auf Planungsprozesse, Umschlagszeiten und mögliche Engpässe bei dem Umschlag von Gütern. Wiederkehrende oder langanhaltende Niedrigwasserphasen könnten kumulative Effekte auf die Transportkette haben und erfordern daher eine vorausschauende logistische Strategie, um die Zuverlässigkeit und Effizienz der Transporte sicherzustellen.

5.3. Verkehrsmodellierung unter einem Extremhitzenzenario

Die Auswirkungen extremer Temperaturen auf die individuelle Mobilität sind vielschichtig und beeinflussen sowohl die Wahl des Verkehrsmittels als auch das Mobilitätsverhalten sowie die räumlich-zeitliche Verteilung der Verkehrsströme. Erhöhte Temperaturen führen häufig zu signifikanten Anpassungen im individuellen Mobilitätsverhalten sowie in den logistischen Abläufen. So neigen Personen bei großer Hitze dazu, ihre täglichen Wege zu verkürzen, zu ver-

schieben oder ganz zu vermeiden, während Logistikunternehmen ihre Betriebszeiten und Routenstrategien entsprechend anpassen. Hohe Temperaturen sind in der Regel mit einem Rückgang der aktiven Mobilitätsformen wie Zufußgehen oder Radfahren verbunden, insbesondere wenn thermische Komfortgrenzen überschritten werden. Wird die Verkehrsnachfrage nicht auf kühlere Zeiten oder Tage verschoben, kann dies zu einer temporär verstärkten Nutzung motorisierter Verkehrsmittel und des öffentlichen Nahverkehrs führen, was die vorhandenen Kapazitäten bzw. die städtische Infrastruktur zusätzlich belastet.

Um den Einfluss extremer Hitze auf das Verkehrssystem abzubilden, wurde die zeitliche Verteilung der Verkehrsnachfrage angepasst, indem Reisezeiten in kühlere Tageszeiten verlagert wurden. Konkret wurden die Verkehrsaufkommen in den frühen Morgen- und späten Abendstunden um 5 % erhöht und zur Mittagszeit – wenn die Temperaturen ihren Höchstwert erreichen – um 10 % reduziert. Die daraus resultierenden Verkehrsvolumina des motorisierten Individualverkehrs wurden mit einem Basisszenario (Normaltag) verglichen und in Abbildung 5 dargestellt. Die Analyse zeigt, dass die Resilienz der Hauptverkehrsstraßen der Stadt insbesondere in den Morgenstunden deutlich beeinträchtigt ist, da sich die Verkehrsnachfrage zeitlich konzentriert. Dies kann auf eine temporäre Überlastung des Netzes hindeuten, die unter Hitzestressbedingungen zu einer verstärkten Stauanfälligkeit und verminderter Systemeffizienz führen kann.



Abbildung 5: Verkehrsvolumen-Anomalie des Individualverkehrs infolge der Verschiebung von Reisezeiten

6. Fazit und Ausblick

6.1. Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse

Entscheidend für eine erfolgreiche Klimaanpassung – auch an Extrem- und Schockereignisse ist die Bewertung der Resilienz, um auf dessen Basis geeignete Anpassungsmaßnahmen zu identifizieren, zu priorisieren und umzusetzen. Anpassungsmaßnahmen können sehr vielfältig und zielen darauf ab, die Resilienz zu erhöhen oder die Vulnerabilität gegenüber den beobachteten oder erwarteten Ereignissen zu reduzieren. Diese Studie zeigt das Konzept der Resilienz in urbanen Verkehrssystemen, wobei sowohl Bewertungsansätze als auch zentrale Indikatoren berücksichtigt wurden. Darüber hinaus wurden die Auswirkungen extremer Wetterereignisse auf das Mobilitätsverhalten analysiert sowie Anpassungsstrategien untersucht. Angesichts der evidenten Bedrohungen der Stadt- und Verkehrsinfrastrukturen, die sich aus den klimatischen Veränderungen und Extremwetterereignissen ergeben, sowie der Sicherstellung der Mobilität ist die Entwicklung von Prognoseszenarien unabdingbar, um derartige Ereignisse und deren potenzielle Auswirkungen mit Verkehrsmodellen abzubilden. Am Beispiel der Stadt Duisburg wurde mithilfe von Verkehrsmodellen untersucht,

wie Individual- und Güterverkehrsströme auf Szenarien mit Starkregen, Hitzewellen und Niedrigwasser reagieren.

