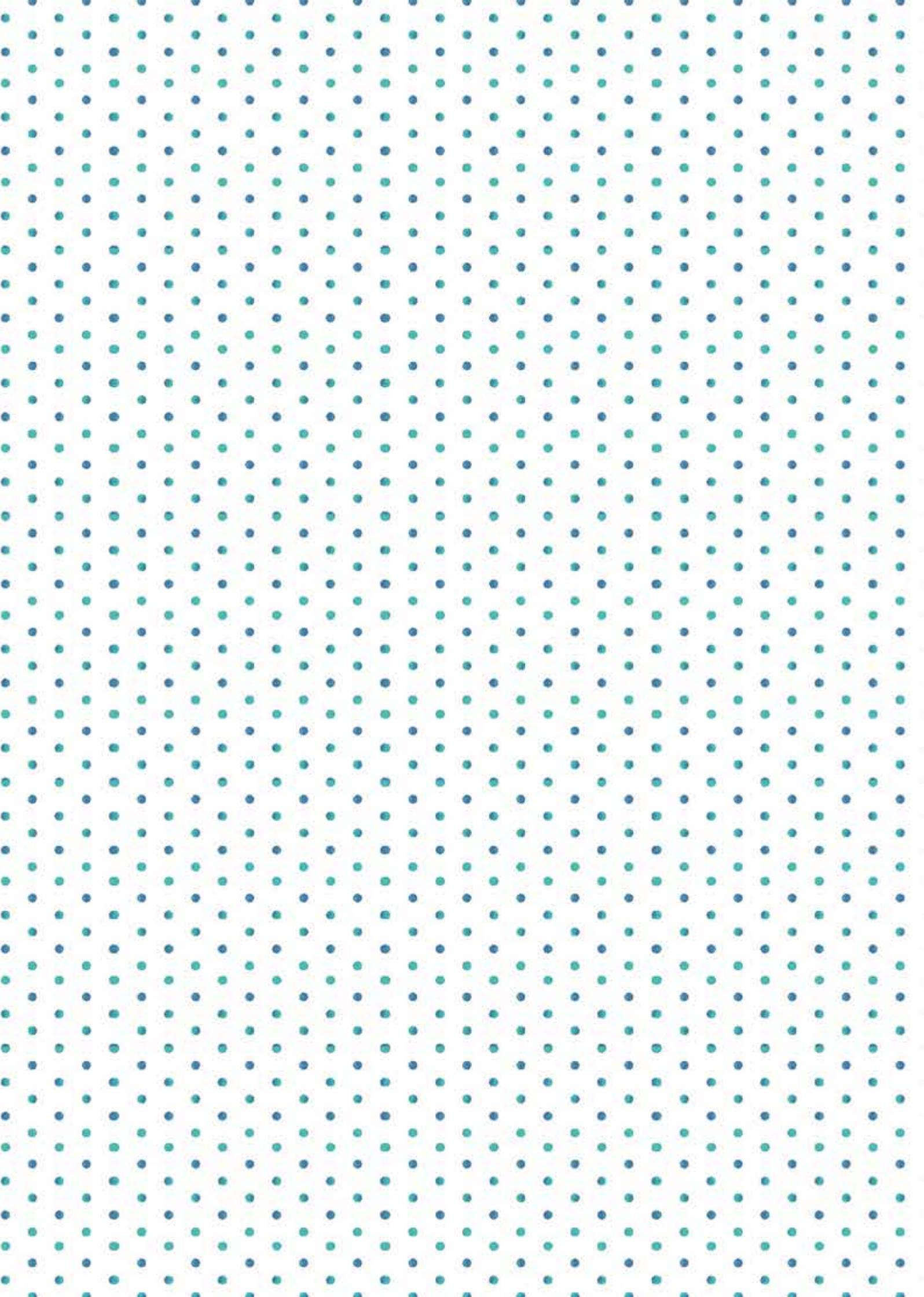


Fußgänger, Radfahrer und Staus

Leitfaden zur
Verwendung der
multimodalen
Bewertungsverfahren
von FLOW für Planer



The CIVITAS FLOW project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 635998



INHALT

Leitfaden zur Verwendung der multimodalen Bewertungsverfahren von FLOW für Planer

Auf einen Blick **5**

Über FLOW **6**

1. Warum Fußgänger, Radfahrer und Staus? 7

1.1. Ansätze für die städtische Verkehrsplanung **9**

1.2. Was ist Stau und wie wird Stau gemessen? **10**

1.3. Wie bewerten Städte die Verbesserung des Verkehrsflusses durch Optimierungsmaßnahmen? **12**

1.4. Empfehlungen für die verkehrliche Untersuchung **14**

2. Verkehrliche Untersuchungen und Verkehrsmodellierung 15

2.1. Bedeutung des Fuß- und Radverkehrs für städtische Verkehrssysteme **17**

2.2. Was ist eine verkehrliche Untersuchung? **17**

2.3. Verkehrsplanerische Verfahren **19**

2.3.1. Physikalische Indikatoren für die Leistung von Verkehrssystemen **19**

2.3.2. Zeitbezogene Indikatoren für die Leistung von Verkehrssystemen **20**

2.3.3. Flächendeckende Indikatoren für die Leistung von Verkehrssystemen **21**

2.3.4. Verkehrsqualität **21**

2.3.5. Multimodales Analyseverfahren von FLOW für die Leistung von städtischen Straßenverkehrsnetzen **22**

2.4. Verkehrsmodellierung **23**

2.4.1. Arten von Verkehrsmodellen **23**

2.4.2. Schwächen von Verkehrsmodellen bei der Bewertung des Fuß- und Radverkehrs **24**

2.4.3. Von FLOW entwickelte Verbesserungen für Verkehrsmodelle **27**

2.5. Multimodale Berechnungsverfahren und Instrument zur Folgenabschätzung von FLOW **28**

3. Die multimodalen Berechnungsverfahren von FLOW 29

3.1. Zielsetzung und Ergebnisse **31**

3.2. Verwendung DER Multimodalen Berechnungsverfahren von FLOW – Überblick **32**

3.3. Bewertungskategorie und Berechnung der Leistungskennzahlen **34**

- 3.4. MULTIMODALES Berechnungsverfahren VON FLOW: Zeitverlust an Knotenpunkten **34**
- 3.5. MULTIMODALES Berechnungsverfahren VON FLOW: Verkehrsqualität an Knotenpunkten **36**
- 3.6. MULTIMODALES Berechnungsverfahren VON FLOW: Verkehrsdichte auf Straßenabschnitten **38**
- 3.7. MULTIMODALES Berechnungsverfahren VON FLOW: Verkehrsqualität auf Straßenabschnitten **39**
- 3.8. MULTIMODALES Berechnungsverfahren VON FLOW: Zeitverlust auf Verkehrsachsen **40**
- 3.9. Die Multimodalen Berechnungsverfahren Von FLOW **41**

4. Instrument zur Folgenabschätzung von FLOW 43

- 4.1. Einleitung **45**
- 4.2. Zielsystem und Indikatoren **46**
- 4.3. Methoden der Folgenabschätzung **47**
- 4.4 Verwendung des Instruments zur Folgenabschätzung von FLOW - Informationen zur Kalkulationstabelle **48**

5. Empfehlungen von FLOW 57

- 5.1. Detaillierte Empfehlungen von FLOW **61**

6. Literaturangaben und Ressourcen 65

AUF EINEN BLICK

FLOW ist ein Forschungs- und Innovationsprojekt der Europäischen Kommission, das sich auf den positiven Einfluss von Maßnahmen für den Fuß- und Radverkehr auf den Verkehrsfluss konzentriert. Das Projekt hat sich das Ziel gesetzt, Städte dabei zu unterstützen, die Auswirkungen von Optimierungsprojekten für Radfahrer und Fußgänger auf das gesamte Verkehrssystem besser abzuschätzen und den vollständigen Nutzen derartiger Projekte für die Senkung der Staugefahr zu erfassen.

Zu diesem Zweck hat FLOW zunächst die herkömmlichen Definitionen für Staus, die technischen Verfahren zur Bewertung von Staus und der Verkehrsqualität insgesamt und den Prozess untersucht, in dem diese Verfahren angewendet werden (verkehrliche Untersuchung). Diese Forschung hat die Hypothese von FLOW bestätigt, dass herkömmliche Instrumente der Verkehrsanalyse den Beitrag des Rad- und Fußverkehrs zur Verbesserung der Verkehrsleistung systematisch unterschätzen.

Auf der Grundlage dieser Ergebnisse hat FLOW fünf multimodale Berechnungsverfahren für verkehrliche Untersuchungen, ein umfassendes Instrument zur Folgenabschätzung sowie Empfehlungen zur Verbesserung von Programmen zur Verkehrsmodellierung entwickelt. In allen Fällen sollten Instrumente bereitgestellt werden, die dabei helfen, die Folgen von Maßnahmen für Radfahrer und Fußgänger genauer abzuschätzen.

Um die Instrumente zu testen, haben die sechs FLOW-Partnerstädte mit Hilfe der Instrumente detaillierte Analysen für geplante Projekte zur Verbesserung des Fuß- und Radverkehrs durchgeführt. Insgesamt 9 Exchange- und 23 Follower-Städte wurden in der Verwendung der Instrumente geschult und haben begonnen, sie in ihre Planungsverfahren zu integrieren. Die Partner- und Follower-Städte haben sich aktiv an der Entwicklung und Verfeinerung der FLOW-Instrumente beteiligt.

Die wichtigsten Produkte des Projekts FLOW sind die in diesem Dokument beschriebenen Instrumente und Berechnungsverfahren. Hinzu kommen die Erfahrungen der sechs FLOW-Partnerstädte, die diese Instrumente modelliert, getestet und kritisch hinterfragt haben, eine Reihe von Empfehlungen für die städtische Verkehrspolitik, Verfahren zur multimodalen Bewertung von Verkehrssystemen und die Früchte des gemeinsamen Forschungs- und Lernprozesses während der dreijährigen Projektlaufzeit.

Aufbau dieses Leitfadens

Dieses Dokument ist ein Leitfaden für Planer, in dem die Verwendung der von FLOW entwickelten Verfahren erklärt wird. Diese Verfahren folgen einem neuen Ansatz, der eine bessere Abschätzung von Projekten für Radfahrer und Fußgänger ermöglichen soll, insbesondere in Bezug auf die Stauminderung. Dieser Leitfaden ist eine Anleitung zur Verwendung der multimodalen Berechnungsverfahren und des Instruments zur Folgenabschätzung von FLOW.

Kapitel 1 und 2 wenden sich an Entscheidungsträger, Verkehrsplaner und -ingenieure und alle, die sich für städtische Verkehrspolitik interessieren. Sie erläutern Kontext und Hintergrund des Projekts und beschreiben, wie die Instrumente entwickelt wurden.

Kapitel 1 stellt das Projekt FLOW vor und enthält Empfehlungen für eine Verbesserung der herkömmlichen Verfahren zur verkehrlichen Untersuchung. Kapitel 2 enthält grundlegende Informationen über Instrumente der Verkehrsanalyse, verkehrliche Untersuchungen und die Programme zur Verkehrsmodellierung. Für Verkehrsplaner und -ingenieure sind einige der Erklärungen in den Abschnitten 2.2 und 2.3 vielleicht Grundwissen, für Akteure ohne diesen technischen Hintergrund sind sie aber sicher hilfreich.

Die Kapitel 3 und 4 sind eher technischer Natur und enthalten eine Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Verwendung der im Rahmen des Projekts entwickelten Instrumente und Berechnungsverfahren. Sie wenden sich vor allem an Verkehrsplaner und -ingenieure, die die Instrumente einsetzen möchten.

Kapitel 5 enthält die Literaturangaben und Ressourcen.

ÜBER FLOW

Das Projekt FLOW fordert einen Paradigmenwechsel, durch den nicht motorisierte Verkehrsmodi (die von Verkehrsplanern häufig als nettes „Extra“ wahrgenommen werden) im Kampf gegen die Verkehrsüberlastung von Städten den gleichen Stellenwert erhalten wie der Kraftverkehr. Um dies zu erreichen, hat FLOW eine benutzerfreundliche Methodologie entwickelt, mit deren Hilfe der Beitrag von Maßnahmen für Fußgänger und Radfahrer zur Erhöhung der Verkehrsqualität abgeschätzt werden kann. Damit hat FLOW eine lange überfällige Verbindung zwischen den Themen Rad- und Fußverkehr und Staus geschaffen. Konkret hat FLOW Analyseinstrumente entwickelt, mit denen Städte den Nutzen von Maßnahmen für Fußgänger und Radfahrer für den Verkehrsfluss bewerten können.

Wir hoffen, dass diese Instrumente künftig standardmäßig eingesetzt werden, um die Folgen von Fuß- und Radverkehrsprojekten auf Staus zu analysieren. Zu den Instrumenten gehören eine Folgenabschätzung in Bezug auf die Verkehrsqualität (einschließlich der sozioökonomischen Folgen, einer Bewertung weicher Maßnahmen, einer Verkehrsanalyse auf der Grundlage von Kennzahlen

und einer Kosten-Nutzen-Analyse) und ein Verkehrsmodell. Herkömmliche Modellierungsprogramme wurden in den FLOW-Partnerstädten so kalibriert und individualisiert, dass sie das Verhältnis zwischen den Bewegungen von Radfahrer und Fußgängern und Staus analysieren können. Die Modellierung und die Folgenabschätzung können zeigen, wie sich Maßnahmen für den Fuß- und Radverkehr auf die Verkehrsqualität auswirken. Die FLOW-Partnerstädte haben Umsetzungsszenarien und Aktionspläne entwickelt, mit denen Maßnahmen, die nachweislich zur Stauminderung beitragen, neu eingeführt bzw. großflächig umgesetzt werden.

Das Projekt FLOW möchte drei konkrete Zielgruppen erreichen und hat für jede dieser Gruppen eigene Materialien und Botschaften erarbeitet. Städte erfahren etwas über den Wert und die Einsatzmöglichkeiten der neuen Instrumente der Verkehrsmodellierung, Unternehmen werden auf den potenziellen Markt für Produkte und Dienstleistungen im Bereich der Staubekämpfung aufmerksam gemacht, und Entscheidungsträgern werden Fakten an die Hand gegeben, mit denen sie für eine verkehrsplanerische Gleichstellung des Fuß- und Radverkehrs argumentieren können. FLOW stellt sich der Herausforderung „Staus in Städten wesentlich zu reduzieren und die finanzielle und ökologische Nachhaltigkeit städtischer Verkehrssysteme zu verbessern“, indem es neues Wissen über Maßnahmen für Fußgänger und Radfahrer erschließt, die das Potenzial haben, die städtische Verkehrsqualität zu verbessern.

Die Öffentlichkeitsabteilung des Projekts hat eine Reihe von Produkten und Hilfsmitteln zur Kommunikation und Netzwerkbildung entwickelt, mit deren Hilfe weitere Städte und Regionen sowie sonstige Akteure der städtischen Verkehrspolitik in ganz Europa über die Ergebnisse und Produkte des Projekts FLOW informiert werden. Das Projekt hat außerdem eine Reihe zielgerichteter Informationsaktionen entwickelt, zu denen ein Newsletter, eine Website, Kampagnen in den sozialen Medien und die Broschüre „Kurzinfos für Städte“ für Entscheidungsträger sowie dieser „Leitfaden für Planer“ gehören, der Instrumente und Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrsqualität durch Maßnahmen für Radfahrer und Fußgänger beschreibt.



1

Warum Fußgänger, Radfahrer und Staus?

FLOW, ein Forschungs- und Innovationsprojekt der Europäischen Kommission, verbesserte von 2015 bis 2018 Verfahren, mit denen die positiven Auswirkungen des Fuß- und Radverkehrs auf die Verkehrsüberlastung gemessen werden können.



Das Projekt FLOW hatte das folgende Ziel: „Zu untersuchen, wie der Anteil des Fuß- und Radverkehrs am Verkehr im städtischen Raum gestärkt werden kann, beispielsweise durch Informationskampagnen, finanzielle bzw. steuerliche Anreize, gesonderte Infrastrukturen und Räume, planerische Ansätze und Vorschriften, Dienstleistungskonzepte, intermodale Verknüpfungen und auf den Mensch zugeschnittene Räume.“ (Europäische Kommission 2013)

FLOW konzentrierte sich dabei auf **planerische Ansätze**, mit denen die verkehrlichen Auswirkungen von Maßnahmen für Fußgänger und Radfahrer besser analysiert und dadurch der Anteil des Fuß- und Radverkehrs am städtischen Verkehrssystem erhöht werden können.

1.1. ANSÄTZE FÜR DIE STÄDTISCHE VERKEHRSPLANUNG

Städte nutzen unterschiedlichste Planungsansätze, um Verbesserungen ihres Verkehrssystems zu bewerten. Dazu gehören etablierte Verfahren der Verkehrsplanung, Analyseinstrumente und Verkehrsmodelle.

FLOW ging von der Hypothese aus, dass die herkömmlichen Verfahren, Instrumente und Modelle zur Verkehrsanalyse den potenziellen Beitrag von Projekten für Fußgänger und Radfahrer zur Verbesserung der Verkehrsqualität und Verringerung der Staugefahr systematisch unterschätzen bzw. ignorieren.

Diese Unfähigkeit, die Vorteile von Fuß- und Radverkehrsprojekten richtig einzuschätzen, hat aus den folgenden Gründen erschwert, den Anteil des Fuß- und Radverkehrs zu erhöhen:

1. Entscheidungsträger ignorieren, dass Maßnahmen für Fußgänger und Radfahrer zur Verbesserung des Verkehrsflusses beitragen können;
2. Planer können Gegenargumente nur schwer widerlegen, z. B. die Behauptung, dass ein zusätzlicher Fahrstreifen für Radfahrer die Staugefahr weiter erhöhen würde.
3. Stadtbewohner sehen Projekte für den Fuß- und Radverkehr oft nicht als wirksame Verkehrsmaßnahmen, sondern als städtische Annehmlichkeiten oder Freizeiteinrichtungen.

Kurz gesagt, hat das Unvermögen, die Vorteile des Fuß- und Radverkehrs genau zu analysieren, dafür gesorgt, dass zahlreiche städtische Projekte für Fußgänger und Radfahrer nicht umgesetzt wurden, was wiederum verhindert, dass mehr Wege zu Fuß oder mit dem Fahrrad zurückgelegt werden. Dadurch entgeht den Städten ein wirksames Mittel zur Stauvermeidung.

Um dieses Problem zu lösen, hat das Projekt FLOW neue Ansätze der städtischen Verkehrsplanung entwickelt. Dazu gehören:

**ES BLEIBT
NOCH VIEL
ZU TUN,**

**SOWOHL WAS DIE ENTWICKLUNG
BESSERER METHODOLOGIEN
ALS AUCH WAS EINEN
AUSGEWOGENEN ANSATZ BEI
DER VERKEHRSPOLITISCHEN
ENTSCHEIDUNGSFINDUNG
ANGEHT.**

DAS UNVERMÖGEN, DIE VORTEILE

DES FUSS- UND RADVERKEHRS GENAU ZU ANALYSIEREN, HAT DAFÜR GESORGT, DASS ZAHLREICHE STÄDTISCHE PROJEKTE FÜR FUSSGÄNGER UND RADFAHRER NICHT UMGESETZT WURDEN. DIES VERHINDERT, DASS MEHR WEGE ZU FUSS ODER MIT DEM FAHRRAD ZURÜCKGELEGT WERDEN UND BERAUBT STÄDTE EINES WIRKSAMEN MITTELS, UM DIE VERKEHRSELASTUNG ZU REDUZIEREN.

- eine Reihe von Modifikationen für vorhandene Verkehrsmodelle (Kapitel 2.4.3)
- die multimodalen Berechnungsverfahren von FLOW (fünf Verfahren zur Bewertung der Auswirkungen von Optimierungsprojekten auf den Verkehr) (Kapitel 3)
- das Instrument zur Folgenabschätzung von FLOW (ein Instrument zur Stadtplanung, mit dem alle Folgen von Projekten zur Verkehrsoptimierung bewertet werden können) (Kapitel 4)

Bei der Entwicklung dieser neuen Planungsansätze konzentrierte sich FLOW auf die Staubildung und verfolgte damit das von der Europäischen Kommission vorgegebene Forschungsziel „Staus in Städten wesentlich zu reduzieren“ (Europäische Kommission 2013).

Am Anfang des Prozesses stand die Frage: Was ist Stau und wie wird Stau gemessen? Danach wurde gefragt: Wie bewerten Städte die Verbesserung des Verkehrsflusses durch Optimierungsmaßnahmen?

Im restlichen Teil dieses ersten Kapitels wird kurz skizziert, was FLOW aus diesen Fragen gelernt hat und wie dieses Wissen im Projekt als Grundlage für die Entwicklung neuer Planungsansätze genutzt wurde. Zur Beantwortung der Forschungsfragen dienten unter anderem Literaturstudien, eine Befragung von Experten, Arbeitstreffen mit geladenen Experten und ausführliche Diskussionen auf Konferenzen des Projektkonsortiums (in dem ein breites Spektrum von Akteuren wie Kommunalverwaltungen, Experten für Fuß- und Radverkehr und Verkehrsplaner vertreten sind).

1.2. WAS IST STAU UND WIE WIRD STAU GEMESSEN?

Jeder weiß, was ein Stau ist.

Naja, irgendwie. Aber die Aussage: „Bitte entschuldige die Verspätung. Ich stand im Stau“, ist weder wissenschaftlich noch ausreichend für eine technische Analyse.

In wissenschaftlichen Studien wird der Begriff „Stau“ in zwei Schritten definiert: 1) es wird ein quantitatives Verfahren entwickelt, mit dem die Betriebsqualität einer Verkehrsanlage oder -dienstleistung gemessen werden kann, und 2) es wird ein Schwellenwert für diese Qualität festgelegt, unterhalb dessen die Verkehrsanlage als „überlastet“ gilt.

Für eine quantitative Bewertung der Betriebsqualität von Verkehrsanlagen oder -dienstleistungen werden unter anderem die Indikatoren **Reisezeit**, **Fahrzeugdichte** und **Zuverlässigkeit** verwendet. Die am häufigsten genutzten Indikatoren werden im **Multimodalen Analyseverfahren von FLOW** beschrieben.

Verkehringenieure haben standardisierte Instrumente zur Berechnung dieser Indikatoren sowie Empfehlungen zu deren Verwendung entwickelt. Ausgangspunkt von FLOW war die Analyse der vorhandenen Instrumente und des Begriffs „Stau“ im Allgemeinen.

FLOW hat die Qualitätsindikatoren für Verkehrssysteme und die Instrumente zu deren Berechnung aus einem neuen Blickwinkel betrachtet. Ziel war es, eine multimodale

Definition von Stau zu entwickeln und die Instrumente und Verfahren zur Messung der Verkehrsqualität zu verbessern. Dies sind die wichtigsten Ergebnisse:

- **Stau lässt sich nur schwer definieren** – es gibt viele Indikatoren für die Qualität von Verkehrssystemen, die zur Definition einer Überlastung genutzt werden können. Keiner davon entspricht allen Kriterien von FLOW, nach denen der optimale Indikator (1) multimodal ist, (2) sowohl die Nachfrage als auch das Angebot berücksichtigt, (3) sich an spezielle Umstände vor Ort flexibel anpassen lässt und (4) die Nutzerperspektive berücksichtigt.
- **Stau liegt im Auge des Betrachters** – Zwei Situationen mit derselben Verkehrsbelastung können sehr unterschiedlich interpretiert werden. So sind Autofahrer auf einer sehr vollen Autobahn unzufrieden, die Geschäftsleute in einer sehr vollen (überlasteten) Fußgängerzone jedoch zufrieden. Oder nach dem (zumindest unter Stadtplanern) berühmten Motto: „Das einzige, was schlimmer ist als Stau, ist kein Stau“.
- **Mehr Kapazität kann zu mehr Staus führen** – Eine Erhöhung der Kapazität ist die Lösung, die bei einer Verkehrsüberlastung am häufigsten vorgeschlagen wird: einfach neue Fahrspuren anbieten. Aber wenn eine Straße mit vielen Staus verbreitert wird, zieht sie noch mehr Autofahrer an (die aus anderen Verkehrsmodi ins Auto wechseln, ihre Reisezeiten ändern oder in neue Wohngebiete in der Nähe der Autobahn ziehen) und ist schnell wieder überlastet. Dieser zusätzliche Verkehr wird „induzierter Verkehr“ genannt.
- **Weniger Kapazität führt nicht unbedingt zu mehr Staus** – Überraschender als induzierter Verkehr ist das Phänomen des Verkehrsschwunds, das auftreten kann, wenn die Kapazität reduziert wird (z. B. durch Abriss einer Autobahn). Hier ändern die Nutzer ebenfalls ihre Verkehrsmuster und vermeiden Straßen, die zur entfallenen Kapazität hin bzw. von dieser weg führen. Dadurch entstehen auf diesen Straßen seltener Staus.¹
- **Menschen akzeptieren wiederkehrende Staus** – Obwohl niemand gern im Stau steht, fahren viele Menschen Strecken, auf denen Staus zu erwarten sind (z. B. beim Pendeln). Obwohl die Betroffenen argumentieren, sie hätten keine Alternative zum Autoverkehr, zeigt dies, dass sie Staus in gewissem Maße akzeptieren.
- **Staus sind nicht die besten Indikatoren für die Leistung von Verkehrssystemen** – Stau ist nur einer der Indikatoren für die Qualität von Verkehrsnetzen. Andere Indikatoren, wie die Verfügbarkeit mehrerer Verkehrsmodi, Luftqualität oder mittlere Reisezeit können die Verkehrssituation einer Stadt möglicherweise besser abbilden. Ein ausgewogenes Bild lässt sich durch die Kombination unterschiedlicher Messwerte (einschließlich Staus) erzielen.
- **Lebensqualität und wirtschaftlicher Erfolg sind auch mit Staus möglich** – Alle Städte mit hervorragender Lebensqualität und hohem Wohlstand haben Staus, weil Staus ein Indikator dafür sind, dass viele Menschen an einem Ort leben wollen. Wenn man Autobahnen baut oder Straßen verbreitert, um Staus zu vermeiden, zerstört man möglicherweise genau die Qualitäten, derentwegen die Menschen die Stadt schätzen. (Levinson 2016)
- **Staus sind ein wirtschaftliches Problem** – Die Wirtschaftstheorie zu Staus erkennt an, dass Ressourcen, deren Preis zu niedrig ist, übermäßig genutzt werden. Staus entstehen, wenn Autofahren zu billig ist und deshalb mehr Menschen mit dem Auto unterwegs sind. Weil sie diese wirtschaftliche Basis der Überlastung erkannt haben, nutzen Städte wie London, Stockholm, Mailand und Singapur Preisbildung als Strategie zum Staumanagement (Lehe 2017).

¹ Induzierter Verkehr und Verkehrsschwund gehen auf das wissenschaftlich bewiesene Braess-Paradoxon zurück. Auf dieses Paradoxon kann im Rahmen dieses Leitfadens nicht ausführlich eingegangen werden.

Wie diese Ergebnisse zeigen, lassen sich Staus nur schwer definieren und messen. Weil es keine einheitliche Definition des Begriffs „Stau“ gibt, hat FLOW die folgende Definition entwickelt:

Stau ist ein Zustand, in dem alle Modi eines multimodalen Verkehrsnetzes (z. B. Straßen, Radwege, Bürgersteige, Busspuren) durch eine hohe Verkehrsdichte und eine übermäßige Nutzung geprägt sind, sodass ein akzeptabler Zustand aller Modi gemäß vorab definierten Zielvorgaben nicht gegeben ist und (subjektive oder objektive) Zeitverluste eintreten.

Diese Definition erfüllt die vier Kriterien von FLOW, weil sie 1) multimodal ist, 2) sowohl die Nachfrage als auch das Angebot berücksichtigt, 3) sich an spezielle Umstände vor Ort flexibel anpassen lässt und 4) die Nutzerperspektive berücksichtigt. Diese Definition weist auch auf die beiden konkreten Indikatoren hin, die wir zur Bewertung der Qualität eines Verkehrssystems empfehlen: **Verkehrsdichte** und **Zeitverlust**. Dies führt zu einer weiteren Frage:

1.3. WIE BEWERTEN STÄDTE DIE VERBESSERUNG DES VERKEHRSFLUSSES DURCH OPTIMIERUNGSMASSNAHMEN?

Städte nutzen unterschiedliche Verfahren, Instrumente und Modelle, um die Nutzen und Auswirkungen von Änderungen an den Verkehrsnetzen, neuen Entwicklungsplänen und/oder neuen Richtlinien zu bewerten. Diese Analyseverfahren sind alle Teil eines Prozesses, der verkehrliche Untersuchung genannt wird. Eine verkehrliche Untersuchung vergleicht den Zustand des Verkehrsnetzes „vor“ und „nach“ der jeweiligen Veränderung.

Um neue Planungsansätze zu entwickeln, bei denen die Rolle des Rad- und Fußverkehrs für die Staureduzierung stärker berücksichtigt wird, hat FLOW Verfahren zur Verkehrsanalyse und den Prozess der verkehrlichen Untersuchung genauer analysiert. Dies sind die wichtigsten Ergebnisse dieser Analyse:

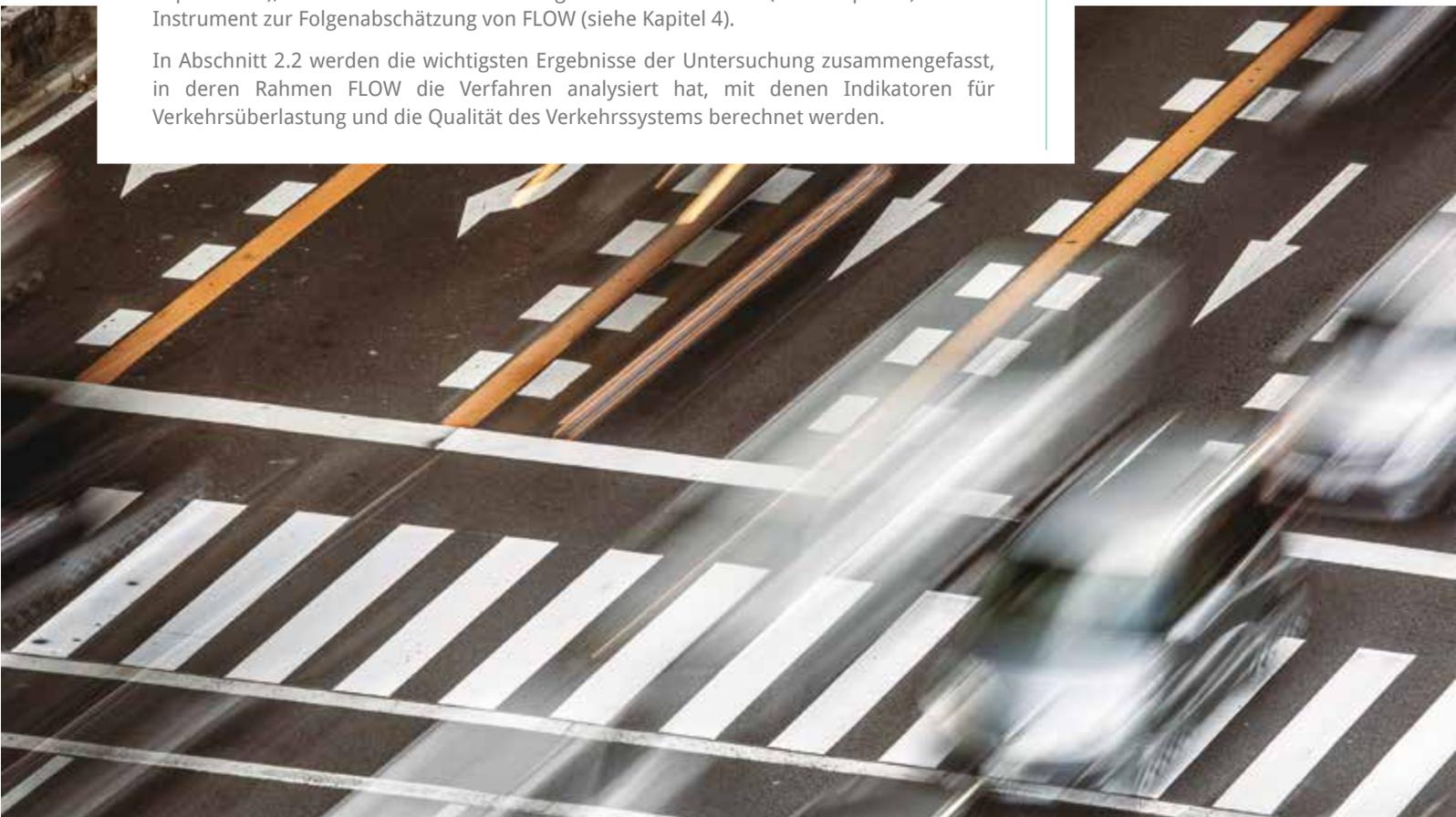
- **Die Instrumente und Modelle, mit denen die Indikatoren für Verkehrsqualität berechnet werden, haben Schwächen** – Wie die meisten Analyseverfahren und Softwaremodelle beruhen auch die Instrumente und Modelle zur Verkehrsanalyse auf Annahmen und Vereinfachungen. Verkehrsplaner müssen diese Schwächen kennen, um ihre Instrumente und Modelle bei der verkehrlichen Untersuchung effektiv einsetzen zu können.
- **Viele Instrumente und Modelle der Verkehrsanalyse berücksichtigen die Auswirkungen des Fuß- und Radverkehrs nicht in ausreichendem Maße** – Die

Untersuchung hat die Hypothese von FLOW bestätigt, dass herkömmliche Verfahren, Instrumente und Modelle der Verkehrsanalyse den potenziellen Beitrag des Rad- und Fußverkehrs zur Leistung von Verkehrssystemen systematisch unterschätzen und/oder ignorieren. Mehrere Beispiele für diese Schwäche werden in Kapitel 2 beschrieben.

- **Wir brauchen mehr Daten** – Alle Städte haben das grundlegende Problem, dass ihnen nicht genug Daten zum Fuß- und Radverkehr vorliegen. Diese Datenlücke führt zu einem Teufelskreis: Weil die Städte den Fahrrad- und Fußverkehr nicht genau messen (und in manchen Fällen messen können), können sie nicht nachweisen, dass eine verbesserte Infrastruktur für Fußgänger und Radfahrer die Verkehrsbedingungen verbessern und/oder zur Vermeidung von Staus beitragen kann. Die derzeitige Entwicklung kleiner und günstiger Sensoren ist zwar eine hervorragende Chance für eine verbesserte Datenerfassung. Die Städte fangen aber gerade erst an, diese neue Technologie zu nutzen.
- **Die Ergebnisse von verkehrlichen Untersuchungen müssen klar kommuniziert werden** – Verkehrsplaner müssen sowohl die Annahmen als auch die Ergebnisse von Verkehrsanalysen klar und transparent kommunizieren, um das Vertrauen zwischen städtischen Mitarbeitern, Entscheidungsträgern und der Öffentlichkeit zu stärken. Dies gilt insbesondere dann, wenn induzierter Verkehr oder Verkehrsschwund zu Ergebnissen führen, die für Laien kontraintuitiv und überraschend sind. Dies ist nicht einfach, weil viele Analyseverfahren und -modelle im Verkehrsbereich sehr komplex sind. Es gibt aber entsprechende Hilfsmittel, z. B. die Ressource **Transport Modelling for a Complete Beginner** (Hollander 2016).

Auf der Grundlage dieser Untersuchungsergebnisse wurden die folgenden Produkte entwickelt: 1) Empfehlungen zur besseren Analyse von Verkehrsoptimierungen und 2) spezielle Instrumente und Verfahren, mit denen die Schwächen herkömmlicher Ansätze zur Bewertung der Auswirkungen des Fuß- und Radverkehrs auf die Leistung von Verkehrsnetzen ausgeglichen werden können. Zu diesen Instrumenten und Verfahren gehören eine Reihe von Verbesserungen für Verkehrsmodellierungsprogramme (siehe Kapitel 2.4.3), die multimodalen Berechnungsverfahren von FLOW (siehe Kapitel 3) und das Instrument zur Folgenabschätzung von FLOW (siehe Kapitel 4).

In Abschnitt 2.2 werden die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchung zusammengefasst, in deren Rahmen FLOW die Verfahren analysiert hat, mit denen Indikatoren für Verkehrsüberlastung und die Qualität des Verkehrssystems berechnet werden.



**ES BLEIBT
NOCH VIEL ZU
TUN,
SOWOHL WAS DIE ENTWICKLUNG
BESSERER METHODOLOGIEN
ALS AUCH WAS EINEN
AUSGEWOGENEN ANSATZ BEI
DER VERKEHRSPOLITISCHEN
ENTSCHEIDUNGSFINDUNG ANGEHT.**

1.4. EMPFEHLUNGEN FÜR DIE VERKEHRSLICHE UNTERSUCHUNG

Die Untersuchungsergebnisse haben die ursprüngliche Hypothese von FLOW bestätigt: herkömmliche Verfahren, Instrumente und Modelle der Verkehrsanalyse sind nur bedingt in der Lage, den potenziellen Beitrag von Projekten für Fußgänger und Radfahrer zur Verbesserung der Verkehrsbedingungen und zur Verringerung der Staugefahr korrekt einzuschätzen. Außerdem ist Stau ein verwirrendes Phänomen. Auf den ersten Blick leicht zu definieren und zu verstehen, sind Staus in Wirklichkeit komplex und manchmal überraschend. Weil das Phänomen so einfach erscheint, werden häufig lieber Engstellen für Kraftfahrzeuge „eliminiert“, anstatt multimodale Ansätze zu entwickeln, mit denen Staus durch die Schaffung von Alternativen zum Individualverkehr vermieden werden können.

Wie in diesem und den folgenden Kapiteln beschrieben, hat das Projekt FLOW Modifikationen für Verfahren, Instrumente und Modelle der Verkehrsanalyse entwickelt und getestet, mit denen diese die Auswirkungen des Rad- und Fußverkehrs besser berücksichtigen können. Dennoch kam das Projekt auch zu dem Schluss, dass noch viel Arbeit notwendig ist, um die Methodologie weiter zu verbessern und ausgewogene Ansätze zur verkehrspolitischen Entscheidungsfindung zu entwickeln.

Dies sind die konkreten Empfehlungen von FLOW für die verkehrliche Untersuchung:

1. Die Verfahren, Instrumente und Softwaremodelle zur Verkehrsanalyse sollten so überarbeitet werden, dass sie die Leistung multimodaler Verkehrssysteme besser erfassen und gewährleisten, dass der Fuß- und Radverkehr bei der Leistungsanalyse von Verkehrssystemen (einschließlich der Stauvermeidung) denselben Stellenwert erhalten wie motorisierte Verkehrsmodi. Dazu sollten auch Methoden zur Bewertung neuer Verkehrsformen bzw. neuer städtischer Infrastrukturen entwickelt werden, z.B. von Begegnungszonen (shared space), Fußgängerzonen, Spielstraßen und Radschnellwegen.
2. Statt das Stauproblem zu „lösen“ sollte stärker versucht werden, das Problem zu „steuern“. Aufgrund des indizierten Verkehrs ist es sehr schwer, Staubildung ganz zu vermeiden. Staus sind ein Indikator dafür, dass viele Menschen an einen Ort gelangen möchten und entstehen häufig deshalb, weil dieser Ort attraktiv (erfolgreich) ist. Deshalb sollten Städte zur Vermeidung von Staus eher zusätzliche Optionen und auf Menschen zugeschnittene Räume schaffen, die zum Gehen und Radfahren einladen, damit sie nicht die Qualitäten zerstören, derentwegen die Staus entstehen.

Die Umsetzung dieser Empfehlungen erfordert mutige Kommunalbehörden, weitere Forschung und eine umfassende Öffentlichkeitskampagne. Weil verkehrliche Untersuchungen, Verkehrsmodelle und das Phänomen Stau so komplex sind, sind sie für die Öffentlichkeit nicht leicht zu verstehen. Deshalb ist es umso wichtiger, transparente und klare Ansätze der Verkehrsplanung zu entwickeln.

2

Verkehrliche Untersuchungen und Verkehrsmodelle

In diesem Kapitel wird das Hintergrundwissen vermittelt, das für ein Verständnis der von FLOW entwickelten planerischen Ansätze notwendig ist. Dafür werden die Themen verkehrliche Planung, verkehrsplanerische Methoden zur Bewertung der Leistung von Verkehrssystemen und Verkehrsmodellierung eingeführt. Zu Beginn des Kapitels wird der Nutzen des Gehens und Radfahrens für städtische Verkehrssysteme (und nicht für Gesundheit, Umwelt oder andere Aspekte) kurz beschrieben.



2.1. BEDEUTUNG DES FUSS- UND RADVERKEHRS FÜR STÄDTISCHE VERKEHRSSYSTEME

Das Potenzial des Fuß- und Radverkehrs zur Minderung des Stauaufkommens wird häufig übersehen. Als die Verfahren und Modelle der Verkehrsanalyse erstmals entwickelt wurden, galten Autos und Autobahnen als die Verkehrsmittel der Zukunft. Viele dieser Verfahren wurden sogar speziell für die Planung und Gestaltung neuer Straßen und Autobahnen entwickelt. Gehen und Radfahren galten als altmodisch und nur für diejenigen relevant, die sich kein Auto leisten konnten. Deshalb schien es nicht nötig zu sein, sie als gleichwertige Verkehrsmittel in Analyseverfahren und Modelle zu integrieren.