Die Analyse zeigt, dass unterschiedliche Wetterereignisse verschiedene Verkehrsmittel auf jeweils spezifische Weise beeinflussen: Starkregen beeinträchtigt insbesondere den motorisierten Individualverkehr durch verringerte Straßenkapazitäten, während Niedrigwasser vor allem den Güterverkehr betrifft, da dieser auf die Straße verlagert wird. Hitzewellen wiederum beeinträchtigen weniger die physische Infrastruktur, führen aber zu Veränderungen im Mobilitätsverhalten und zu zeitlichen Verschiebungen von Fahrten oder Transporten. Das Duisburger Verkehrsnetz weist insgesamt eine moderate Resilienz auf, wobei lokale Schwächen insbesondere in den Autobahnanbindungen zu vermerken sind.

Die Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit integrierter Anpassungsstrategien. Diese Strategien betonen die Bedeutung technologischer Innovationen, veränderter Verhaltensmuster und angepasster Infrastrukturen zur Stärkung der Resilienz in individuellen, kollektiven und logistischen Verkehrssystemen. Um ein umfassenderes Verständnis der Auswirkungen extremer Wetterereignisse zu erlangen, empfiehlt es sich, Simulationen über einen Zeitraum von mehr als nur einem einzelnen Tag durchzuführen - idealerweise als Längsschnittanalyse über eine Woche oder länger. Die Umsetzung solcher Maßnahmen erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen Stadtplanern, Verkehrsbehörden, Wissenschaft und lokalen Akteuren, um die Vulnerabilität der Stadt gegenüber extremen Wetterereignissen zu verringern und gleichzeitig eine effiziente Mobilität sicherzustellen.

6.2. Zukünftige Forschungsrichtungen

Obwohl diese Studie eine Grundlage für das Verständnis der Resilienz urbaner Verkehrssysteme im Kontext des Klimawandels bietet, ergeben sich daraus mehrere vielversprechende Forschungsrichtungen.

Einbeziehung der Nutzerperspektive in die Resilienzanalyse

Bisherige Untersuchungen konzentrieren sich häufig auf systembezogene oder administrative Perspektiven und vernachlässigen das Verhalten der Verkehrsteilnehmer bei extremen Wetterereignissen. Aspekte wie Reaktionen auf Frühwarnungen, Risikowahrnehmung und Entscheidungen nach einer Störung (z. B. Wahl des Verkehrsmittels oder der Route) sind bisher kaum erforscht. Diese Verhaltensweisen

beeinflussen jedoch maßgeblich die Wiederherstellung von Netzwerken und die Reduzierung der Vulnerabilität. Durch die Integration verhaltensbezogener Erhebungen lassen sich genauere, quantifizierbare Erkenntnisse gewinnen, die die Aussagekraft von Resilienzanalyse erhöhen.

Weiterentwicklung der Resilienzanalyse durch Integration multimodaler Verkehrssysteme

Die meisten Studien zur Resilienz konzentrieren sich auf Einzelverkehrsträger und analysieren Nutzerverhalten isoliert. Angesichts zunehmender Multiopionalität und besserer intermodaler Verknüpfung gewinnen die Wechselwirkungen zwischen den Systemen an Bedeutung. Diese Interaktionen beeinflussen die Gesamtleistung des Verkehrsnetzes erheblich. Zukünftige Forschung sollte daher die Modellierung multilayerbasierter Verkehrssysteme und die Durchführung integrierter Analysen über verschiedene Verkehrsmittel hinweg priorisieren, um ein ganzheitlicheres Bild der Systemresilienz zu erhalten.

Verbesserung der Skalierbarkeit in der Verkehrsnetzwerkanalyse

Regionale Verkehrsstudien weisen in der Regel eine begrenzte Übertragbarkeit auf, was ihre Anwendbarkeit in größeren Zusammenhängen einschränkt. Zukünftige Forschung sollte sich auf die Entwicklung effizienter Methoden konzentrieren, um eine skalierbare Leistungsbewertung großer Systeme – insbesondere in grenzüberschreitenden Logistiknetzwerken – zu ermöglichen.