Mit der Zunahme des motorisierten Verkehrs vergaßen viele Menschen, dass der Fuß- und Radverkehr im städtischen Verkehrssystem eine praktische Transportfunktion erfüllt. Fußgänger und Fahrradfahrer wurden gewissermaßen unsichtbar (teils womöglich, weil sie schlicht kleiner sind als Autos). Gehen und Radfahren galten manchen sogar als Freizeitvergnügen ohne Bezug zur zielgerichteten Fortbewegung innerhalb der Stadt.

Tatsächlich spielt der Fuß- und Fahrradverkehr eine wichtige Rolle im städtischen Verkehr. Immerhin ist Gehen ein unumgänglicher Teil fast jeder Reise mit anderen Verkehrsmitteln (Busfahrgäste gehen zur Bushaltestelle, Fahrer gehen zu ihrem Auto und im Stadtzentrum werden viele Besorgungen zu Fuß erledigt). Außerdem ist in vielen Städten der Anteil der Fahrradfahrer am gesamten Pendlerverkehr sehr hoch (z. B. über 40 % in Amsterdam und Kopenhagen).

In den letzten Jahren wird der Fuß- und Radverkehr wieder stärker als wichtiger Teil des urbanen Verkehrs wahrgenommen. Dementsprechend arbeiten auch Verkehrsplaner und -ingenieure daran, ihre Analyseverfahren an die Berücksichtigung dieser Verkehrsmodi anzupassen. Um diese Arbeit zu unterstützen, hat das Projekt FLOW neue Instrumente und Empfehlungen entwickelt, mit denen die Auswirkungen des Fuß- und Radverkehrs auf das Verkehrssystem besser analysiert werden können. Diese Instrumente werden dazu beitragen, den Nutzen von Gehen und Radfahren nicht nur für die Umwelt und die Gesundheit, sondern auch als effiziente und günstige Formen der urbanen Fortbewegung in der Öffentlichkeit bekannter zu machen.

2.2. WAS IST EINE VERKEHRSLICHE UNTERSUCHUNG?

Verkehrliche Untersuchungen sind Studien, mit deren Hilfe die (positiven und negativen) Folgen von Umbauten der Verkehrsnetze, neuen Entwicklungsplänen und/oder neuen Richtlinien bewertet werden können. Sie werden durchgeführt, wenn eine Stadt beispielsweise wissen möchte, wie sich der Bau einer neuen Fahrspur (erhöhtes Verkehrsangebot) oder eines neuen Wohnkomplexes (erhöhte Verkehrsnachfrage) auf das Verkehrssystem auswirken.

Zwar gibt es unterschiedliche Verfahren zur Durchführung von verkehrlichen Untersuchungen, diese folgen jedoch alle demselben Prinzip:

1. Möglichst detaillierte Definition der geplanten Veränderung (z. B. neue Fahrradspur);
2. Definition des zu untersuchenden Bereichs (umfassende Veränderungen führen zu großen Untersuchungsbereichen);
3. Auswahl der technischen Analyseverfahren, mit deren Hilfe die Folgen der Veränderung für die Leistung des Verkehrssystems bewertet werden (z. B. verkehrsplanerische Verfahren, Verkehrsmodelle, Folgenabschätzung mit mehreren Kriterien).
4. Erhebung der für die technische Analyse erforderlichen Daten;
5. Durchführung der technischen Analyse und Präsentation der Ergebnisse;
6. Entscheidung in Bezug auf die geplante Änderung.

Nehmen wir beispielsweise an, eine Stadt überlegt, Flächen, die bisher vom Kraftverkehr genutzt wurden, als Radweg neu auszuweisen. Der geplante Radweg wird detailliert definiert (z. B. wo beginnt/endet er). Als Untersuchungsbereich wird das Verkehrsnetz im Umkreis des Radwegs definiert. Die technischen Analysen bewerten die Leistung des örtlichen Verkehrsnetzes. Dabei konzentrieren sie sich darauf, wie viele Radfahrer den neuen Radweg nutzen werden und wie sich dies auf die Verkehrssicherheit und auf andere Verkehrsmodi auswirkt.

Wenn zu erwarten ist, dass Radfahrer aus einem weiten Umfeld den Radweg nutzen, ist der Untersuchungsbereich größer als bei einem lokalen Radweg und die Analyse beinhaltet ein umfassenderes Verkehrsmodell. Wenn ein Projekt mit weitreichenden Auswirkungen geplant ist, z. B. ein stadtweites Radwegenetz, kann der Untersuchungsbereich auch den gesamten Ballungsraum umfassen. Dann würde im Rahmen der Analyse die Verkehrsnachfrage detailliert modelliert (unter Berücksichtigung von langfristigen wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Veränderungen).

In jedem Fall werden Daten erhoben, analysiert, ausgewertet und präsentiert, auf deren Grundlage die Entscheidungsträger dann festlegen, wie das Projekt optimal gestaltet werden kann und, letztendlich, ob das Radwegenetz gebaut wird oder nicht.

Das Projekt FLOW hat sich auf die Analyseverfahren konzentriert, mit deren Hilfe die Auswirkungen von verkehrsplanerischen Projekten auf das Verkehrssystem bewertet werden können. Grundlegend war dabei die Frage: **Kann mit diesen Verfahren der Nutzen von Maßnahmen für den Fuß- und Radverkehr zur Senkung der Staugefahr korrekt berechnet werden?** Das Projekt untersuchte drei unterschiedliche Analyseverfahren:

1. Verkehrsplanerische Verfahren zur Bewertung der Leistung von Verkehrssystemen;
2. Verkehrsmodelle und
3. Umfassende verkehrliche Untersuchungen.

FLOW kam zu dem Ergebnis, dass alle drei Analysemethoden in Bezug auf die Berücksichtigung des Fuß- und Radverkehrs optimiert werden können. Die wichtigsten Ergebnisse werden in den Abschnitten 2.3, 2.4 und 2.5 erläutert. Nach der Bewertung der bestehenden Verfahren entwickelte FLOW neue planerische Ansätze, mit denen die Folgen von Maßnahmen für Fußgänger und Radfahrer besser analysiert werden können. Zu diesen Ansätzen gehören die Modifizierung von Verkehrsmodellierungsprogrammen (siehe Kapitel 2.4.3), das multimodale Berechnungsverfahren von FLOW (siehe Kapitel 3) und das Instrument zur Folgenabschätzung von FLOW für eine umfassende verkehrliche Untersuchung (siehe Kapitel 4).

2.3. VERKEHRSPLANERISCHE VERFAHREN

Verkehrsplanerische Verfahren verwenden mathematische Formeln, um die Leistung von einzelnen Elementen eines Verkehrsnetzes (z. B. Knotenpunkten), zusammengehörigen Elementen (z. B. Verkehrsachsen) und Dienstleistungen (z. B. öffentlicher Nahverkehr) zu bewerten.

Viele Behörden und Berufsverbände haben eigene verkehrsplanerische Verfahren und Empfehlungen entwickelt. So schreiben viele Städte vor, dass bei verkehrlichen Untersuchungen in ihrem Zuständigkeitsbereich spezielle verkehrsplanerische Verfahren verwendet werden müssen.

Diese verkehrsplanerischen Verfahren werden ausführlich in technischen Handbüchern beschrieben, z. B. im „Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen“ der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV 2015) oder dem „Highway Capacity Manual“ des US-amerikanischen Transport Research Board (TRB 2010). Diese Handbücher enthalten detaillierte Vorschriften und Informationen zur Bewertung der Leistung von Verkehrssystemen für alle Verkehrsmodi und Verkehrsanlagen.

In diesem Abschnitt werden einige grundlegende verkehrsplanerische Verfahren skizziert. Für weiterführende Informationen sei der Leser auf das Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen und andere Normen und Richtlinien für Verkehrsplaner verwiesen.

Bei der Leistungsbewertung von Verkehrssystemen gibt es drei grundlegende Ansätze. Sie unterscheiden sich vor allem in der Wahl der Qualitätsindikatoren:

1. Physikalische Eigenschaften: zum Beispiel der **Auslastungsgrad** und die **Verkehrsdichte** (siehe 2.3.1);
2. Zeit: zum Beispiel **Zeitverlust** und **Zuverlässigkeit** (siehe 2.3.2) und
3. Flächendeckende Indikatoren: zum Beispiel, **gefahrte Kilometer** und **Emissionsmengen** (siehe 2.3.3).

Andere Indikatoren werden aus einem oder mehreren dieser Grundindikatoren abgeleitet. So kann der bekannte Indikator „Verkehrsqualität“ aus physikalischen Eigenschaften oder Zeitindikatoren abgeleitet werden. Im folgenden Abschnitt werden einige Indikatoren aus den einzelnen Gruppen kurz beschrieben.

2.3.1. Physikalische Indikatoren für die Leistung von Verkehrssystemen

Die physikalischen Indikatoren für die Leistung von Verkehrssystemen basieren auf sichtbaren Merkmalen und einfachen Verfahren und sind daher am leichtesten zu verstehen.

Ein besonders intuitives physikalisches Analyseverfahren vergleicht die **Verkehrsstärke** (zum Beispiel die Anzahl der Menschen, Autos oder Fahrräder) mit der **Kapazität der Verkehrsanlage** (d. h. die Anzahl der Menschen, Autos oder Fahrräder, die die Verkehrsanlage tatsächlich nutzen könnten). Wenn man die Verkehrsstärke „q“ durch die Kapazität „C“ teilt, erhält man den **Auslastungsgrad**.

Dabei wird beispielsweise die Anzahl der Autos, die einen Straßenabschnitt passieren mit der Kapazität des Straßenabschnitts verglichen. Die Kapazität einer Verkehrsanlage wird wissenschaftlich ermittelt (zum Beispiel wird die Kapazität einer Fahrbahn auf 1800

Fahrzeuge pro Stunde geschätzt). Wenn die Verkehrsstärke auf diesem Abschnitt 900 Fahrzeuge pro Stunde beträgt, ergibt sich ein Auslastungsgrad von 900 durch 1800 oder 0,50.

Die Verkehrsdichte ist ein weiterer physikalischer Indikator zur Leistungsbewertung von Verkehrssystemen. Die Verkehrsdichte ist die Anzahl der Personen oder Fahrzeuge, die eine bestimmte Wegeinheit nutzen (z. B. 2 Personen pro m² oder 500 Autos pro Kilometer einer Fahrspur). Die Verkehrsdichte stellt das Verhalten der Verkehrsteilnehmer (z. B. Autofahrer) genauer dar als der Auslastungsgrad und beschreibt deshalb die Leistung eines Verkehrssystems besser. Obwohl die Verkehrsdichte physikalisch gemessen werden kann, wird sie in der Regel mit Hilfe von Verkehrsmodellen geschätzt. Die Verkehrsdichte wird von vielen Standardwerken der Verkehrsplanung als Indikator für die Qualität eines Verkehrssystems empfohlen. Die multimodalen Berechnungsverfahren von FLOW verwenden die Verkehrsdichte als wichtigen Leistungsindikator.

Obwohl physikalische Indikatoren der Verkehrsqualität leicht zu verstehen sind, haben sie zwei wichtige Nachteile. Erstens lässt sich die künftige Verkehrsnachfrage nur schwer prognostizieren, weil die meisten Veränderungen am Verkehrssystem Folgen haben, die über ihre unmittelbare Umgebung hinausgehen. Deshalb brauchen wir Verkehrsmodelle.

Zweitens hängt die Leistung eines Verkehrssystems von der Interaktion der Nutzer ab, zum Beispiel vom Verhalten der Autofahrer auf der Straße (Geschwindigkeit, Abstand, Überholmöglichkeiten usw.) Das heißt, wenn in der obigen Beispielrechnung für den Auslastungsgrad die Straße mit einer zusätzlichen Spur ausgebaut wird, erhöht sich die Kapazität nicht um 1800 Fahrzeuge pro Stunde. Sie steigt weniger stark, weil sich Autofahrer mit einer zweiten Fahrspur anders verhalten (z. B. wird ein Teil der Fläche von Fahrzeugen genutzt, die die Spur wechseln).

Der Großteil der Forschung zur Interaktion der Nutzer von Verkehrsanlagen konzentriert sich bisher auf Kraftfahrzeuge. Um die Interaktion von Fußgängern und Fahrradfahrern auf Verkehrsanlagen besser zu verstehen, ist weitere Forschung notwendig. Dies gilt für Situationen mit getrennten Anlagen (z. B. Gehsteige oder Radwege) und insbesondere wenn sie sich einen Raum mit anderen Verkehrsmodi teilen (z. B. Fahrräder auf einer Autospur). Bisher nutzen viele verkehrsplanerische Verfahren für derartige Situationen einfache Faustformeln, zum Beispiel werden Fahrräder wie ein halber PKW behandelt. Dieses Projekt sollte diese Verfahren dahingehend verbessern, die Verbesserungen der Verkehrsqualität durch Maßnahmen für Fußgänger und Radfahrer genauer zu erfassen.

2.3.2. Zeitbezogene Indikatoren für die Leistung von Verkehrssystemen

Zeitbezogene Indikatoren für die Leistung von Verkehrssystemen nutzen Zeitangaben, um die Leistung eines Verkehrssystems qualitativ zu messen (z. B. Reisezeit zwischen Ausgangs- und Zielort).

Zeitbezogene Indikatoren haben den Vorteil, dass die Messungen leicht durchzuführen sind (z. B. wie lange dauert der Fußweg von A nach B) und die Interaktionen mit anderen Verkehrsmodi bereits enthalten (z. B. Interaktion der Fußgänger auf den Gehsteigen zwischen Punkt A und Punkt B). Außerdem ist es dank neu entwickelter günstiger Sensoren heute einfacher denn je, Zeitmessungen für alle Verkehrsmodi durchzuführen. Wie bei allen Indikatoren lässt sich die künftige Reisezeit nur mit Hilfe von Verkehrsmodellen ermitteln.

Die multimodalen Berechnungsverfahren von FLOW nutzen den Zeitverlust als wichtigsten zeitbezogenen Indikator und definieren Zeitverlust als Differenz zwischen der Mindestreisezeit und der tatsächlichen Reisezeit.

Der Indikator „Zeitverlust“ ist mit mehreren Problemen belastet, die den Fuß- und Radverkehr besonders betreffen. Erstens wurden viele Standardverfahren zur Verkehrsplanung entwickelt, um Infrastruktur für den Autoverkehr und das Verhalten von Autofahrern zu

bewerten. So sind Fußgänger von zahlreichen Zeitverlusten betroffen, die über die Wartezeit an einer normalen Straßenkreuzung hinausgehen (siehe Abb. 1). Dazu gehören Zeitverlust durch fehlende Querungsanlagen (Warten auf eine Verkehrslücke oder weite Umwege), Übergänge, die nicht dem Optimalweg folgen (z. B. versetzte Übergänge) und höhenfreie Kreuzungen (Über- oder Unterführungen). Bei diesen Kreuzungsformen werden keine Zeitverluste gemessen, weil sich der Fußgänger durchgehend bewegt, dennoch wird der Fußverkehr wesentlich erschwert (siehe Abb. 2).

Abb. 1: Normale Straßenkreuzung

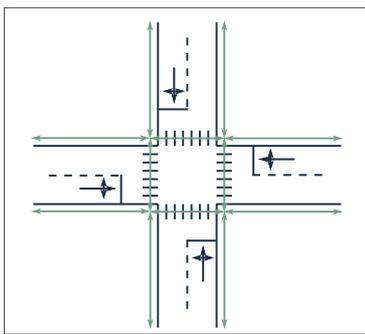
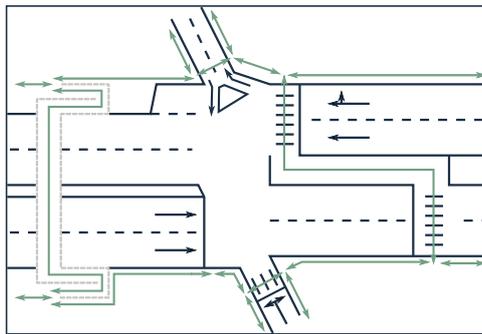


Abb. 2: Tatsächliche Querungswege für Fußgänger an einem unkonventionellen Knotenpunkt



Ein weiteres Problem ist die Bestimmung der Mindestreisezeit als Vergleichswert. Wenn statt Mindestzeit der Begriff „akzeptable Zeit“ verwendet wird, hat dies den Vorteil, dass die Wahrnehmung und Entscheidung des Nutzers berücksichtigt wird. Ein gutes Beispiel ist ein Radfahrer, der eine etwas längere Route fährt, weil er sich dabei sicherer fühlt, oder ein Fußgänger, der für einen angenehmeren Weg eine etwas längere Reisezeit akzeptiert. Mit dem Begriff der „akzeptablen Reisezeit“ lässt sich die Qualität eines Verkehrsnetzes besser beschreiben; es ist aber noch nicht ausreichend erforscht, wie sich akzeptable Reisezeiten schätzen und berechnen lassen, insbesondere im Fuß- und Radverkehr. Daher ist die akzeptable Reisezeit ein hervorragendes Thema für künftige Forschungsprojekte.

2.3.3. Flächendeckende Indikatoren für die Leistung von Verkehrssystemen

Flächendeckende Indikatoren für die Leistung von Verkehrssystemen beschreiben gesammelte oder mittlere Verkehrsdaten für einen bestimmten geografischen Bereich (z. B. eine Stadt oder Region). Dazu gehören **gefahrte Kilometer**, **Verfügbarkeit** (wird oft über die Reisezeit ermittelt) und **Auswirkungen auf die Umwelt** (Luftverschmutzung). Diese Indikatoren sind fast immer Ergebnisse von Verkehrsmodellen und werden meist für ganze Netzwerke oder Regionen erfasst (z. B. die innerhalb der Stadt gefahrenen Kilometer liegen in Szenario 1 schätzungsweise um 3 % höher als in Szenario 2).

Das Instrument zur Folgenabschätzung von FLOW verwendet mehrere flächendeckende Indikatoren, mit deren Hilfe eine umfassende Bewertung von verkehrsplanerischen Verbesserungsprojekten durchgeführt werden kann (siehe Kapitel 4).

2.3.4. Verkehrsqualität

Die Verkehrsqualität ist eine qualitative Kenngröße für die Leistung von Verkehrssystemen, die mit Hilfe quantitativer Verfahren, wie der oben beschriebenen physikalischen und zeitbezogenen Indikatoren, ermittelt wird. Mit dem beschreibenden Konzept der Verkehrsqualität lassen sich die numerischen Ergebnisse technischer Verkehrsplanungsverfahren einem Laienpublikum besser vermitteln.

DA DIE ANALYSE- VERFAHREN

FÜR UNTERSCHIEDLICHE
VERKEHRSMODI JEWEILS ANDERE
MESSVERFAHREN VERWENDEN,
LÄSST SICH DIE TATSÄCHLICHE
VERKEHRQUALITÄT, DIE NUTZER
UNTERSCHIEDLICHER VERKEHRSMODI
ERLEBEN, NUR BEDINGT
VERGLEICHEN, AUCH WENN
BEIDE DIESELBE QUALITÄTSSTUFE
AUFWEISEN.

Die Verkehrsqualität ist in Stufen unterteilt, die dem US-amerikanischen Notensystem entliehen sind, in dem „A“ einem „sehr gut“ entspricht und „F“ einem „ungenügend“. Der Ingenieur berechnet zunächst einen Zahlenwert für die Qualität des Verkehrssystems und bestimmt anhand dieses Werts die Qualitätsstufe. Zum Beispiel: ein Planer berechnet für eine Straßenkreuzung einen Auslastungsgrad von 0,47. Dann sucht er den Wert in einer Tabelle und sieht, dass ein Auslastungsgrad von 0,47 der Qualitätsstufe „A“ (sehr gut) entspricht.

Mit Hilfe der Qualitätsstufen kann der Planer sagen „In Szenario Eins wäre die Qualitätsstufe „A“ und in Szenario Zwei wäre sie „C“, das heißt Szenario Eins ist besser.“ Das Notensystem erleichtert es Entscheidungsträgern, die Qualität von Verkehrssystemen einzuschätzen, beschreibt aber die Situation der Nutzer nur ungenau (z. B. würden Nutzer Anlagen mit einem Auslastungsgrad von 0,71 bzw. 0,79 sehr unterschiedlich erleben, obwohl sie auf derselben Qualitätsstufe liegen).

Weil die Verkehrsqualität eine einfache Kennzahl ist, wurden Analyseverfahren entwickelt, mit denen sich die Qualität von Verkehrsanlagen für alle Verkehrsmodi beschreiben lässt. Das heißt, man kann die Qualitätsstufe eines Treppenaufgangs, eines Radwegs oder einer Nahverkehrsstrecke bestimmen. Da die Analyseverfahren für die unterschiedlichen Verkehrsmodi jeweils andere Messverfahren verwenden (z. B. Zeitverlust auf Straßenabschnitten, Fläche pro Fahrgast in einem öffentlichen Verkehrsmittel), lässt sich die tatsächliche Verkehrsqualität, die der Nutzer eines Verkehrsmodus erlebt, nur bedingt mit derjenigen eines Nutzers in einem anderen Verkehrsmodus vergleichen, auch wenn beide dieselbe Qualitätsstufe aufweisen. (Anders ausgedrückt: ein Autofahrer auf einer Straße der Qualitätsstufe D fühlt sich anders als ein Fahrgast in einem Bus der Qualitätsstufe D.)

Da die Verkehrsqualität für jeden Verkehrsmodus anders berechnet wird, ist es schwierig, einheitliche Qualitätsstufen für Verkehrsanlagen zu entwickeln, die eine wirklich multimodale Verkehrsqualität beschreiben. Die multimodalen Berechnungsverfahren von FLOW lösen dieses Problem mit Hilfe von Nutzwertpunkten.

2.3.5. Multimodales Analyseverfahren von FLOW für die Leistung von städtischen Straßenverkehrsnetzen

Im Projekt FLOW wurden bestehende Verfahren zur Leistungsmessung von Verkehrssystemen und deren Eignung zur Stauminderung analysiert. Ergebnis dieses Prozesses ist das neue „Multimodale Analyseverfahren für die Leistung von städtischen Straßenverkehrsnetzen“ von FLOW. Das Dokument stellt außerdem die multimodalen Berechnungsverfahren von FLOW zur Berechnung der empfohlenen Leistungsindikatoren vor: Verkehrsdichte, Zeitverlust und Verkehrsqualität. Kapitel 3 dieses Dokuments enthält eine detaillierte Beschreibung der Verfahren, mit denen diese Leistungsindikatoren und der von FLOW entwickelte multimodale Leistungsindex (MLI) berechnet werden.

2.4. VERKEHRSMODELLIERUNG

Verkehrsmodelle dienen dazu, die künftigen Bedingungen für Verkehrssysteme zu prognostizieren. In diesem Abschnitt werden die beiden wichtigsten Modelltypen, Probleme bei der Modellierung, die insbesondere den Fuß- und Radverkehr betreffen, und die Verbesserungen für Verkehrsmodelle beschrieben, die im Rahmen des Projekts FLOW entwickelt wurden.

2.4.1. Arten von Verkehrsmodellen

Makroskopische Modelle

Makroskopische Modelle ermitteln die Verkehrsnachfrage für große Gebiete (z. B. Städte, Regionen, Länder) auf der Grundlage sozioökonomischer Daten (siehe Abb. 3). Dies erfolgt in der Regel in vier Schritten:

- (1) **Verkehrserzeugung** (wie viele Reisen werden gemacht?) – das Gebiet wird in Zellen eingeteilt und anhand der sozioökonomischen Daten der Zellen wird die Verkehrsnachfrage aus der bzw. in die Zelle, ausgedrückt als Bewegung einer Person, prognostiziert;
- (2) **Verkehrsverteilung** (aus und in welche Zellen bewegen sich die Personen?) – es wird die Bewegung der Personen zwischen einzelnen Zellen anhand sozioökonomischer Daten prognostiziert;
- (3) **Verkehrsaufteilung** (welcher Verkehrsmodus wird gewählt?) – es wird prognostiziert, welchen Verkehrsmodus (Auto, öffentlicher Nahverkehr, Gehen, Radfahren usw.) die Person für die Reise wählt;
- (4) **Verkehrsumlegung** (welcher Weg wird gewählt?) – es wird prognostiziert, welchen Weg (Straßen, Trassen des öffentlichen Nahverkehrs, Radwege, Gehsteige oder eine Kombination) die Personen für ihre Reise wählen.

Abb. 3: Darstellung eines vollständigen Netzes durch ein makroskopisches Modell.



Jeder Schritt des Modells enthält Untermodelle und Berechnungsverfahren, mit denen sich menschliches Verhalten vorhersagen lässt. Diese Verfahren sind oft komplex und lassen sich nur mit großen Datenmengen richtig kalibrieren. Obwohl sich die Modellierung seit den ersten Verkehrsmodellen der 1950er Jahre stark weiterentwickelt hat, beruht sie immer noch auf vielen Annahmen und Vereinfachungen, die sich durch weitere Forschung noch verbessern lassen.

Verkehrsmodelle wurden ursprünglich zur Bewertung von Großprojekten der städtischen Verkehrsplanung entwickelt (z. B. neue Autobahnen oder Schnellbahntrassen). Erst in

EIN WICHTIGES PROJEKTZIEL

VON FLOW WAR ES, ZU DIESER FORSCHUNG BEIZUTRAGEN UND DIE MODELLE BESSER DARAUF ABZUSTIMMEN, DIE AUSWIRKUNGEN DES FUSS- UND RADVERKEHRS AUF VERKEHRSSYSTEME VORHERZUSAGEN.

Letzter Zeit werden sie auch dazu verwendet, um kleinteilige Zellstrukturen und kleinere Verkehrssysteme zu analysieren (z. B. Gehen und Radfahren). Viele der Untermodelle **sollten** auch auf diese Situationen anwendbar sein (z. B. sollte die Wahl einer Fahrradrouten der Entscheidung eines Autofahrers zwischen verschiedenen Straßen entsprechen). Allerdings muss noch erforscht werden, wie die Modelle entsprechend angepasst werden können. Ein wichtiges Projektziel von FLOW war es, zu dieser Forschung beizutragen und die Modelle besser darauf abzustimmen, die Auswirkungen des Fuß- und Radverkehrs auf Verkehrssysteme vorherzusagen.

Die Ergebnisse von makroskopischen Modellen sind flächendeckende Indikatoren, wie Verfügbarkeit, von Personen zurückgelegte Kilometer, Reisezeiten, Emissionen und Verkehrskosten. Ihre wichtigste Funktion besteht darin, die Verkehrsbedingungen im gesamten System oder Netz zu analysieren (z. B. die in der gesamten Stadt von Fahrzeugen zurückgelegten Kilometer).

Mikroskopische Modelle

Mikroskopische Berechnungsmodelle analysieren im Detail die Leistung einzelner Verkehrsanlagen (z. B. von Straßenkreuzungen, Straßenabschnitten, Rad- oder Gehwegen (siehe Abb. 4). In der Regel werden sie verwendet, um die Verkehrsbedingungen auf den Anlagen eines kleinen bis mittelgroßen Gebiets zu analysieren.

Abb. 4: Simulation einer Straßenkreuzung durch ein mikroskopisches Modell. Image courtesy of COWI A/S



Mikroskopische Berechnungsmodelle nutzen vor Ort erhobene Daten oder die Ergebnisse der Schritte 1-3 eines makroskopischen Modells, um die Verkehrsflüsse (aller Verkehrsmodi) auf einer gegebenen Verkehrsinfrastruktur zu bestimmen. Mit Hilfe dieser Verkehrsflüsse und verkehrsplanerischer Verfahren (wie den in Kapitel 2.3 beschriebenen Methoden) bewerten sie die Verkehrsleistung einzelner Verkehrsanlagen. Außerdem liefern sie einen Schätzwert für flächendeckende Indikatoren, mit denen die Leistung des gesamten Verkehrssystems im Untersuchungsgebiet bewertet werden kann (z. B. Emissionen).

Für mikroskopische Modelle gelten dieselben Vorbehalte zur Komplexität und zum weiteren Forschungsbedarf wie für makroskopische Modelle (insbesondere in Bezug auf den Fuß- und Radverkehr).

2.4.2. Schwächen von Verkehrsmodellen bei der Bewertung des Fuß- und Radverkehrs

Obwohl moderne Modelle effiziente Instrumente darstellen, beruhen alle Verfahren und Modelle der Verkehrsplanung auf Vereinfachungen und können künftige Bedingungen in der Wirklichkeit nicht genau vorhersagen. In diesem Abschnitt werden einige Aspekte von Verkehrsmodellen skizziert, die für die Bewertung von Optimierungsmaßnahmen für Radfahrer und Fußgänger besonders problematisch sind.

OBWOHL MODERNE MODELLE

EFFIZIENTE INSTRUMENTE DARSTELLEN, BERUHEN ALLE VERFAHREN UND MODELLE DER VERKEHRSPANUNG AUF VEREINFACHUNGEN UND KÖNNEN KÜNFTIGE BEDINGUNGEN IN DER WIRKLICHKEIT NICHT GENAU VORHERZUSAGEN.

Komplexität des Fuß- und Radverkehrs

Das Verhalten des Autoverkehrs auf Straßen ist relativ homogen. Autos bleiben meist in ihrer Spur und bewegen sich mit ähnlicher Geschwindigkeit in die gleiche Richtung. Selbst unter diesen Bedingungen verstehen wir das genaue Verhalten von Kraftfahrzeugen im Verkehr nicht zu hundert Prozent.

Fußgänger und Radfahrer genießen dagegen wesentlich mehr Bewegungsfreiheit und sind relativ heterogen. Dies gilt besonders auf großen Flächen mit vielen Nutzern, wie Shared Spaces oder Fußgängerzonen. Deshalb muss das Verhalten von Fußgängern und Radfahrern auf diesen Flächen und auf Infrastrukturen zur Mischnutzung (z. B. kombinierte Geh- und Radwege) weiter erforscht werden. Mit Hilfe dieser Forschung müssen die Modelle so verfeinert werden, dass sie die Auswirkungen von Verkehrsprojekten, z. B. der Einrichtung eines Shared Space, besser prognostizieren können.

Im Rahmen des Projekts FLOW wurde das Modell „PTV Vissim/Viswalk“ zum besseren Verständnis von Shared Spaces entwickelt. Weitere Informationen zu den von FLOW entwickelten Modifikationen finden sich im folgenden Abschnitt 2.4.3.

Kostenschätzungen zum Fuß- und Radverkehr

Eine der Grundannahmen von herkömmlichen Verkehrsmodellen besteht darin, dass Menschen sich wie rationale Wirtschaftsakteure verhalten. Das heißt, sie wählen für jede Reise den wirtschaftlich günstigsten Weg.

Zur Berechnung der subjektiven Kosten werden die finanziellen Kosten (Kosten pro im Auto gefahrenen Kilometer, Gebühr für öffentliche Verkehrsmittel), der zeitliche Aufwand (Reisezeit mal normierter Stundensatz) und manchmal zusätzliche „Strafen“ berücksichtigt, die den Präferenzen des Nutzers entsprechen (z. B. Zeitstrafen für das Umsteigen im Vergleich zu einer durchgehenden Verbindung). Dieses Verfahren ist geeignet, um eine Autofahrt mit einer Fahrt in öffentlichen Verkehrsmitteln zu vergleichen. Aber funktioniert es auch für Fußgänger und Radfahrer?

Ein gutes Beispiel ist die Sicherheit. Bei der Wegewahl berücksichtigen die wenigsten Autofahrer den Aspekt der Sicherheit, weil ein gewisses einheitliches Sicherheitsniveau besteht (jeder sitzt in einer großen Blechkiste). Beim Gehen oder Radfahren ist Sicherheit dagegen ein wichtiges Kriterium. Wie die Erfahrung aus vielen Städten zeigt, steigt der Anteil des Radverkehrs merklich an, wenn sichere **Wegenetze** geschaffen werden – ein gefährlicher Abschnitt auf dem Weg macht die Reise für manche Radfahrer unmöglich. In Sevilla stieg die Anzahl der Radfahrer von 6000 auf 70.000, nachdem ein koordiniertes Netz von Radwegen eröffnet wurde. (Walker 2015)

Fußgänger und Radfahrer berücksichtigen bei ihrer Wegewahl jedoch auch Umweltbedingungen (die für die meisten Menschen in schallisolierten, klimatisierten Blechkisten nicht wichtig sind), Steigungen und wie malerisch oder angenehm eine gegebene Strecke ist.

Ein schlichtes Modell, das nur auf Reisezeit und -kosten beruht, wird dem nicht gerecht. Das heißt, diese Modelle unterschätzen wahrscheinlich den Nutzen kleiner Verbesserungen, die beispielsweise ein sicheres Radwegenetz vervollständigen. Man kann Modelle so modifizieren, dass sie neben Zeit und Kosten weitere Faktoren berücksichtigen, auch wenn dies ihre Komplexität erhöht. Auch neuere, auf Aktivitäten gestützte Modelle können einige dieser Faktoren besser berücksichtigen.

DAS HAUPT- PROBLEM

BEI DER KALIBRIERUNG BESTEHT DARIN, DASS KALIBRIERTE MODELLE SICH AM BESTEN FÜR DIE ANALYSE VON SZENARIEN EIGNEN, DIE DER IST-SITUATION SEHR ÄHNLICH SIND. WAS PASSIERT, WENN EIN UMFANGREICHES RADWEGENETZ IN EINEM GEBIET GESCHAFFEN WIRD, IN DEM VORHER KEINES WAR, KÖNNEN SIE WENIGER GENAU VORHERSAGEN.

Folgenabschätzung bei großen Veränderungen

Modelle funktionieren am besten, wenn sie die Auswirkungen von schrittweisen (kleinen) Änderungen prognostizieren sollen. Je umfangreicher die Veränderung, umso ungenauer werden die Modelle. Dies ist der Fall, weil Modelle aus intellektuellen („wir wissen es nicht“) und praktischen („wir können derart komplexe Abläufe nicht effizient berechnen“) Gründen nicht alle Faktoren berücksichtigen können.

Um sicherzustellen, dass Modelle die Wirklichkeit möglichst genau abbilden, werden sie anhand der örtlichen Verkehrsbedingungen „kalibriert“. Beim Kalibrieren wird ein Verkehrsmodell für ein Gebiet erstellt und die Ergebnisse der Modellrechnung werden dann mit den tatsächlichen Daten verglichen. Beispielsweise wird die vom Modell prognostizierte Verkehrsstärke an zehn Standorten mit der tatsächlich gemessenen Verkehrsstärke an diesen Standorten verglichen. Dann wird das Modell so lange modifiziert, bis die prognostizierte Stärke innerhalb festgelegter Grenzen um die wirkliche Stärke liegt (z. B. wenn der prognostizierte Wert +/- 5 % um den gemessenen Wert liegt).

Das Hauptproblem bei der Kalibrierung (abgesehen davon, dass sie enorme Datenmengen und eine gründliche Kenntnis der Modellbildung erfordert), besteht darin, dass kalibrierte Modelle sich am besten für die Analyse von Szenarien, verkehrsplanerische Maßnahmen oder Richtlinien eignen, die der Ist-Situation sehr ähnlich sind. Das Modell kann die Folgen einer zusätzlichen Fahrspur auf der Autobahn richtig einschätzen, aber weit weniger genau, was passiert, wenn ein umfangreiches Radwegenetz in einem Gebiet gebaut wird, indem es bisher keine Radwege gab.

Bei Maßnahmen für Fußgänger und Radfahrer ist das Kalibrierverfahren besonders schwierig, weil der Ausgangswert für den Fahrrad- und Fußverkehr in vielen Fällen relativ niedrig liegt, sodass die Modelle den Nutzen einer umfangreichen Veränderung, wie der Schaffung einer Fußgängerzone oder eines sicheren Radwegenetzes, nicht vorhersagen können. Dieses Problem wird noch dadurch verschärft, dass zum Fuß- und Radverkehr kaum detaillierte quantitative Daten vorliegen, die zur Kalibrierung verwendet werden können.

Induzierter Verkehr

Induzierter Verkehr ist zusätzlicher Verkehr, den eine Verkehrsanlage anzieht, nachdem sie verbessert wurde. Vor der Verbesserung der Verkehrsanlage erfolgte dieser Verkehr auf anderen Wegen oder mit anderen Verkehrsmodi, zu anderen Zeiten oder er fand überhaupt nicht statt. Anders gesagt, zieht der verbesserte Weg neuen Verkehr an. In wirtschaftlichen Begriffen ausgedrückt, entsteht induzierter Verkehr, weil die Reisekosten auf dem verbesserten Weg gesunken sind.

Induzierter Verkehr ist einer der Hauptgründe, warum Projekte zur Verbesserung von Straßen, die Entscheidungsträgern als „Lösung“ für das Stauproblem verkauft wurden, die Staus in Wirklichkeit gar nicht beseitigen. Das gilt auch für Straßenausbauprojekte, bei denen die Verkehrsüberlastung nach dem Ausbau gleich hoch oder sogar höher ist als vorher, wie der Ausbau der M25 in Großbritannien zeigt.

Verkehrsmodelle können induzierten Verkehr vorhersagen. Dazu müssen sie aber Elastizitäten nutzen, mit denen die Neigung der Nutzer eingeschätzt werden kann, ihr Mobilitätsverhalten wegen der verbesserten Verkehrsanlage zu ändern. Außerdem müssen zahlreiche Annahmen in Bezug auf indirekte Veränderungen gemacht werden, z. B. die Neuansiedlung von Unternehmen, die sich auf die induzierte Verkehrsnachfrage auswirken.

Die notwendigen Modifikationen sind so komplex, dass sie entweder nicht durchgeführt und/oder Entscheidungsträger nicht vollständig über die Folgen des induzierten Verkehrs informiert werden. Dadurch folgen Entscheidungsträger dem intuitiven Ansatz, dass mehr Straßenfläche zu weniger Staus führen wird. Alternative Verbesserungsvorschläge, wie die Schaffung eines sicheren Radwegenetzes oder einer Fußgängerzone, werden nicht berücksichtigt, weil sie (vom Modell) überzeugt werden, dass die Verkehrsüberlastung behoben werden kann.

Verkehrsschwund

Das Gegenstück zum induzierten Verkehr ist der Verkehrsschwund. Verkehrsschwund bezeichnet Verkehr, der verschwindet, wenn das Verkehrsangebot reduziert wird. Dies zeigt sich am deutlichsten beim Abriss von Stadtautobahnen (z. B. in Seoul, San Francisco und Portland), wo Staus trotz der fehlenden Autobahnen nicht wesentlich häufiger geworden sind. In diesen Fällen wurde der Preis (die Reisezeit) der Autofahrt erhöht, sodass die Nutzer auf andere Wege oder andere Verkehrsmodi ausgewichen sind. Die Belastung der Verkehrsanlage bleibt ungefähr gleich stark, auch nachdem die Kapazität der Anlage gesenkt wurde (<http://freakonomics.com>).

Die bestehenden Verkehrsmodelle können den Verkehrsschwund nicht vorhersagen, weil nicht genug Daten zur Entwicklung von Modellelastizitäten vorliegen. Für die Folgenabschätzung bei Verbesserungsmaßnahmen für Radfahrer und Fußgänger ist das ein Problem, weil Modelle die Verkehrsüberlastung aufgrund dieser Maßnahmen überschätzen. Wenn beispielsweise eine Straße verengt wird, um Platz für einen Radweg zu schaffen, oder eine Ampelschaltung angepasst wird, damit Fußgänger nicht mehr so lange warten müssen, kann das Modell womöglich nicht erkennen, dass diese Veränderungen auch die Verkehrsnachfrage beeinflussen, weil sie Verkehrsteilnehmer dazu bringen, andere Wege oder andere Reisezeiten zu wählen, auf andere Verkehrsmodi umzusteigen oder ihr Verkehrsverhalten anderweitig zu ändern.

Viele Projekte für Fußgänger und Radfahrer haben Straßenflächen verkleinert, ohne, wie von Gegnern befürchtet, mehr Staus zu verursachen. Die **Kurzinfos für Städte** von FLOW und die Fallstudien aus den sechs FLOW-Partnerstädten beschreiben einige gelungene Beispiele.

Komplexität von Verkehrsmodellen

Wie oben dargestellt, ist das Modellieren von Verkehrsbedingungen sehr komplex. Es ist wichtig, dass Planer sich der Vereinfachungen und Annahmen bewusst sind, die den Modellen zugrunde liegen. Nur so können sie die Ergebnisse der Modellrechnungen richtig verstehen und gegenüber Entscheidungsträgern und der Öffentlichkeit klar kommunizieren. Dies gilt besonders dann, wenn die Folgen von Projekten zur Verbesserung des Fuß- und Radverkehrs abgeschätzt werden, weil die Verkehrsmodelle, wie bereits erwähnt, ursprünglich nicht für diese Verkehrsmodi gedacht waren und in vielen Fällen Fußgänger und Radfahrer immer noch nicht angemessen berücksichtigen.