Neue Technologien und ihr Einfluss auf die Resilienz von Verkehrsnetzen

Neue Technologien wie Elektrofahrzeuge (EVs) und autonome Fahrzeuge (AVs) können die Resilienz des Verkehrs potenziell steigern, jedoch auch neue Vulnerabilitäten mit sich bringen. EVs senken Emissionen und bieten durch bidirektionales Laden eine dezentrale Energiespeicherung, was bei Stromausfällen als Notversorgung dienen kann. Allerdings beeinträchtigen extreme Temperaturen die Effizienz und Reichweite der Batterien. AVs optimieren den Verkehrsfluss und reduzieren Staus, jedoch haben ihre Sensoren Schwierigkeiten bei starkem Regen, Nebel oder extremem Wetter. Beide Technologien erfordern klimaangepasste Infrastrukturen, um ihre Zuverlässigkeit unter zunehmenden Klimabelastungen aufrechtzuerhalten.

Literatur

Balal, E., Valdez, G., Miramontes, J., & Cheu, R. L. (2019). Comparative evaluation of measures for

urban highway network resilience due to traffic incidents. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 8(3), 304-317.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2019.05.001>

Batur, I., Alhassan, V. O., Chester, M. V., Polzin, S. E., Chen, C., Bhat, C. R., & Pendyala, R. M. (2024). Understanding how extreme heat impacts human activity-mobility and time use patterns. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 136, 104431.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trd.2024.104431>

Bedoya-Maya, F., Shobayo, P., Beckers, J., & van Hassel, E. (2024). The impact of critical water levels on container inland waterway transport. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 131, 104190.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trd.2024.104190>

Böcker, L., Dijst, M., & Faber, J. (2016). Weather, transport mode choices and emotional travel experiences. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 94, 360-373.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.09.021>

Böcker, L., Prillwitz, J., & Dijst, M. (2013). Climate change impacts on mode choices and travelled distances: a comparison of present with 2050 weather conditions for the Randstad Holland. *Journal of Transport Geography*, 28, 176-185.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.11.004>

Böcker, L., Priya Uteng, T., Liu, C., & Dijst, M. (2019). Weather and daily mobility in international perspective: A cross-comparison of Dutch, Norwegian and Swedish city regions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 77, 491-505.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.07.012>

Bruneau, M., Chang, S. E., Eguchi, R. T., Lee, G. C., O'Rourke, T. D., Reinhorn, A. M., Shinozuka, M., Tierney, K., Wallace, W. A., & von Winterfeldt, D. (2003). A Framework to Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities. *Earthquake Spectra*, 19(4), 733-752.
<https://doi.org/10.1193/1.1623497>

Calabrò, G., Araldo, A., Oh, S., Seshadri, R., Inturri, G., & Ben-Akiva, M. (2023). Adaptive transit design: Optimizing fixed and demand responsive multi-modal transportation via continuous approximation. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 171, 103643.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tra.2023.103643>

Chalkiadakis, C., Perdikouris, A., & Vlahogianni, E. I. (2022). Urban road network resilience metrics and their relationship: Some experimental findings. *Case Studies on Transport Policy*, 10(4), 2377-2392.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cstp.2022.10.013>

Coles, D., Yu, D., Wilby, R. L., Green, D., & Herring, Z. (2017). Beyond 'flood hotspots': Modelling emergency service accessibility during flooding in York, UK. *Journal of Hydrology*, 546, 419-436.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.12.013>

Crespi, A., Renner, K., Zebisch, M., Schauser, I., Leps, N., & Walter, A. (2023). Analysing spatial patterns of climate change: Climate clusters, hotspots and analogues to support climate risk assessment and communication in Germany. *Climate Services*, 30, 100373.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cliser.2023.100373>

Deublein, M., Roth, F., Bruns, F., & Zulauf, C. (2021). *Reaktions- und Wiederherstellungsprozess für die Straßeninfrastruktur nach disruptiven Ereignissen*, BAST-Forschungsbericht FE 89.0330.