2.4.3. Von FLOW entwickelte Verbesserungen für Verkehrsmodelle

Verkehrsmodelle werden durch Forschung und Entwicklung in der Wissenschaft und in Unternehmen laufend verfeinert. Das Projekt FLOW hat einen Beitrag zu dieser Forschung geleistet und mehrere Verfahren entwickelt, mit denen die Qualität von Verkehrsmodellen verbessert werden kann. Dabei handelt es sich um folgende Modifikationen:

- Mikroskopische Modelle – Verbesserte Modellierung von Konfliktzellen zwischen Autos und Fußgängern, Verhaltensparameter, neue Mobilitätsmuster, Interaktion zwischen Radfahrern und Fußgängern und Shared Space

**ES IST
WICHTIG,**
DASS PLANER SICH DER
VEREINFACHUNGEN UND
ANNAHMEN BEWUSST SIND,
DIE DEN MODELLEN ZUGRUNDE
LIEGEN. NUR SO KÖNNEN
SIE DIE ERGEBNISSE DER
MODELLRECHNUNGEN RICHTIG
VERSTEHEN UND GEGENÜBER
ENTSCHEIDUNGSTRÄGERN UND
DER ÖFFENTLICHKEIT KLAR
KOMMUNIZIEREN.



- Makroskopische Modelle - Wegattribute für die stochastische Berechnung von Fahrrädern (z. B. Steigung, Verkehrsstärke), Modellierungsplattform für die Kombination von zweigliedrigen Wegen (geeignet für Gehen & öffentliche Verkehrsmittel oder Radfahren & öffentliche Verkehrsmittel) und eine bessere Repräsentation von Verleihsystemen im ÖV-Anteil (für Bikesharing)

Diese Verbesserungen wurde in die Modelle PTV Visum (makroskopisch) und PTV Vissim/Viswalk (mikroskopisch) integriert und in den FLOW-Partnerstädten getestet.

2.5. MULTIMODALE BERECHNUNGSVERFAHREN UND INSTRUMENT ZUR FOLGENABSCHÄTZUNG VON FLOW

Die multimodalen Berechnungsverfahren von FLOW sind spezielle verkehrsplanerische Verfahren, mit denen die Auswirkungen von Optimierungsmaßnahmen für den Fuß- und Radverkehr auf die Leistung des Verkehrssystems besser eingeschätzt werden können. Diese Instrumente - und eine Schritt-für-Schritt-Anleitung für ihre Verwendung - werden in Kapitel 3 beschrieben.

Mit dem Instrument zur Folgenabschätzung von FLOW können die verkehrlichen, ökologischen, gesellschaftlichen und finanziellen Folgen von Verkehrsprojekten bewertet werden. Das Instrument erkennt an, dass bei Entscheidungen über eine Verbesserung des Verkehrssystems nicht nur rein verkehrliche Faktoren berücksichtigt werden sollten. Das Instrument zur Folgenabschätzung von FLOW wird in Kapitel 4 beschrieben.

3

Die multimodalen Berechnungsverfahren von FLOW

Dieses Kapitel fasst die multimodalen Berechnungsverfahren von FLOW zusammen und beschreibt, wie sie dazu verwendet werden können, die Folgen von Optimierungsmaßnahmen für das Verkehrssystem zu bewerten. Detaillierte Informationen sind der Publikation „Multimodales Analyseverfahren für die Leistung von städtischen Straßenverkehrsnetzen“ von FLOW zu entnehmen. Die Kalkulationstabellen, die für die Berechnungen benötigt werden, sind unter folgendem Link verfügbar: www.h2020-flow.eu/resources/publications.



ARCADE

Schouder aan
een van de
toppen
van de
Aard.

3.1. ZIELSETZUNG UND ERGEBNISSE

Die multimodalen Berechnungsverfahren von FLOW wurden entwickelt, um Planern ein Analyseverfahren an die Hand zu geben, das die verkehrlichen Folgen von Maßnahmen für Fußgänger und Radfahrer besser abschätzen kann als herkömmliche Verfahren.

Die multimodalen Berechnungsverfahren von FLOW wurden in den folgenden Schritten entwickelt: erstens wurden die Indikatoren untersucht, die bisher zur Berechnung der Qualität von Verkehrsanlagen verwendet werden (insbesondere die Indikatoren für eine Verkehrsüberlastung), zweitens wurden die verkehrsplanerischen Verfahren analysiert, mit deren Hilfe diese Qualitätsindikatoren berechnet werden, und drittens wurden Modifikationen für diese Verfahren entwickelt, mit denen diese die Folgen von Maßnahmen für Radfahrer und Fußgänger genauer vorhersagen können.

Die wichtigsten Leistungsindikatoren zur Qualitätsbewertung von Verkehrsanlagen sind **Verkehrsdichte**, **Zeitverlust** und **Verkehrsqualität**. Die verkehrsplanerischen Verfahren zur Berechnung dieser Indikatoren sind erprobt und grundsätzlich auch zur verkehrlichen Untersuchung von Projekten für den Fuß- und Radverkehr geeignet.

Ein Hauptproblem herkömmlicher Verfahren der Verkehrsanalyse besteht jedoch darin, dass sie die Ergebnisse für einzelne Verkehrsmodi nicht zu einer sinnvollen multimodalen Qualitätsbewertung kombinieren können. Zum Beispiel liefert das Verfahren zur Analyse von Zeitverlusten des Fußverkehrs zwar gute Ergebnisse, diese lassen sich aber nur schwer in die auf Fahrzeuge bezogenen Zeitverlustwerte integrieren, um eine vollständige multimodale Leistungsbewertung des Verkehrssystems zu erhalten. Ein Aspekt des Problems ist die Tatsache, dass die meisten Verfahren Fahrzeuge zählen und nicht Personen, sodass ein Nahverkehrsfahrzeug mit 50 Fahrgästen gleich behandelt wird, wie ein Auto mit nur einem Insassen.

Die multimodalen Berechnungsverfahren von FLOW wurden entwickelt, um dieses Problem zu lösen. Dafür wurde ein multimodaler Leistungsindex (MLI) für drei wichtige Kenngrößen erstellt: Zeitverlust, Verkehrsdichte und Verkehrsqualität. Diese Indikatoren werden wie folgt definiert:

- Zeitverlust: Zusätzliche Reisezeit eines Nutzers im Vergleich zur Mindestreisezeit.
- Verkehrsdichte: Anzahl der Personen oder Fahrzeuge auf einer gegebenen Fläche.
- Verkehrsqualität: Qualitativer Indikator für das Nutzererlebnis.

Die multimodalen Berechnungsverfahren von FLOW gehen das Problem der multimodalen Qualitätsanalyse wie folgt an: (1) das Verfahren zur Schätzung der Leistungsindikatoren wird so modifiziert, dass Fahrzeuge als Grundeinheit durch Personen ersetzt werden, (2) zur Berechnung der multimodalen Verkehrsqualität wird ein auf „Nutzwertpunkte“ gestützter Ansatz verwendet und (3) es wird ein multimodaler Leistungsindex (MLI) geschaffen, der aus den Indikatoren für die einzelnen Verkehrsmodi einen gewichteten Mittelwert berechnet. Die konkreten Instrumente zur Berechnung dieser Indikatoren werden im Folgenden vorgestellt.

Die Kalkulationstabellen, die für alle nachfolgend beschriebenen Berechnungen benötigt werden, sind unter folgendem Link verfügbar: www.h2020-flow.eu.

EIN HAUPT-PROBLEM

HERKÖMMLICHER VERFAHREN DER VERKEHRSANALYSE BESTEHT DARIN, DASS SIE DIE ERGEBNISSE FÜR EINZELNE VERKEHRSMODI NICHT ZU EINER SINNVOLLEN MULTIMODALEN QUALITÄTSBEWERTUNG KOMBINIEREN KÖNNEN.

3.2. VERWENDUNG DER MULTIMODALEN BERECHNUNGSVERFAHREN VON FLOW – ÜBERBLICK

Die multimodalen Berechnungsverfahren von FLOW sind dazu gedacht, die Auswirkungen von Verkehrsoptimierungsmaßnahmen auf das multimodale Verkehrssystem abzuschätzen. Sie eignen sich beispielsweise für Verkehrsplaner, die analysieren wollen, wie es sich auswirkt, wenn eine Straße um eine Fahrspur verengt wird, um Platz für einen neuen Radweg zu schaffen.

Das multimodale Verkehrsberechnungsverfahren von FLOW besteht aus den folgenden vier Schritten:

- 1) Analyseebene festlegen
- 2) Verbesserungspriorität festlegen
- 3) Leistungsindikatoren mit Hilfe der multimodalen Berechnungsverfahren von FLOW berechnen
- 4) Multimodalen Leistungsindex (MLI) mit Hilfe der multimodalen Berechnungsverfahren von FLOW berechnen

Diese Schritte werden nachfolgend kurz dargestellt.

Schritt 1 – Analyseebene festlegen

Die Analyseebene beschreibt die Verkehrsanlage, die im Rahmen der verkehrlichen Untersuchung analysiert wird. Davon hängt direkt ab, welche Art von Maßnahme durchgeführt wird. In den multimodalen Berechnungsverfahren von FLOW gibt es drei Hauptoptionen: Knotenpunkt, Abschnitt oder Achse. Wenn die Maßnahme einen Knotenpunkt betrifft, wird die Methodologie für Knotenpunkte verwendet und so weiter.

Schritt 2 – Verbesserungspriorität festlegen

Schritt 2 ist optional. In diesem Schritt wird ein Prioritätsfaktor (eine Gewichtung) in die Berechnungen eingeführt, mit dem eine bestimmte Art von verkehrlichen Verbesserungen im Berechnungsprozess besonders stark berücksichtigt wird. Wenn eine Stadt sich beispielsweise das Ziel gesetzt hat, den Anteil des Radverkehrs auf 10 % zu steigern, kann sie Verbesserungen für Radfahrer mit einem Prioritätsfaktor versehen.

Die Verwendung eines Prioritätsfaktors hat den Vorteil, dass alle Arten von Optimierungsmaßnahmen in einem transparenten Prozess bewertet werden können, der an die Bedingungen vor Ort angepasst werden kann. Die Einführung eines Prioritätsfaktors kann Situationen vermeiden, in denen eine Maßnahme für den Radverkehr und eine

DIE MULTIMODALEN BERECHNUNGSVERFAHREN VON FLOW

SIND DAZU GEDACHT, DIE AUSWIRKUNGEN VON VERKEHRSOPTIMIERUNGSMASSNAHMEN AUF DAS MULTIMODALE VERKEHRSSYSTEM ABZUSCHÄTZEN. SIE EIGNEN SICH BEISPIELSWEISE FÜR VERKEHRSPLANER, DIE ANALYSIEREN WOLLEN, WIE ES SICH AUSWIRKT, WENN EINE STRASSE UM EINE FAHRSPUR VERENGT WIRD, UM PLATZ FÜR EINEN NEUEN RADWEG ZU SCHAFFEN.

Maßnahme für den Kraftverkehr mit derselben Methodologie bewertet werden, das Projekt für den Kraftverkehr besser abschneidet und die Entscheidungsträger dennoch das Radverkehrsprojekt umsetzen, weil sich die Stadt zur Förderung des Radverkehrs verpflichtet hat. Beim Ansatz von FLOW mit festgelegten Prioritäten, wird die Radverkehrsmaßnahme nur dann umgesetzt, wenn sie mit dem Prioritätsfaktor einen besseren Wert erzielt als das Projekt für den Autoverkehr. Wenn der Prioritätsfaktor dazu nicht ausreicht, wird das Kraftverkehrsprojekt verwirklicht.

Jede Stadt kann selbst entscheiden, ob sie den Prioritätsfaktor nutzen möchte. Die multimodalen Berechnungsverfahren von FLOW können mit und ohne Faktor verwendet werden. Wenn Städte sich jedoch für die Verwendung eines Prioritätsfaktors entscheiden, sollte dieser in einem offenen und transparenten Verfahren bestimmt werden. Außerdem erschweren Prioritätsfaktoren den Vergleich mit Projekten in anderen Städten.

Schritt 3 – Leistungsindikatoren berechnen

In Schritt 3 werden die Leistungsindikatoren der einzelnen Verkehrsmodi berechnet, wobei immer derselbe Leistungsindikator gewählt wird (d. h. Verkehrsdichte, Zeitverlust oder Verkehrsqualität). Zur Berechnung des Leistungsindikators wird das entsprechende multimodale Berechnungsverfahren von FLOW verwendet.

Es gibt zwei Optionen zur Erhebung der Daten, die für die Abschätzung der Leistungsindikatoren benötigt werden: mit Hilfe eines Verkehrsmodells oder manuell. Eine Modellierung hat den Vorteil, dass Modelle abschätzen können, wie die Maßnahmen das Verkehrsaufkommen (Fahrzeuge, Fußgänger und Radfahrer) auf bestimmten Anlagen verändern wird (siehe Kapitel 2) und dass der gewünschte Leistungsindikator (z. B. Zeitverlust) in der Regel als direktes Modellergebnis verfügbar ist.

Wenn kein Modell zur Verfügung steht, gibt es manuelle Verfahren, bei denen die heutigen Bedingungen gemessen und zur Prognose künftiger Bedingungen genutzt werden. Diese Verfahren werden in Standardwerken der Verkehrsplanung beschrieben (z. B. im Bemessungshandbuch der FGSV oder im US-amerikanischen Highway Capacity Manual).

Die einzelnen Methoden, die im Rahmen von FLOW zur Berechnung der Leistungsindikatoren entwickelt wurden, werden in Abschnitt 3.4 beschrieben.

Schritt 4 – Multimodalen Leistungsindex (MLI) berechnen

In Schritt 4 werden die Leistungsindikatoren für Zeitverlust und Verkehrsqualität aus der Analyseebene (Knotenpunkt, Straßenabschnitt oder Achse) für alle Verkehrsmodi zu einem multimodalen Leistungsindex (MLI) aggregiert.

Mit Hilfe des MLI kann die Leistung eines Transportnetzes multimodal bewertet werden, indem man für eine ausgewählte Transportanlage den Zeitverlust oder die Verkehrsqualität berücksichtigt. Zur Berechnung des MLI werden Zeitverlust oder Qualitätsstufe der Verkehrsanlage in personenbezogene Zeitverluste oder Qualitätsstufen umgewandelt. Diese Umwandlung ist notwendig, weil sich die in Schritt 3 berechneten Indikatoren auf Fahrzeuge im Individualverkehr oder öffentlichen Nahverkehr beziehen. (Die in Schritt 3 berechneten Indikatoren für Fußgänger und Radfahrer beziehen sich bereits auf Personen).

Die einzelnen Methoden, die im Rahmen von FLOW zur Berechnung der MLI entwickelt wurden, werden in Abschnitt 3.4 beschrieben.

BEIM ANSATZ VON FLOW

MIT FESTGELEGTEN PRIORITÄTEN WIRD DIE RADVERKEHRSMASSNAHME NUR DANN UMGESETZT, WENN SIE MIT DEM PRIORITÄTSFAKTOR EINEN BESSEREN WERT ERZIELT ALS DAS PROJEKT FÜR DEN AUTOVERKEHR. WENN DER PRIORITÄTSFAKTOR DAZU NICHT AUSREICHT, WIRD DAS KRAFTVERKEHRSPROJEKT VERWIRKLICHT.

3.3. BEWERTUNGSKATEGORIE UND BERECHNUNG DER KENNZAHLEN

FLOW hat multimodale Berechnungsverfahren entwickelt, mit denen die folgenden fünf Kombinationen von Verkehrsanlage und Indikator bewertet werden können:

1. Zeitverlust an Knotenpunkten
2. Knotenpunkt - Verkehrsqualität (auf der Basis von Zeitverlust und Nutzwertpunkten)
3. Verkehrsdichte auf Straßenabschnitten
4. Straßenabschnitt - Verkehrsqualität (auf der Basis von Verkehrsdichte und Nutzwertpunkten)
5. Zeitverlust auf Verkehrsachsen

Für die Bewertung der Verkehrsqualität einer Verkehrsachse hat FLOW kein spezielles Instrument entwickelt. Stattdessen wird empfohlen, die Verkehrsqualität aller Verkehrsanlagen entlang der Achse grafisch darzustellen. Dieser Ansatz ermöglicht eine deskriptive Präsentation der Verkehrsbedingungen.

In den folgenden Abschnitten wird beschrieben, wie die multimodalen Berechnungsverfahren von FLOW für die einzelnen Kombinationen von Indikator und Verkehrsanlage funktionieren. Jeder Abschnitt beginnt mit der Berechnung des Leistungsindikators, an die sich die Berechnung des multimodalen Leistungsindex (MLI) anschließt.

Das Verfahren wird immer anhand eines Beispiels erläutert. Zunächst werden die Datenquellen und Berechnungen dargestellt, dann werden die Kalkulationstabellen erläutert, die einen Überblick über das Berechnungsverfahren bieten. Versionen des Instruments von FLOW zur multimodalen Verkehrsanalyse auf der Basis der in diesem Kapitel beschriebenen Kalkulationstabellen sind auf www.h2020-flow.eu verfügbar.

3.4. MULTIMODALES BERECHNUNGSVERFAHREN VON FLOW: ZEITVERLUST AN KNOTENPUNKTEN

Zeitverlust wird definiert als Differenz zwischen der tatsächlichen Reisezeit und der Mindestreisezeit (freier Verkehrsfluss).

Der Zeitverlustwert eines Knotenpunkts ist die Summe der Zeitverluste für alle Verkehrsmodi und alle Aktionen (z. B. Rechtsabbiegen, Überqueren und Linksabbiegen) auf sämtlichen Armen des Knotenpunkts. Das heißt, bei einer normalen Straßenkreuzung gibt es insgesamt 44 Zeitverlustwerte (11 für jeden Arm: 3 mögliche Aktionen für Autos, öffentliche Verkehrsmittel und Radfahrer, 2 mögliche Aktionen für Fußgänger - Personen, die den Knotenpunkt von beiden Seiten des jeweiligen Knotenarm überqueren).

Die Zeitverlustwerte für alle Verkehrsmodi und Aktionen können als Ergebnis eines mikroskopischen Verkehrsmodells ermittelt oder vor Ort mit Verfahren aus Standardwerken der Stadtplanung (z. B. Bemessungshandbuch der FGSV oder US-amerikanisches Highway Capacity Manual) gemessen werden.

Tabelle 3-1: Zeitverlust am Knotenpunkt

Zeitverlust am Knotenpunkt			Eingabe			Ergebnis der Zeitverlustberechnung	Ergebnis der Umwandlung	Ergebnis der Aggregation	
Verkehrsmodus und Aktion			Prioritätsfaktor	Fahrzeugbelegungsgrad (Pers/Fz)	Verkehrsstärke (Fz/h/Spur; Pers/h)	Mittlerer Zeitverlust pro Verkehrsmodus (s/Pers/Aktion)	Verkehrsstärke (Pers/h/Spur)	Mittlerer Verlust pro Arm (s/Pers)	Mittlerer Verlust pro Knotenpunkt (s/Pers)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Knotenarm 1	Auto	rechts	1	1,2	108	24	130	55	
		geradeaus			15	51	18		
		links			122	51	146		
	Bus	rechts	1	40	0	0	0		
		geradeaus			0	0	0		
		links			0	0	0		
	Fahrrad	rechts	1	1	28	24	28		
		geradeaus			242	51	242		
		links			34	51	34		
	Fußgänger	Übergang 1	3	1	512	58	512		
Übergang 2		178			58	178			
Knotenarm 2	Auto	rechts	1	1,2	138	45	166	47	
		geradeaus			45	33	54		
		links			52	44	62		
	Bus	rechts	1	40	0	0	0		
		geradeaus			6	33	240		
		links			0	0	0		
	Fahrrad	rechts	1	1	18	45	18		
		geradeaus			45	33	45		
		links			9	44	9		
	Fußgänger	Übergang 1	3	1	152	65	152		
Übergang 2		243			44	243			
Knotenarm 3	Auto	rechts	1	1,2	38	41	46	57	
		geradeaus			24	41	29		
		links			68	41	82		
	Bus	rechts	1	40	0	0	0		
		geradeaus			0	0	0		
		links			0	0	0		
	Fahrrad	rechts	1	1	4	41	4		
		geradeaus			84	41	84		
		links			13	41	13		
	Fußgänger	Übergang 1	3	1	170	58	170		
Übergang 2		768			58	768			
Knotenarm 4	Auto	rechts	1	1,2	65	13	78	39	
		geradeaus			24	13	29		
		links			71	24	85		
	Bus	rechts	1	40	0	0	0		
		geradeaus			6	13	240		
		links			0	0	0		
	Fahrrad	rechts	1	1	12	13	12		
		geradeaus			87	13	87		
		links			43	24	43		
	Fußgänger	Übergang 1	3	1	186	44	186		
Übergang 2		134			65	134			

Detaillierte Beschreibung der Spalten

- 4** Prioritätsfaktor
In diesem Beispiel haben Fußgänger eine höhere Priorität (3) als alle anderen Verkehrsmodi (1).
- 5** Fahrzeugbelegungsgrad
Es können Standardwerte oder eigene, am Knotenpunkt ermittelte Werte verwendet werden (dies ist besonders für den ÖV wichtig, bei dem die Belegung sich von Stadt zu Stadt und Strecke zu Strecke wesentlich unterscheidet).
- 6** Verkehrsstärke für alle Verkehrsmodi und Aktionen an einem Arm
Hier sollte der „maßgebliche“ Wert gewählt werden, d. h. wenn es mehrere Spuren gibt, der Wert der Spur mit der höheren Verkehrsstärke. Die Werte können mit einem mikroskopischen Modell ermittelt oder gemessen und manuell berechnet werden.
- 7** Mittlerer Zeitverlust für alle Verkehrsmodi, Aktionen und Arme
Dieser Wert ist das direkte Ergebnis eines mikroskopischen Verkehrsmodells. Es gibt aber auch manuelle Berechnungsverfahren.
- 8** Verkehrsstärke pro Arm
Dieser Wert ergibt sich, wenn man die Verkehrsstärke von fahrzeugbezogenen Werten auf personenbezogene Werte umwandelt. Anzahl der Fahrzeuge (Spalte 6) x Fahrzeugbelegungsgrad (Spalte 5) = Verkehrsstärke in Personen. Auch bei dieser Berechnung wird der Prioritätsfaktor (Spalte 4) verwendet. In diesem Fall:
Arm 1 rechtsabbiegende Autos: 108 Fahrzeuge/h x 1,2 Personen/Fahrzeug x 1 (Priorität) = 130 Personen/h
Arm 1 Fußg.: 512 Fußgänger/h x 1 Person/Fußg. x 3 (Priorität) = 1536 Personen/h
- 9** Mittlerer Zeitverlust für alle Verkehrsmodi und Aktionen an jedem Arm
Dieser Wert wird in zwei Schritten berechnet.
Schritt 1 Gesamtverlust für alle Aktionen und Verkehrsmodi für einen Arm berechnen (mit Prioritätsfaktoren). In diesem Fall: Arm 1 rechtsabbiegende Autos: 130 Personen/h x 24 s/Person x 1 = 3120 s
Arm 1 Fußg.: 512 Fußg./h x 58 s/Person x 3 = 89.088 s
Schritt 2 Alle 11 Verluste addieren (berechnet mit Prioritätsfaktor pro Aktion, Verkehrsmodus und Arm) und diesen Wert durch die Anzahl der Personen teilen (mit Prioritätsfaktor berechnet). In diesem Fall: Arm 1: 146.292 s Verlust ÷ 2668 Personen = 54,83 s/Person
- 10** Mittlerer Zeitverlust für den gesamten Knotenpunkt.
Dieser Wert wird in drei Schritten berechnet:
Schritt 1 Zeitverluste für alle Aktionen, Verkehrsmodi und Ansätze, die in Schritt 1 für Spalte 9 berechnet wurden, summieren. Zum Beispiel:
Arm 1: 146.292 s Verlust
Arm 2: 84.307 s Verlust
Arm 3: 173.790 s Verlust
Arm 4: 59.552 s Verlust
Summe für alle Arme: 463.941 s Verlust
Schritt 2 Verkehrsstärke aller Verkehrsmodi, Aktionen und Ansätze aus Spalte 8 summieren, dies ergibt die Gesamtverkehrsstärke des Knotenpunkts. (Die Werte sind in Personen ausgedrückt und wurden unter Berücksichtigung der von der Stadt festgelegten Prioritätsfaktoren berechnet).
Schritt 3 Um den Gesamtverlust am Knotenpunkt zu berechnen, den in Schritt 1 berechneten Gesamtverlust durch die in Schritt 2 berechnete Gesamtverkehrsstärke teilen. Zum Beispiel:
Gesamtverlust an allen Armen: 463.941 s Verlust
Gesamtverkehrsstärke aller Arme: 9053 Personen
Gesamtverlust am Knotenpunkt: 51,24 s Zeitverlust pro Nutzer

3.5. MULTIMODALES BERECHNUNGSVERFAHREN VON FLOW: VERKEHRSQUALITÄT AN KNOTENPUNKTEN

Das multimodale Berechnungsverfahren von FLOW berechnet die Verkehrsqualität von Knotenpunkten auf der Grundlage der Zeitverlustwerte.

Daher muss in einem ersten Schritt der Zeitverlust am Knotenpunkt ermittelt werden. Dazu wird das im obigen Abschnitt 3.4 beschriebene Verfahren verwendet.

Dann wird den nach Abschnitt 3.4 (oben) berechneten Zahlenwerten mit Hilfe einer Tabelle eine Qualitätsstufe zugewiesen. Tabelle 3-2 zeigt die Qualitätsstufen von Knotenpunkten aus dem Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (FGSV 2015).

Tabelle 3-2: Qualitätsstufen für Knotenpunkte mit Signalanlagen (Quelle: FGSV 2015).

Qualitätsstufe	Auto	Öffentliches Verkehrsmittel	Fahrrad	Fußgänger
	mittlerer Zeitverlust (s/Fahrzeug)	mittlerer Zeitverlust (s/Fahrzeug)	max. Zeitverlust (s/Fahrrad)	max. Zeitverlust (s/Fußgänger)
A	≤20	≤5	≤30	≤30
B	≤35	≤15	≤40	≤40
C	≤50	≤25	≤55	≤55
D	≤70	≤40	≤70	≤70
E	>70	≤60	≤85	≤85
F		>60	>85	>85

Die folgende Tabelle beschreibt die Berechnung von Verkehrsqualität und multimodaler Leistung (MLI) einer normalen Straßenkreuzung. Der Einfachheit halber werden in diesem Beispiel zur Berechnung des Zeitverlusts am Knotenpunkt dieselben Beispielswerte verwendet wie oben (Seite 35).

Tabelle 3-3: Verkehrsqualität an einem Knotenpunkt

Verkehrsqualität des Knotenpunkts			Eingabe				Ergebnis der Qualitätsberechnung	Ergebnis der Umwandlung		Ergebnis der Aggregation	
Verkehrsmodus und Aktion			Prioritätsfaktor	Fahrzeugbelegungsgrad (Pers/Fz)	Verkehrsstärke (Fz/h/Spur; Pers/h)	Mittlerer Zeitverlust pro Verkehrsmodus (s/Pers/Aktion)	Qualitätsstufe	Nutzwertpunkte	Verkehrsstärke (Pers/h)	Mittlerer Nutzwert	Mittlere Qualitätsstufe
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Knotenarm 1	Auto	rechts	1	1,2	108	24	B	90	130	59	D
		geradeaus			15	51	D	50	18		
		links			122	51	D	50	146		
	Bus	rechts	1	40	0	0					
		geradeaus			0	0					
		links			0	0					
	Fahrrad	rechts	1	1	28	24	A	110	28		
		geradeaus			242	51	C	70	242		
		links			34	51	C	70	34		
	Fußgänger	Übergang 1	3	1	512	58	D	50	512		
Übergang 2		178			58	D	50	178			
Knotenarm 2	Auto	rechts	1	1,2	138	45	C	70	166		
		geradeaus			45	33	B	90	54		
		links			52	44	C	70	62		
	Bus	rechts	1	40	0	0					
		geradeaus			6	33	D	50	240		
		links			0	0					
	Fahrrad	rechts	1	1	18	45	C	70	18		
		geradeaus			45	33	B	90	45		
		links			9	44	C	70	9		
	Fußgänger	Übergang 1	3	1	152	65	D	50	152		
Übergang 2		243			44	C	70	243			
Knotenarm 3	Auto	rechts	1	1,2	38	41	C	70	46		
		geradeaus			24	41	C	70	29		
		links			68	41	C	70	82		
	Bus	rechts	1	40	0	0					
		geradeaus			0	0					
		links			0	0					
	Fahrrad	rechts	1	1	4	41	C	70	4		
		geradeaus			84	41	C	70	84		
		links			13	41	C	70	13		
	Fußgänger	Übergang 1	3	1	170	58	D	50	170		
Übergang 2		768			58	D	50	768			
Knotenarm 4	Auto	rechts	1	1,2	65	13	A	110	78		
		geradeaus			24	13	A	110	29		
		links			71	24	B	90	85		
	Bus	rechts	1	40	0	0					
		geradeaus			6	13	B	90	240		
		links			0	0					
	Fahrrad	rechts	1	1	12	13	A	110	12		
		geradeaus			87	13	A	110	87		
		links			43	24	A	110	43		
	Fußgänger	Übergang 1	3	1	186	44	C	70	186		
Übergang 2		134			65	D	50	134			

Detaillierte Beschreibung der Spalten

4. Prioritätsfaktor für jeden Verkehrsmodus
In diesem Beispiel haben Fußgänger die höchste Priorität.
5. Fahrzeugbelegungsgrad in Personen pro Fahrzeug
Es können Standardwerte oder eigene, am Knotenpunkt ermittelte Werte verwendet werden (dies ist besonders für den ÖV wichtig, bei dem die Belegung sich von Stadt zu Stadt und Strecke zu Strecke wesentlich unterscheidet).
6. Maßgebliche Verkehrsstärke für alle Verkehrsmodi und Aktionen an einem Arm
Bei der Verkehrsstärke für alle Verkehrsmodi und Aktionen an einem Arm sollte der „maßgebliche“ Wert gewählt werden, d. h. wenn es mehr als eine Spur gibt, der Wert der Spur mit der größeren Verkehrsstärke. Die Werte können mit einem mikroskopischen Modell ermittelt oder gemessen und manuell berechnet werden.
7. Mittlerer Zeitverlust für alle Verkehrsmodi, Aktionen und Arme
8. Verkehrsqualität für alle Verkehrsmodi, Aktionen und Arme
Zur Ermittlung der Qualitätsstufe wird der jeweilige Verlustwert (pro Verkehrsmodus, Aktion und Arm) mit den Werten in der Tabelle mit den normierten Qualitätsstufen verglichen (Seite 36).
9. Nutzwertpunkte zur Verkehrsqualität
Nutzwertpunkte dienen als einheitliche Basis für den Vergleich der Verkehrsqualität unterschiedlicher Verkehrsmodi (siehe: Multimodales Analyseverfahren für die Leistung von städtischen Straßenverkehrsnetzen von FLOW, Kapitel 3.3.3). Nutzwertpunkte sind ganz einfach numerische Werte für die einzelnen Qualitätsstufen. Diese Werte sind in der Tabelle der Nutzwertpunkte pro Qualitätsstufe auf Seite 41 angegeben. Die hier angegebenen Nutzwertpunkte basieren auf der Verkehrsqualität (Spalte 7). Zum Beispiel: Arm 1 – Auto – Rechtsabbiegen: Stufe B = 90 Nutzwertpunkte
10. An den Fahrzeugbelegungsgrad angepasste Verkehrsstärke
Für diesen Wert werden die Spalten 5 und 6 miteinander multipliziert. Zum Beispiel: Arm 1 – Auto – Rechtsabbiegen: 108 Fahrzeuge/h x 1,2 Personen/Fahrzeug = 130 Personen/h
11. Mittlerer Nutzwert eines Knotenpunkts
Dieser Wert drückt die Gesamtverkehrsqualität eines Knotenpunkts für alle Verkehrsmodi aus. Er wird in 3 Schritten berechnet:
Schritt 1) Die Nutzwertpunkte für alle Verkehrsmodi, Aktionen und Arme multiplizieren. Zum Beispiel:
Arm 1 – Auto – Rechtsabbiegen: 90 Nutzwertpunkte/Person x 130 Personen/h (angepasst an den Belegungsgrad in Spalte 9) x 1 (Prioritätsfaktor Auto) = 11.700 Nutzwertpunkte
Dieser Schritt wird für alle 44 möglichen Aktionen am Knotenpunkt wiederholt.
Schritt 2) Alle angepassten Nutzwertpunkte für alle Verkehrsmodi, Aktionen und Arme multiplizieren (angepasst an Belegungsgrad und Priorität)
Arm 1 – Fußgänger 1: 512 Fußg./h (Spalte 6) x 3 (Priorität Fußg.) = 1536 Personen
Dieser Schritt wird für alle 44 möglichen Aktionen am Knotenpunkt wiederholt.
Schritt 3a) Die 44 Nutzwertpunkte (aus Schritt 1) für alle Verkehrsmodi, Aktionen und Arme addieren
Schritt 3b) Die angepasste Verkehrsstärke (aus Schritt 2) für alle Verkehrsmodi, Aktionen und Arme addieren
Schritt 3c) Der mittlere Nutzwert entspricht der Gesamtsumme der Nutzwertpunkte (Schritt 3a) geteilt durch die angepasste Gesamtverkehrsstärke des Knotenpunkts (Schritt 3b)
Summe der Nutzwertpunkte für alle Arme des Knotenpunkts: 463.941
Gesamtverkehrsstärke aller Arme: 9053
Mittlere Nutzwertpunkte des Knotenpunkts: 58,87
12. Qualitätsstufe des Knotenpunkts
Anhand der mittleren Nutzwertpunkte für den Knotenpunkt (Spalte 10) kann die Verkehrsqualität des Knotenpunkts ermittelt werden. Dazu vergleicht man die Punktzahl mit den Werten in der Tabelle der „Qualitätsstufen für Knotenpunkte mit Signalanlagen“ auf Seite 36. In diesem Beispiel entspricht der Nutzwert des Knotenpunkts von 58,87 der Qualitätsstufe D.

3.6. MULTIMODALES BERECHNUNGSVERFAHREN VON FLOW: VERKEHRSDICHTE AUF STRASSENABSCHNITTEN

Die Verkehrsdichte ist definiert als Anzahl der Fahrzeuge (Autos, öffentliche Verkehrsmittel oder Fahrräder) oder Personen auf einer gegebenen Fläche. Bei Fahrzeugen wird die Dichte in der Regel für einen Kilometer Fahrspur gemessen (z. B. 850 Fahrzeuge pro Kilometer Fahrspur). Bei Fußgängern wird sie meist per Flächeneinheit definiert (z. B. 2 Personen pro Quadratmeter).

Sowohl im deutschen als auch im US-amerikanischen Handbuch wird empfohlen, die Verkehrsdichte als Indikator für die Leistung eines Verkehrsnetzwerks zu verwenden (FGSV 2015, TRB 2010).

Tabelle 3-5: Verkehrsdichte auf Straßenabschnitten

Verkehrsdichte auf dem Straßenabschnitt	Eingabe			Ergebnis der Verkehrsdichteberechnung
	1	2	3	
Modus	Prioritätsfaktor	Verkehrsstärke	Mittlere Geschwindigkeit	Verkehrsdichte
Auto	1	125	23	5
Fahrrad	1	200	12	17
Fußgänger	2	1850	4	880

Detaillierte Beschreibung der Spalten

2. **Prioritätsfaktor für jeden Verkehrsmodus**
In diesem Beispiel haben Fußgänger die höchste Priorität.
3. **Verkehrsstärke in der für den jeweiligen Modus relevanten Einheit**
Fahrzeuge/h/Spur für Autos und Radfahrer; Fußgänger pro Stunde
4. **Mittlere Reisegeschwindigkeit für jeden Modus**
Diese Werte werden entweder vor Ort gemessen oder in einem Modell berechnet. Es wird eine Gehgeschwindigkeit von 4 km/h angenommen.
5. **Ergebnis der Verkehrsdichteberechnung**
Die Verkehrsdichte ist die Verkehrsstärke geteilt durch die mittlere Geschwindigkeit.
Zur Berechnung der Fußgängerdichte wird die Verkehrsstärke mit dem Prioritätsfaktor multipliziert; Ergebnis ist die angepasste Verkehrsstärke. Um die Verkehrsdichte zu ermitteln, wird die angepasste Verkehrsstärke durch die Gehwegbreite dividiert. In diesem Fall:
Fußgängerdichte: $1850 \text{ Fußg./h} \times 2 \text{ (Prioritätsfaktor)} \div 1,05 \text{m effektive Breite} \div 4 \text{ km/h} = 880 \text{ Personen/m effektive Breite/km}$

3.7. MULTIMODALES BERECHNUNGSVERFAHREN VON FLOW: VERKEHRSQUALITÄT AUF STRASSENABSCHNITTEN

Die Qualitätsstufe eines Straßenabschnitts wird auf der Grundlage unterschiedlicher Variablen berechnet, die vom Verkehrsmodus abhängen. Konkret sind dies:

1. Autos: Fahrzeugdichte (z. B. Anzahl der Autos auf einem Kilometer einer Fahrspur).
2. Öffentlicher Nahverkehr: Geschwindigkeitsindex für öffentliche Verkehrsmittel. Dieser vergleicht die Geschwindigkeit von Autos mit der öffentlicher Verkehrsmittel (wenn z. B. öffentliche Verkehrsmittel mit 20 km/h fahren und Privatfahrzeuge mit 30 km/h, beträgt der Geschwindigkeitsindex 0,66 (d. h. 20 km/h / 30 km/h). Weitere Informationen sind Kapitel 7 des Handbuchs für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen zu entnehmen (FGSV 2015).
3. Fahrräder: Störungsgrad. Dieser wird durch die Anzahl der Störungen berechnet, denen Radfahrer auf einem Kilometer ausgesetzt sind. Grundlage hierfür sind die Breite der Radverkehrsanlage und die Anzahl der Begegnungen. Weitere Informationen sind Kapitel 8 des Handbuchs für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen zu entnehmen (FGSV 2015).
4. Fußgänger: Fußgängerdichte (z. B. Anzahl der Personen pro Quadratmeter Gehweg).

Den jeweiligen Variablen für die einzelnen Verkehrsmodi wird mit Hilfe einer Tabelle eine Qualitätsstufe zugewiesen. Tabelle 3-6 zeigt die Qualitätsstufentabelle aus dem Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (FGSV 2015).

Tabelle 3-6: Qualitätsstufen für Straßenabschnitte (Quelle: FGSV 2015).

Qualitätsstufe	Auto	Öffentliches Verkehrsmittel	Fahrrad	Fußgänger
	Verkehrsdichte (Fz/km)	ÖV Geschwindigkeitsindex (-)	Störungsgrad für Fahrräder Richtungsverkehr (Störung/Rad/km)	Fußgänger Verkehrsdichte (Personen/m ²)
A	≤7	≥0,95	<1	≤0,10
B	≤14	≥0,90	<3	≤0,25
C	≤23	≥0,80	<5	≤0,60
D	≤34	≥0,65	<10	≤1,30
E	≤45	≥0,50	>10	≤1,90
F	>45	<0,50	-	>1,90

Detaillierte Beschreibung der Spalten

- 4 Verkehrsstärke für jeden Modus
Dieser Werte werden durch Messungen vor Ort oder mit einem Modell ermittelt. Indikator der Verkehrsqualität für alle Modi
- 5 Der Indikator für Autos und Fußgänger ist die Verkehrsdichte. Dieser Wert kann entweder mit einem Verkehrsmodell oder mit dem in Abschnitt 3.6 (auf Seite 38) beschriebenen Verfahren berechnet werden. Der Indikator für Fahrräder ist der Störungsgrad (SG) (zur Berechnung siehe Kapitel 8 des Handbuchs für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen). Der Indikator für den ÖV ist der Geschwindigkeitsindex (zur Berechnung siehe Kapitel 7 des Handbuchs für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen).
- 6 Verkehrsqualität für alle Verkehrsmodi, die den Straßenabschnitt nutzen
Zur Ermittlung dieser Werte wird der Wert des Qualitätsindikators für die einzelnen Modi mit den Werten in der Tabelle „Qualitätsstufen für Straßenabschnitte“ auf Seite 39 verglichen. In diesem Beispiel: Auto: 19 Fahrzeuge/h = Stufe C
Fahrrad: Störungsgrad: 4 = Stufe C
Fußgänger: 0,26 Personen/m² = Stufe C
- 7 Nutzwertpunkte für alle Verkehrsmodi, die den Straßenabschnitt nutzen
Nutzwertpunkte dienen als einheitliche Basis für den Vergleich der Verkehrsqualität unterschiedlicher Verkehrsmodi. Nutzwertpunkte sind ganz einfach numerische Werte für die einzelnen Qualitätsstufen. Zur Ermittlung dieser Werte wird die Qualitätsstufe in Spalte 6 mit der Tabelle „Nutzwertpunkte pro Qualitätsstufe“ auf Seite 41 verglichen. In diesem Beispiel, Autoqualitätsstufe C (nach Verkehrsstärke) = 70 Nutzwertpunkte
- 8 An den Fahrzeugbelegungsgrad angepasste Verkehrsstärke
Für diesen Wert werden die Spalten 3 und 4 miteinander multipliziert. Beispiel Auto: 1710 Fahrzeuge/h x 1,2 Personen/Fahrzeug = 2052 Personen/h
- 9 Mittlere Nutzwertpunkte für den Straßenabschnitt
Dieser Wert drückt die multimodale Qualitätsstufe des Straßenabschnitts aus. Er wird in drei Schritten berechnet.
Schritt 1 Es wird der Gesamtwert aller Nutzwertpunkte für alle Modi auf dem Straßenabschnitt berechnet. Dazu werden die Nutzwertpunkte für die einzelnen Modi mit der Verkehrsstärke (angepasst an den Belegungsgrad, Spalte 8) und dem Prioritätsfaktor (in diesem Fall 1 für alle Modi) multipliziert. Hier:
Auto: 2052 Personen/h x 70 Punkte/Person x 1 = 143.640 Punkte
Fahrrad: 20 Personen/h x 70 Punkte/Person x 1 = 1800 Punkte
Fußgänger: 1300 Personen/h x 70 Punkte/Person x 1 = 91.000 Punkte
Zur Berechnung der Gesamtpunktzahl des Straßenabschnitts werden diese drei Werte addiert:
143.640 + 1800 + 91.000 = 236.440 Nutzwertpunkte für den Straßenabschnitt
Schritt 2 Zur Berechnung der an die Priorität angepassten Verkehrsstärke wird der Wert der Verkehrsstärke für alle Modi auf dem Straßenabschnitt mit dem jeweiligen Prioritätsfaktor multipliziert. In diesem Fall:
Auto: 2052 Personen/h x 1 = 2052
Fahrrad: 20 Personen/h x 1 = 20
Fußgänger: 1300 Personen/h x 1 = 1300
Zur Berechnung der an die Priorität angepassten Gesamtverkehrsstärke des Straßenabschnitts werden diese drei Werte addiert:
2052 + 20 + 1300 = 3372 Personen/h
Schritt 3 Zur Berechnung des mittleren (multimodalen) Nutzwerts des Straßenabschnitts wird die Nutzwertgesamtpunktzahl durch die an die Priorität angepasste Gesamtverkehrsstärke geteilt. Hier:
236.440 Nutzwertpunkte des Straßenabschnitts ÷ 3372 Personen/h = 70,12 Nutzwertpunkte
- 10 Gesamtverkehrsqualität des Straßenabschnitts
Die mittleren Nutzwertpunkte des Straßenabschnitts (Spalte 9) können direkt zur Abschätzung der multimodalen Qualitätsstufe des Straßenabschnitts verwendet werden. Dazu werden sie mit den Werten in der Tabelle „Nutzwertpunkte pro Qualitätsstufe“ auf Seite 41 verglichen. In diesem Beispiel funktioniert der Straßenabschnitt auf der Qualitätsstufe C.