Deutsche-Wetterdienst. (2025).
<https://www.dwd.de/>

Diab, E., & Shalaby, A. (2020). Metro transit system resilience: Understanding the impacts of outdoor tracks and weather conditions on metro system interruptions. *International Journal of Sustainable Transportation*, 14(9), 657-670.
<https://doi.org/10.1080/15568318.2019.1600174>

Ebner von Eschenbach, A. D., Helms, M., Maurer, T., Nilson, E., Hämmerle, M., Wurms, S., & Orlovius, A. (2022). *Untersuchung wasserwirtschaftlicher Optionen zur Sicherstellung zuverlässiger kalkulierbarer Transportbedingungen am Rhein bei Niedrigwasser*. BfG-Bericht-2100, Koblenz.
<https://doi.bafg.de/BfG/2022/BfG-2100.pdf>

Esmalian, A., Yuan, F., Rajput, A. A., Farahmand, H., Dong, S., Li, Q., Gao, X., Fan, C., Lee, C.-C., Hsu, C.-W., Patrascu, F. I., & Mostafavi, A. (2022). Operationalizing resilience practices in transportation infrastructure planning and project development. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 104, 103214.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103214>

FloodAreaHPC. (2025).
<https://www.geomer.de/software/floodarea.html>

Folke, C., Carpenter, S. R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., & Rockström, J. (2010). Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and society*, 15(4).

Galich, A., & Nieland, S. (2023). The Impact of Weather Conditions on Mode Choice in Different Spatial Areas. *Future Transportation*, 3(3), 1007-1028. <https://www.mdpi.com/2673-7590/3/3/56>

Gonçalves, L. A. P. J., & Ribeiro, P. J. G. (2020). Resilience of urban transportation systems. Concept, characteristics, and methods. *Journal of Transport Geography*, 85, 102727. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102727>

Holling, C. S. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 4(Volume 4, 1973), 1-23. <https://doi.org/https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245>

Hosseini, S., Barker, K., & Ramirez-Marquez, J. E. (2016). A review of definitions and measures of system resilience. *Reliability Engineering & System Safety*, 145, 47-61. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ress.2015.08.006>

Kahlenborn, W., Porst, L., Voss, M., Fritsch, U., Renner, K., Zebisch, M., Wolf, M., Schönthaler, K., & Schausser, I. (2021). *Climate impact and risk assessment 2021 for Germany. Summary*.

Kötter, T., Weiß, D., Heyn, T., Grade, J., & Lennartz, G. (2018). *Stresstest Stadt – wie resilient sind unsere Städte? Unsicherheiten der Stadtentwicklung identifizieren, analysieren und bewerten*. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung

Lu, Q.-L., Sun, W., Dai, J., Schmöcker, J.-D., & Antoniou, C. (2024). Traffic resilience quantification based on macroscopic fundamental diagrams and analysis using topological attributes. *Reliability Engineering & System Safety*, 247, 110095. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ress.2024.110095>

Markolf, S. A., Hoehne, C., Fraser, A., Chester, M. V., & Underwood, B. S. (2019). Transportation resilience to climate change and extreme weather events – Beyond risk and robustness. *Transport Policy*, 74, 174-186. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.11.003>

Mattsson, L.-G., & Jenelius, E. (2015). Vulnerability and resilience of transport systems – A

discussion of recent research. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 81, 16-34. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.06.002>

Mayer, G., Großmann, S., Zulauf, C., Roth, F., Deublein, M., Kohl, B., Kammerer, H., & Dahl, A. (2020). *Resilienz der Straßenverkehrsinfrastruktur: Stand der Forschung und Potenziale im Management von außergewöhnlichen Ereignissen. Schlussbericht zum Forschungsprojekt FE 01.0199/2017/ARB, Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Bergisch Gladbach (unveröffentlicht)*.

McDaniels, T., Chang, S., Cole, D., Mikawoz, J., & Longstaff, H. (2008). Fostering resilience to extreme events within infrastructure systems: Characterizing decision contexts for mitigation and adaptation. *Global Environmental Change*, 18(2), 310-318. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.03.001>

Melkonyan, A., Hollmann, R., Gruchmann, T., & Daus, D. (2024). Climate mitigation and adaptation strategies in the transport sector: An empirical investigation in Germany. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 25, 101102. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trip.2024.101102>

Pregolato, M., Ford, A., Wilkinson, S. M., & Dawson, R. J. (2017). The impact of flooding on road transport: A depth-disruption function. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 55, 67-81. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.06.020>

Prognos AG. (2025). <https://www.prognos.com/de>.

R2K-Klim+. (2025). <https://r2k-klim.net/>.