Tabelle 3-7: Verkehrsqualität von Straßenabschnitten

1	Eingabe			5	6	7	8	MLI	
	2	3	4					9	10
Verkehrsmodus	Prioritätsfaktor (-)	Fahrzeugbelegungsgrad (Pers/Fz)	Verkehrsstärke (Fz/h, Fußg./h)	Verkehrsdichte Stör.-grad Fußgängerdichte	Qualitätsstufe	Nutzwertpunkte (NP) (-)	Verkehrsstärke (Pers/h)	mittlerer Nutzwert (-)	mittlere Qualitätsstufe
Auto	1	1,2	1710	19	C	70	2052	70	C
Fahrrad	1	1	20	4	C	70	20		
Fußgänger	1	1	1300	0,26	C	70	1300		

3.8. MULTIMODALES BERECHNUNGSVERFAHREN VON FLOW: ZEITVERLUST AUF VERKEHRSACHSEN

Zeitverlust wird definiert als Differenz zwischen der tatsächlichen Reisezeit und der Mindestreisezeit (freier Verkehrsfluss).

Der Zeitverlustwert einer Achse ist die Summe der Zeitverluste aller Nutzer in allen Verkehrsmodi, die auf dieser Achse unterwegs sind.

Die Werte für Verkehrsstärke und Zeitverlust für alle Verkehrsmodi können als Ergebnis eines mikroskopischen oder makroskopischen Verkehrsmodells ermittelt werden. Alternativ können die Werte durch Messungen vor Ort mit den in den Standardwerken der Verkehrsplanung beschriebenen Verfahren erhoben werden.

Tabelle 3-8: Zeitverlust auf Verkehrsachsen

1	Eingabe			Ergebnis der Zeitverlustberechnung			8	9
	2	3	4	5	6	7		
Verkehrsmodus	Prioritätsfaktor	Fahrzeugbelegungsgrad (Pers/Fz)	maßgebliche Verkehrsstärke (Fz/h, Fußg/h)	tatsächliche Reisezeit (s/Pers/Spur, s/Pers)	Mindestreisezeit (s/Pers/Spur, s/Pers)	mittlerer Zeitverlust pro Verkehrsmodus (s/Pers/Spur)	Verkehrsstärke (Pers/h)	mittlerer Zeitverlust (s/Pers)
Auto	1	1,2	2000	545	217	328	2400	85
öffentliches Verkehrsmittel	1	-	11.000	639	603	36	11.000	
Fahrrad	1	1	300	850	723	127	300	
Fußgänger	1	1	1500			45	1500	

Detaillierte Beschreibung der Spalten

- 5 Tatsächliche Reisezeit durchschnittlicher Nutzer der einzelnen Modi auf der Verkehrsachse
Dieser Wert kann durch ein Verkehrsmodell oder durch Berechnungen vor Ort ermittelt werden.
- 7 Mittlerer Zeitverlust für jeden Modus auf der Achse
Zur Berechnung dieses Werts wird die Mindestreisezeit (Spalte 6) von der tatsächlichen Reisezeit (Spalte 5) abgezogen. Hier:
Mittlerer Verlust: Fahrrad: 850 s - 723 s = 127 s
- 8 An den Fahrzeugbelegungsgrad angepasste Verkehrsstärke
Für diesen Wert werden die Spalten 3 und 4 miteinander multipliziert:
Auto: 2000 Fahrzeuge/h x 1,2 Personen/Fahrzeug = 2400 Personen/h
- 9 Mittlerer Zeitverlust für alle Modi auf der Achse
Dieser Wert wird in drei Schritten berechnet:
Schritt 1) Um den Gesamtzeitverlust aller Modi auf der Achse zu berechnen, wird die Verkehrsstärke für die einzelnen Modi (angepasst an den Belegungsgrad, siehe Spalte 8) durch den mittleren Zeitverlust für diesen Modus und den Prioritätsfaktor (hier 1 für alle Modi) multipliziert. In diesem Fall,
Auto: 2400 Personen/h x 328 s/Person x 1 = 787.200 s/h
ÖV: 11.000 Personen/h x 36 s/Person x 1 = 396.000 s/h
Fahrrad: 300 Personen/h x 127 s/Person x 1 = 38.100 s/h
Fußgänger: 1500 Personen/h x 45 s/Person x 1 = 67.500 s/h
Der Gesamtzeitverlust auf der Achse ist die Summe dieser vier Werte:
787.200 + 396.000 + 38.100 + 67.500 = 1.288.800 s/h
Schritt 2) Zur Berechnung der an die Priorität angepassten Verkehrsstärke wird die angepasste Gesamtverkehrsstärke der Modi auf dem Straßenabschnitt mit dem jeweiligen Prioritätsfaktor multipliziert. In diesem Fall:
Auto: 2400 Personen/h x 1 = 2400
ÖV: 11.000 Personen/h x 1 = 11.000
Fahrrad: 300 Personen/h x 1 = 300
Fußgänger: 1500 Personen/h x 1 = 1500
Die Summe dieser Werte ist die an die Priorität angepasste Gesamtverkehrsstärke.
2400 + 11.000 + 300 + 1500 = 15.200 Personen/h
Schritt 3) Zur Berechnung des mittleren Zeitverlusts aller Modi auf der Achse wird der Gesamtzeitverlust durch die angepasste Gesamtverkehrsstärke geteilt. In diesem Fall,
Gesamtzeitverlust auf der Achse: 1.288.800 s/h ÷ 15.200 Personen/h = 84,8 s/Person

3.9. DIE MULTIMODALEN BERECHNUNGSVERFAHREN VON FLOW

In den Abschnitten 3.4 bis 3.8 wurde beschrieben, wie die multimodalen Berechnungsverfahren von FLOW anzuwenden sind. Die Berechnungen und Methodologien, mit denen die Verfahren entwickelt wurden, werden detailliert in der Publikation **Multimodales Analyseverfahren für die Leistung von städtischen Straßenverkehrsnetzen von FLOW** erläutert (verfügbar unter www.h2020-flow.eu/resources/publications).

Das nächste Kapitel enthält eine Einführung zum zweiten wichtigen Instrument, das im Rahmen des Projekts entwickelt wurde, dem Instrument zur Folgenabschätzung von FLOW.

Bezugswerttabelle

Tabelle 3-4: Nutzwertpunkte pro Qualitätsstufe

Qualitätsstufe	Nutzwertpunkte
A	110
B	90
C	70
D	50
E	30
F	10



4

Instrument zur Folgenabschätzung von FLOW

In diesem Kapitel wird die Verwendung des Instruments zur Folgenabschätzung von FLOW beschrieben. Ausführliche Informationen über das Instrument und seine Entwicklung siehe: Leitlinien zum Instrument zur Folgenabschätzung. Das Instrument basiert auf Kalkulationstabellen und ist unter folgendem Link verfügbar: www.h2020-flow.eu/resources/publications/.



4.1. EINLEITUNG

Das Instrument zur Folgenabschätzung von FLOW ist ein ganzheitliches Verfahren zur Bewertung von Verkehrsprojekten. Es soll Entscheidungsträgern zusätzliche Informationen über die Auswirkungen und Vorteile von Verkehrsoptimierungsmaßnahmen bereitstellen, die über das Ergebnis einer auf eine einzelne Verkehrsanlage bezogene multimodale Verkehrsanalyse (d. h. der in Kapitel 3 beschriebenen Verfahren) hinausgehen.

Außer der anlagenbezogenen Verkehrsanalyse berücksichtigt das Folgenabschätzungsinstrument auch die verkehrlichen, ökologischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Folgen eines Projekts. Das Instrument erkennt an, dass bei Entscheidungen über eine Verbesserung des Verkehrssystems nicht nur rein verkehrliche Faktoren maßgeblich sind.

Die Abschnitte 4.1 bis 4.4 enthalten einen allgemeinen Überblick zur Kalkulationstabelle für das Folgenabschätzungsinstrument von FLOW und zu dessen Entwicklung. Die Verfahren und Methodologien, mit denen das Instrument entwickelt wurde, werden detailliert in der Publikation Leitlinien zum Instrument zur Folgenabschätzung von FLOW erläutert.

Es wird empfohlen, das (in diesem Kapitel beschriebene) Folgenabschätzungsinstrument und die multimodalen Berechnungsverfahren von FLOW (Kapitel 3) gemeinsam zu nutzen, um die Nutzen und Kosten von Verkehrsoptimierungsprojekten und insbesondere den Beitrag von Projekten für den Fuß- und Radverkehr zur Reduzierung von Staus besser abschätzen zu können.

Zur Entwicklung des Instrumentes wurden zunächst herkömmliche Verfahren der verkehrlichen Untersuchung in den FLOW-Partnerstädten sowie die einschlägige Fachliteratur studiert. Auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse wurde ein auf Kalkulationstabellen beruhendes Verfahren zur Analyse von Verkehrsprojekten entwickelt.

Die Kalkulationstabelle des Folgenabschätzungsinstruments bewertet die Verbesserung von Verkehrssystemen, indem es Daten „vor“ Umsetzung der Optimierungsmaßnahme (ex-ante) mit Daten „nach“ Abschluss des Projekts (ex-post) vergleicht. Einfach gesagt:

$$\begin{array}{r}
 \text{Daten mit der geplanten Verbesserung (d. h. danach)} \\
 - \quad \text{Daten ohne die geplante Verbesserung (d. h. davor)} \\
 \hline
 = \quad \text{Folgen der Verkehrsoptimierung}
 \end{array}$$

Der Benutzer gibt die Daten vor und nach der Maßnahme, die einem Verkehrsmodell und/oder anderen Quellen entnommen werden (z. B. Verkehrszählungen, Analyseergebnisse usw.) in die Kalkulationstabelle ein. Die Tabelle berechnet dann die Folgen der geplanten Veränderung am Verkehrssystem (z. B. neuer Fahrstreifen für Radfahrer).

Dabei ist zu beachten, dass der Wert der Auswirkung positiv oder negativ ausfallen kann und dass, abhängig vom Indikator, ein negativer Wert womöglich besser ist als ein positiver Wert. Wenn zum Beispiel die Emissionen in Tonnen CO² nach dem Projekt niedriger sind als vorher, ist die Folge des Projekts eine negative Zahl, aber ein positives Ergebnis (es wird weniger CO² erzeugt).

Zur Berechnung der verkehrlichen Folgen verwendet die Kalkulationstabelle Faktoren auf der Grundlage von länderspezifischen und EU-weiten Standardwerten. Der Nutzer kann einige dieser Werte verändern, um das Instrument an konkrete Bedingungen vor Ort anzupassen. Detaillierte Informationen über die in der Tabelle verwendeten Berechnungsverfahren (d. h. Formeln), Standardwerte und Faktoren entnehmen Sie bitte den Leitlinien zum Instrument zur Folgenabschätzung von FLOW.

DAS INSTRUMENT

ZUR FOLGENABSCHÄTZUNG VON FLOW ERKENNT AN, DASS BEI ENTSCHEIDUNGEN ÜBER EINE VERBESSERUNG DES VERKEHRSSYSTEMS NICHT NUR REIN VERKEHRSLICHE FAKTOREN MASSGEBLICH SIND.

Bitte beachten Sie, dass der Benutzer sowohl die Daten „mit“ als auch „ohne“ eingeben muss, damit das Instrument die Folgen der Verkehrsoptimierungsmaßnahmen berechnen kann.

4.2. ZIELSYSTEM UND INDIKATOREN

Das Folgenabschätzungsinstrument von FLOW berücksichtigt die verkehrlichen, ökologischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Folgen von Maßnahmen zur Verbesserung des Verkehrssystems. Das Instrument bewertet die konkreten Auswirkungen mit Hilfe so genannter „Zielsysteme“ und auf der Grundlage von Indikatoren, d. h. von Daten zur Bewertung dieser Ziele. Die Zielsysteme und Indikatoren sind in Tabelle 4-1 dargestellt. Der Abschnitt 4.4 enthält eine Erläuterung zu den einzelnen Indikatoren.

Tabelle 4-1: Zielsysteme und Indikatoren des Folgenabschätzungsinstruments von FLOW

Zielsystem	Inhalt	Indikator	Einheit
Verkehrsleistung	Bezogen auf die Reisezeit	Gesamtreisezeit	Euro / Jahr
Staatliche Finanzierung	Kosten der neuen Infrastruktur	Investitionskosten	Euro / Jahr (Annuität)
		Betriebs- und Instandhaltungskosten	Euro / Jahr
Umwelt	Treibhausgasemissionen und lokale Luftverschmutzung	Direkte CO ₂ -Gesamtemission	Tonnen / Jahr
		Direkte NO _x -Gesamtemission	Tonnen / Jahr
		Direkte Feinstaubemission	Tonnen / Jahr
	Flächenverbrauch	Versiegelte Oberfläche	Qualitative Bewertung
Gesellschaft	Verkehrssicherheit	Todesfälle	Anzahl / Jahr
		Schwere Verletzungen	Anzahl / Jahr
	Gesundheit	Gesundheitsfolgen	Weniger Todesfälle / Jahr
	Besserer Zugang	Verfügbarkeit	Qualitative Bewertung
	Soziale Interaktion	Trennende Wirkung	Qualitative Bewertung
Wirtschaft	Fahrzeugbetrieb	Fahrzeugbetriebskosten	Euro / Jahr
	Energieverbrauch	Gesamtenergieverbrauch	kWh / Jahr
	Attraktivität (finanziell)	Gewerbemieten	Euro / Jahr
Wohnungsmieten		Euro / Jahr	

Die Liste der Indikatoren ist zwar relativ unkompliziert, die Erhebung der notwendigen Daten für die Kalibrierung des Verkehrsmodells (falls ein Modell verwendet wird) und die übrigen Analysen, mit denen ein Schätzwert für die Indikatoren ermittelt wird, können jedoch sehr anspruchsvoll sein.

DAS FOLGEN-ABSCHÄTZUNGSINSTRUMENT

VON FLOW BERÜCKSICHTIGT DIE VERKEHRLICHEN, ÖKOLOGISCHEN, GESELLSCHAFTLICHEN UND WIRTSCHAFTLICHEN FOLGEN VON MASSNAHMEN ZUR VERBESSERUNG DES VERKEHRSSYSTEMS.

4.3. METHODEN DER FOLGENABSCHÄTZUNG

Das Zielsystem des Folgenabschätzungsinstruments berücksichtigt eine große Bandbreite quantitativer und qualitativer Indikatoren. Die Frage für Entscheidungsträger lautet: Wie kann man diese Indikatoren für den Entscheidungsprozess nutzen, wenn sie in unterschiedlichen Einheiten ausgedrückt werden (€/Jahr, Tonnen usw.)? Was ist zum Beispiel besser: eine Optimierung, die 200.000 Euro kostet und 200 Tonnen CO₂ produziert, oder ein Projekt, das 100.000 Euro kostet und 500 Tonnen CO₂ produziert?

Das Instrument zur Folgenabschätzung von FLOW verwendet vier verbreitete Berechnungsverfahren, mit denen sich Optimierungsprojekte vergleichen lassen, deren Folgen durch Indikatoren mit unterschiedlichen Einheiten beschrieben werden. Die Kalkulationstabelle berechnet Ergebnisse nach allen vier Verfahren. Die Städte können dann entscheiden, auf welches Verfahren bzw. welche Kombination von Verfahren sie ihren Entscheidungsprozess stützen möchten.

FLOW empfiehlt jedoch, bei der Entscheidung, ob eine Veränderung am Verkehrssystem durchgeführt wird oder nicht, die Ergebnisse aller vier Methoden zu berücksichtigen. Dies bietet ein runderes und vollständigeres Bild der von Maßnahme zu erwartenden Folgen.

Das Instrument zur Folgenabschätzung von FLOW berechnet Ergebnisse für die folgenden Vergleichsverfahren:

- **Multikriterienanalyse (MKA)** – in einer MKA werden alle Indikatoren einzeln berücksichtigt. Dadurch können die Entscheider ausdrückliche Prioritäten festlegen: so kann eine Stadt im obigen Beispiel entscheiden, dass es sich lohnt, 100.000 Euro mehr auszugeben, um die CO₂-Emission um 300 Tonnen zu senken. Blatt 12 der Kalkulationstabelle im Folgenabschätzungsinstrument enthält eine Liste mit den Werten für alle Indikatoren. (Die Kalkulationstabelle des Instruments wird in Abschnitt 4.4 ausführlicher beschrieben)
- **Gewichtete Nutzwertanalyse (GNA)** – in einer GNA werden die einzelnen Indikatoren in eine einheitliche Maßeinheit umgerechnet (Nutzwertpunkte); diese Punkte werden dann nach den Prioritäten der Entscheidungsträger gewichtet. Zusammengezählt ergeben die gewichteten Nutzwertpunkte einen Einzelwert für die Folgen des Optimierungsprojekts.

Blatt 13 der Kalkulationstabelle im Folgenabschätzungsinstrument fasst die gewichtete Nutzwertanalyse des analysierten Optimierungsprojektes zusammen. Die Kalkulationstabelle im Folgenabschätzungsinstrument von FLOW verwendet für die gewichtete Nutzwertanalyse ein System mit Nutzwertpunkten.

Für diese Analyse muss der Benutzer einfach in Blatt 13 der Kalkulationstabelle eine Obergrenze (best case) und eine Untergrenze (worst case) für den jeweiligen Indikator und die Gewichtung der einzelnen Indikatoren eintragen. Das Kalkulationsprogramm berechnet dann automatisch die GNA. Detaillierte Informationen zu diesem Verfahren entnehmen Sie bitte den Leitlinien zum Instrument zur Folgenabschätzung von FLOW.

WAS IST BESSER:

EINE VERBESSERUNG, DIE 200.000 EURO KOSTET UND 200 TONNEN CO₂ PRODUZIERT, ODER EIN PROJEKT, DAS 100.000 EURO KOSTET UND 500 TONNEN CO₂ PRODUZIERT?