Reed, D. A., Kapur, K. C., & Christie, R. D. (2009). Methodology for Assessing the Resilience of Networked Infrastructure. *IEEE Systems Journal*, 3(2), 174-180. <https://doi.org/10.1109/JSYST.2009.2017396>

Roth, F., Zulauf, C., Rothenfluh, M., Dahl, A., Bruns, F., Brunner, R., & Roth, S. (2023). *Optimierung und Weiterentwicklung von Handlungshilfen zur Resilienzbewertung der Verkehrsinfrastruktur, BASt-Projekt FE69.00005*.

Salvo, G., Karakikes, I., Papaioannou, G., Polydoropoulou, A., Sanfilippo, L., & Brignone, A. (2025). Enhancing urban resilience: Managing flood-induced disruptions in road networks. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 31, 101383.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trip.2025.101383>

Serdar, M. Z., Koç, M., & Al-Ghamdi, S. G. (2022). Urban Transportation Networks Resilience: Indicators, Disturbances, and Assessment Methods. *Sustainable Cities and Society*, 76, 103452. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103452>

Sharif, M., & Wittowsky, D. (2025). Welche Effekte haben klimatische Extremereignisse auf das Verkehrssystem – ein Ansatz zur Resilienzbewertung am Beispiel der Stadt Duisburg. In H. Proff (Ed.), *New Players in Mobility: Technische und betriebswirtschaftliche Aspekte* (pp. 327-344). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-46485-1_21

Sun, W., Paolo, B., & Davison, B. D. (2020). Resilience metrics and measurement methods for transportation infrastructure: the state of the art. *Sustainable and Resilient Infrastructure*, 5(3), 168-199. <https://doi.org/10.1080/23789689.2018.1448663>

Umweltbundesamt. (2025). *Umweltindikatoren*. <https://www.umweltbundesamt.de/>.

Wang, N., Wu, M., & Yuen, K. F. (2024). Modelling and assessing long-term urban transportation system resilience based on system dynamics. *Sustainable Cities and Society*, 109, 105548. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105548>

AutorInnenangaben

Mohammad Sharif
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Institut für Mobilitäts- und Stadtplanung
Universität Duisburg-Essen
Berliner Platz 6-8, 45127 Essen
E-Mail: mohammad.sharif@uni-due.de

Dirk Wittowsky
Professur
Institut für Mobilitäts- und Stadtplanung
Universität Duisburg-Essen
Berliner Platz 6-8, 45127 Essen
E-Mail: dirk.wittowsky@uni-due.de

Über die DVWG

Die Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft e. V. (DVWG) ist eine unabhängige und föderal strukturierte, gemeinnützige Vereinigung von Verkehrsfachleuten aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Verwaltung. Seit über 100 Jahren verfolgt die DVWG das Ziel, aktuelle und perspektivische Fragestellungen im Verkehr aufzugreifen, zu diskutieren und zu publizieren. Dabei befasst sie sich als neutrale Plattform Verkehrsträger übergreifend mit allen Belangen des Verkehrs und orientiert sich an einer nachhaltigen Verkehrsentwicklung.

Die DVWG wirkt im besonderen Maße für die Förderung des Nachwuchses über das Junge Forum und verleiht verkehrswissenschaftliche Nachwuchspreise. Auf europäischer Ebene widmet sie sich der Zusammenführung von Verkehrsfachleuten aus allen europäischen Staaten unter dem Dach einer Europäischen Plattform der Verkehrswissenschaften (EPTS).

Mitglieder der DVWG sind Studierende und junge Akademiker, Berufstätige und Senioren, aber auch Ingenieurbüros, Verkehrsverbünde, Klein- und Mittelstandsunternehmen der Transport- und Verkehrswirtschaft, Kommunen sowie Verwaltungs-, Bildungs- und Forschungseinrichtungen. Den Mitgliedern der DVWG bieten sich hervorragende Möglichkeiten für einen fachspezifischen Informations- und Wissensgewinn, für berufliche Qualifizierung und Weiterbildung und nicht zuletzt auch für den Auf- und Ausbau von Karriere-, Berufs- und Partnernetzwerken.

Impressum

Herausgeberin:
Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft e.V.
Hauptgeschäftsstelle
Weißener Str. 16
13595 Berlin

Tel.: (0) 30 65852 792
E-Mail: hgs@dvwg.de
Internet: www.dvwg.de

Präsident:
Prof. Dr. Jan Ninnemann

Vereinsregister Amtsgericht Berlin-Charlottenburg VR 23784 B
USt.-IdNr.: DE 227525122

Kontakt Redaktion:
E-Mail: journal@dvwg.de