- **Kosten-Nutzen-Analyse (KNA)** – in einer KNA werden alle Indikatoren kostenmäßig ausgedrückt (z. B. die gesellschaftlichen Kosten durch tödliche Verkehrsunfälle). Dadurch erhält der Ingenieur einen einheitlichen Geldwert für das Optimierungsprojekt. Kosten-Nutzen-Analysen sind komplex, weil es zwar für viele Indikatoren einen standardisierten Geldwert gibt, die Kosten für andere sich aber nur sehr schwer bestimmen lassen, weil sie von subjektiven Fragen abhängen, z. B. vom Wert eines Menschenlebens. Das Instrument zur Folgenabschätzung von FLOW enthält länderspezifische Standardwerte, die auf europäischer und internationaler Forschung basieren (diese können aber ggf. durch lokale Werte ersetzt werden). Blatt 14 der Kalkulationstabelle im Folgenabschätzungsinstrument fasst die Kosten-Nutzen-Analyse zusammen.
- **Qualitative Abschätzung** – Es gibt einige Indikatoren, die sich nur schwer numerisch ausdrücken lassen und qualitativ bewertet werden müssen. Im Projekt FLOW wurden drei Indikatoren qualitativ bewertet: Versiegelte Fläche (Fläche des Straßenkörpers), Verfügbarkeit (besserer Zugang zu Leistungen zu Fuß oder mit dem Rad) und trennende Wirkung (als Maßstab für soziale Interaktion). Bei einer qualitativen Abschätzung wird eine begrenzte Anzahl numerischer Werte dazu verwendet, zu beschreiben, wie stark sich der Indikator verändert.

In Blatt 15 der Kalkulationstabelle zum Folgenabschätzungsinstrument kann der Benutzer die Auswirkungen auf diese drei Indikatoren auf einer 5-stufigen Skala einschätzen; diese reicht von +2 (sehr positive Auswirkung) bis -2 (sehr negative Auswirkung), wobei die 0 für keine Auswirkung steht. In der Kalkulationstabelle können Benutzer außerdem jedem der drei Indikatoren eine Gewichtung (Priorität) zuweisen.

Die Kalkulationstabelle zum Folgenabschätzungsinstrument fasst die Ergebnisse der Kosten-Nutzen-Analyse, der gewichteten Nutzwertanalyse und der qualitativen Abschätzung auf Blatt 16 zusammen.

4.4. VERWENDUNG DES INSTRUMENTS ZUR FOLGENABSCHÄTZUNG VON FLOW - INFORMATIONEN ZUR KALKULATIONSTABELLE

Das Instrument zur Folgenabschätzung von FLOW ist in eine Microsoft Excel-Kalkulationstabelle eingebettet. Die Benutzer geben ihre Daten in die Kalkulationstabelle ein und das Programm berechnet die Werte für die Indikatoren der Zielsysteme und das Ergebnis der in Abschnitt 4.3 beschriebenen Verfahren zur Folgenabschätzung.

Die Kalkulationstabelle ist für den Vergleich von zwei Szenarien ausgelegt: eine Alternative „mit“ dem Optimierungsprojekt und eine Alternative „ohne“. Die Benutzer geben die

Verkehrsdaten für die beiden Szenarien und finanzielle Daten über das Optimierungsprojekt in die entsprechenden Blätter der Kalkulationstabelle ein.

In diesem Abschnitt werden die Tabelle und deren Verwendung kurz beschrieben. Weitere Informationen entnehmen Sie bitte den Leitlinien zum Instrument zur Folgenabschätzung von FLOW. Die Kalkulationstabelle ist unter folgendem Link verfügbar: www.h2020-flow.eu.

Struktur der Kalkulationstabelle

Die Kalkulationstabelle zum Folgenabschätzungsinstrument von FLOW besteht aus 16 Blättern. Diese Blätter werden in Tabelle 4-2 zusammengefasst. Jedes Blatt wird in den folgenden Abschnitten detailliert beschrieben. Diese Anleitung lässt sich besonders leicht verstehen, wenn der Leser die Kalkulationstabelle auf seinem Computer öffnet und die beschriebenen Blätter gleich vor sich sieht.

Die folgenden Blattüberschriften enthalten häufig die Begriffe „Erforderlich“ oder „Optional“. Die Angabe „Optional“ bedeutet, dass in den Berechnungen Standardwerte vorgegeben sind. „Erforderlich“ bedeutet, dass der Benutzer Daten eingeben muss, wenn die entsprechende Information bei der Berechnung berücksichtigt werden soll. Es kann vorkommen, dass der Benutzer zu bestimmten Feldern über keine Daten verfügt (z. B. Blatt 5: Attraktivität als Gewerbe- und Wohnstandort). In diesem Fall kann dieser Abschnitt leer gelassen werden. Diese Berechnung wird dann nicht durchgeführt.

Titelseite und Zielsystem – Blatt 1 und 2

Diese Blätter enthalten allgemeine Informationen über das Projekt FLOW und die Kalkulationstabelle. Die Legende auf Blatt 1 beschreibt die Farbcodierung, die in der gesamten Tabelle verwendet wird. Dies erleichtert das Verständnis, wo (in welche Zellen) Daten eingegeben werden müssen.

Projektbeschreibung – Blatt 3 – Eingabe durch den Benutzer erforderlich

Der Benutzer trägt allgemeine Informationen über das Optimierungsprojekt und den Standort in die Zellen von Blatt 3 der Kalkulationstabelle ein. Die meisten Informationen sind selbsterklärend, mit folgenden Ausnahmen:

- **Land** – Das Land kann aus einer Dropdown-Liste ausgewählt werden. Die Kalkulationstabelle gibt auf der Basis dieser Auswahl die entsprechenden Standardwerte für die Berechnungen ein. Diese Standardwerte stammen aus europäischen Statistiken (Details hierzu sind den Leitlinien zur Folgenabschätzung von FLOW zu entnehmen), können aber vom Benutzer ggf. verändert werden.
- **Bewertungszeitraum** – der Bewertungszeitraum ist der vom Benutzer gewählte Zeitraum, für den die Analyse durchgeführt wird (in der Regel Hauptverkehrszeit oder Tag). Die Auswahl hängt davon ab, welche Verkehrsdaten für die Analyse zur Verfügung stehen.

DIESE STANDARD- WERTE

STAMMEN AUS EUROPÄISCHEN
STATISTIKEN, KÖNNEN
ABER VOM BENUTZER GGF.
VERÄNDERT WERDEN.

Tabelle 4-2: Liste der Tabellenblätter im Folgenabschätzungsinstrument von FLOW

Tabellenblatt	Titel	Beschreibung
1	Titelblatt	Kurze Zusammenfassung des Projekts FLOW und Legende zu den Zellinhalten (d. h. wo werden Daten eingegeben, was wird berechnet usw.)
2	Zielsystem	Darstellung des Zielsystems zur Folgenabschätzung von FLOW
3	Projektbeschreibung	Allgemeine Informationen zu Optimierungsprojekt und Standort.
4	Verkehrsdaten – EINGABE	Verkehrsdaten (z. B. Verkehrsstärke je Modus, Reisezeiten, Unfallstatistiken usw.), die der Benutzer eingeben muss.
5	Finanzielle Daten – EINGABE	Finanzielle Daten (z. B. Kosten des Optimierungsprojekts, Wirtschaftsdaten), die der Benutzer eingeben muss
6	Umwandlungsfaktoren	Standardfaktoren, mit deren Hilfe die Eingabedaten des Benutzers in die Indikatoren des FLOW-Zielsystems umgerechnet werden (z. B. Faktor zur Umrechnung von Autofahrzeiten in CO ² -Emissionen usw.).
7	Staatliche Finanzierung	Diese Indikatoren berechnet die Kalkulationstabelle.
8	Leistung des Verkehrsnetzes	
9	Umwelt	
10	Gesellschaft	
11	Privatwirtschaft	
12	Multikriterienanalyse	Überblick über die Ergebnisse der jeweiligen Analyse
13	Gewichtete Nutzwertanalyse	
14	Kosten-Nutzen-Analyse	
15	Qualitative Abschätzung	
16	Zusammenfassung der Folgenabschätzung	

Verkehrsdaten – Blatt 4 – Eingabe durch den Benutzer erforderlich

Der Benutzer trägt die Verkehrsdaten für die Szenarien „ohne Optimierungsprojekt“ und „mit Optimierungsprojekt“ in die Zellen von Blatt 4 der Kalkulationstabelle ein. In die dunkelgelb gefärbten Zellen müssen Daten eingegeben werden. In die hellblau gefärbten Zellen können Daten eingegeben werden (optional). Für die hellbraunen Zellen ist keine Dateneingabe nötig.

Im Idealfall sollten die Daten für dieses Blatt mit Hilfe eines Verkehrsmodells berechnet werden. Man kann die Daten aber auch durch Messungen vor Ort und herkömmliche Berechnungsverfahren ermitteln, die in Standardwerken der Verkehrsplanung beschrieben werden. In diesem Abschnitt werden die erforderlichen Daten zusammengefasst.

Verkehrsdaten – Erforderlich

- **Reisezeit (1)** – Hier wird für jeden Transportmodus die Gesamtreisezeit (Fahrzeugstunden oder Personenstunden) im Analysezeitraum eingegeben.

- **Reisezeit (2)** – Hier wird die Gesamtzeit (Tonnenstunden) im Analysezeitraum eingegeben. Diese Daten sind nur für den Güterverkehr erforderlich (LCV = light commercial vehicle [Lieferwagen], HGV = heavy goods vehicle [Lastkraftwagen])
- **Fahrzeugbetriebskosten** – Hier wird für jeden Transportmodus die im Analysezeitraum zurückgelegte Strecke (Fahrzeugkilometer) eingegeben.
- **Direkte Emissionen Gesamtenergieverbrauch** – Hier wird in die jeweilige Zeile eingetragen, welchen Anteil der zurückgelegten Strecke die Fahrzeuge (1) im fließenden Verkehr, (2) dichten Verkehr, (3) stockenden Verkehr und (4) Stop-and-go-Verkehr zurückgelegt haben (in Prozent). Diese Daten werden nur für motorisierte Verkehrsmodi benötigt. Die Daten sollten in der Summe 100 % ergeben.

Verkehrsdaten – Optional

Wenn der Benutzer hier keine eigenen Daten eingibt, werden für die Berechnungen die auf dem Blatt vorgegebenen Werte verwendet.

- **Bewertungszeitraum** – Hier wird der Bewertungszeitraum eingegeben (Hauptverkehrszeit oder Tag).
- **Faktor: Zeitraum zu Tag** – Hier wird der Faktor eingegeben, mit dem der vom Benutzer gewählte Analysezeitraum in tägliche Werte umgerechnet wird. Wenn der Benutzer „Hauptverkehrszeit“ gewählt hat, liegt dieser Faktor zwischen 8 und 14 (der Standardwert ist 8). Hat der Benutzer „Tag“ gewählt, beträgt der Faktor 1 (d. h. eine Umrechnung ist nicht nötig).
- **Faktor: Tag zu Jahr** – Hier wird der Faktor eingegeben, mit dem die täglichen Verkehrswerte in jährliche Verkehrswerte umgerechnet werden. Standardmäßig ist hier ein Faktor von 250 eingestellt, mit dem die Unterschiede zwischen Werktagen und Wochenenden berücksichtigt werden.
- **Reisezweck** – Hier wird für jeden Verkehrsmodus in die entsprechende Zeile der Anteil der folgenden Reisezwecke an der zurückgelegten Strecke eingetragen (in Prozent): (1) Arbeitsfahrten (Fahrten zu beruflichen Zwecken), (2) Pendelfahrten (Zuhause-Arbeit, Zuhause-Bildung) und (3) sonstige Fahrten (z. B. Freizeit, Einkauf). Diese Daten sollte in der Summe 100 % ergeben (für jede Spalte der drei Zellen). Für den privaten Kraftfahrzeugverkehr sind die voreingestellten Werte beispielsweise 10 % Arbeit, 70 % Pendeln und 20 % Sonstiges = 100 %.
- **Fahrzeugbelegung** – Hier wird für jeden Verkehrsmodus in die entsprechende Zeile der Fahrzeugbelegungsgrad in Personen pro Fahrzeug für (1) Arbeitsfahrten, (2) Pendelfahrten und (3) sonstige Fahrten eingetragen.

Unfalldaten – Erforderlich

In diesen Abschnitt muss der Benutzer Unfalldaten eingeben. Um abzuschätzen, wie sich das geplante Optimierungsprojekt auf die Unfallzahlen auswirken wird, sollte eine Verkehrssicherheitsanalyse durchgeführt werden.

- **Todesfälle** – Hier wird die Anzahl der Todesfälle pro Jahr für alle Verkehrsmodi eingetragen (weil dieser Wert stark schwankt, wird meist ein Mittelwert über mehrere Jahre genommen).

- **Schwerverletzte** – Hier wird die Anzahl der Schwerverletzten pro Jahr für alle Verkehrsmodi eingetragen.
- **Leichtverletzte** – Hier wird die Anzahl der Leichtverletzten pro Jahr für alle Verkehrsmodi eingetragen.

Daten zum gesundheitlichen Nutzen – Erforderlich

In diesem Abschnitt muss der Benutzer Bewegungsdaten eingeben, mit denen der gesundheitliche Nutzen der aktiven Verkehrsmodi abgeschätzt wird (die Kalkulationstabelle berechnet dies mit Hilfe des HEAT-Verfahrens der Weltgesundheitsorganisation).

- **Dauer der Aktivitäten zu Fuß oder mit dem Fahrrad pro Tag** – Hier wird für beide Szenarien „mit Optimierungsprojekt“ und „ohne Optimierungsprojekt“ die mittlere Anzahl der Minuten eingetragen, die ein Durchschnittsnutzer pro Tag zu Fuß oder mit dem Rad unterwegs ist.
- **Tage, an denen die Aktivität durchgeführt wird** – Hier wird eingetragen, wie viele Tage im Jahr der Durchschnittsnutzer diese körperliche Aktivität ausführt.
- **Verkehrsnachfrage** – Anzahl der Personen, die diese körperliche Aktivität ausführen.

Energiedaten – Optional

Wenn der Benutzer hier keine eigenen Daten eingibt, werden für die Berechnungen vorgegebene Werte verwendet.

- **Anteil der Motorarten** – Hier wird für beide Szenarien „mit Optimierungsprojekt“ und „ohne Optimierungsprojekt“ der Anteil der Autos mit Benzin- bzw. Dieselmotor eingetragen. Die Verteilung von Benzinern und Dieselfahrzeugen ist von Land zu Land und sogar innerhalb eines Landes sehr unterschiedlich; deshalb sollte der Benutzer, wenn möglich, nationale oder regionale Daten eingeben. Die Anteile sollten für jedes Szenario 100 % ergeben. Standardmäßig ist 70 % Benzin und 30 % Diesel eingestellt.

Finanzielle Daten und Kosten – Blatt 5 – Eingabe durch den Benutzer erforderlich

In die Zellen von Blatt 5 der Kalkulationstabelle trägt der Benutzer finanzielle Daten und Kosten ein. Die Kalkulationstabelle nutzt Daten auf dem Stand von 2015, deshalb müssen alle finanziellen Kosten im Eurowert von 2015 ausgedrückt werden.

In die dunkelgelb gefärbten Zellen müssen Daten eingegeben werden. Optional können Daten in die hellblau gefärbten Zellen eingegeben werden. Für die dunkelrot gefärbten Zellen sind keine Daten erforderlich, diese Daten werden automatisch für das jeweilige Land eingetragen (gemäß der Auswahl des Benutzers in Blatt 3).

Die Daten für diesen Abschnitt stammen aus dem Planungsverfahren für das Verkehrsprojekt, lokale Wirtschaftsstatistiken und dem Investitionsplanungssystem der Stadt (z. B. Zinssatz).

Investitionskosten des Optimierungsprojekts – Erforderlich & Optional

- **Zinssatz / Abzinsungssatz** – (Optional) Hier wird der Zinssatz (in Prozent) für das Bezugsjahr eingetragen, mit dem die Finanzdaten für das Projekt berechnet werden. Der voreingestellte Wert ist 3 %.
- **Kostenanteile** – (Erforderlich) Hier werden die Kosten (Euro) für alle Bestandteile des Projekts im Eurowert von 2015 eingetragen. Bitte die vollständigen Kosten eintragen (d. h. ggf. mit Steuern usw.).

Der Bestandteil „Bau und Planung“ enthält alle Kosten für den Bau der eigentlichen Verbesserungsmaßnahme, der Bestandteil „Bauwerke“ enthält alle Kosten für den Bau sonstiger Bauwerke, die für die Optimierung notwendig sind (z. B. eine Überführung). Diese Bestandteile werden getrennt aufgeführt, weil sie in der Regel eine unterschiedliche Lebensdauer aufweisen.

- **Lebensdauer** – (Optional) Hier wird die Lebensdauer der einzelnen Bestandteile eingegeben (d. h. die Zeitspanne, bis das Bauteil ersetzt werden muss). In der Kalkulationstabelle sind bereits Standardwerte zur Lebensdauer eingetragen.

Betriebs- und Instandhaltungskosten des Projekts – erforderlich

- **Kosten pro Jahr** – Hier werden die jährlichen Kosten für Betrieb und Instandhaltung eingegeben (€/Jahr in 2015-Euro).

Attraktivität als Gewerbe- und Wohngebiet – Erforderlich

In diesem Abschnitt wird eingegeben, wie stark die wirtschaftliche Attraktivität durch das Verkehrsoptimierungsprojekt steigt. Die Daten für diesen Abschnitt stammen aus lokalen Wirtschaftsdaten, Schätzungen zu den betroffenen Liegenschaften und dem PERS-Audit (einem Verfahren zur Quantifizierung des wirtschaftlichen Nutzens von Verbesserungsmaßnahmen für Fußgänger, das vom britischen Transport Research Laboratory entwickelt wurde (TRL 2014)). Da das PERS-Verfahren für Fußverkehrsprojekte entwickelt und getestet wurde, setzt es das Folgenabschätzungsinstrument von FLOW auch nur für diese Projekte ein. Das Verfahren könnte jedoch zweifelsohne auf Radverkehrsprojekte und Shared Space-Projekte ausgeweitet werden; dies wäre ein exzellentes Thema für künftige Forschungsprojekte.

- **Kosten für Gewerbemieten** – Hier werden die jährlichen Mietkosten für Gewerbeflächen in Euro pro m² pro Jahr eingetragen (aktuelle Preise in 2015-Euro).
- **Betroffene Fläche** – Hier werden alle gewerblichen Liegenschaften eingetragen, die vom Fußverkehrsprojekt betroffen sind (m² Fläche).
- **Verbesserungswert aus dem PERS-Audit** – Hier wird die quantifizierte Verbesserung der Umweltqualität für Fußgänger aus dem PERS-Audit eingegeben (gewichteter Veränderungswert).
- **Kosten für Wohnungsmieten** – Hier werden die mittleren Monatsmieten für Wohnungen in Euro pro Monat eingetragen (aktuelle Preise in 2015-Euro).
- **Betroffene Einheiten** – Hier wird die Gesamtzahl der Wohneinheiten eingetragen, die vom Fußverkehrsprojekt betroffen sind (Anzahl).

DA DAS PERS-VERFAHREN

FÜR FUSSVERKEHRSPROJEKTE ENTWICKELT UND GETESTET WURDE, SETZT ES DAS FOLGENABSCHÄTZUNGSINSTRUMENT VON FLOW AUCH NUR FÜR DIESE PROJEKTE EIN. DAS VERFAHREN KÖNNTE JEDOCH ZWEIFELSOHNE AUF RADVERKEHRSPROJEKTE UND SHARED SPACE-PROJEKTE AUSGEWEITET WERDEN; DIES WÄRE EIN EXZELLENTES THEMA FÜR KÜNFTIGE FORSCHUNGSPROJEKTE.

IN DIESEM VERFAHREN

KANN DER BENUTZER AUSSERDEM JEDEN INDIKATOR GEMÄSS SEINEN JEWEILIGEN PRIORITÄTEN GEWICHTEN. ZUM BEISPIEL KÖNNTE VERKEHRSSICHERHEIT ALS DOPPELT SO WICHTIG EINGESTUFT WERDEN, ALS ALLE ANDEREN INDIKATOREN.

Länderspezifische Standardwerte

Der Rest dieses Tabellenblatts enthält die finanziellen Standardwerte für das vom Benutzer gewählte Land (aus Blatt 3). Der Benutzer muss keine weiteren Daten eingeben.

Umwandlungsfaktoren – Blatt 6

Blatt 6 des Instruments zur Folgenabschätzung von FLOW enthält die voreingestellten Umwandlungsfaktoren, die verwendet werden, um bestimmte Zielsystemindikatoren zu berechnen. Der Benutzer muss hier keine Daten eingeben, kann aber ggf. die voreingestellten Faktoren durch lokale Daten ersetzen.

Von der Kalkulationstabelle berechnete Indikatoren – Blätter 7 – 11

Die Blätter 7 bis 11 des Folgenabschätzungsinstrumentes von FLOW enthalten die Zielsystemindikatoren, die vom Kalkulationsprogramm aus den vom Benutzer eingegebenen Daten und den Standardwerten berechnet wurden.

Die Blätter zeigen diese Berechnungen. Der Benutzer muss keinerlei Daten eingeben.

Analyseergebnisse – Blätter 12 - 15

Die Blätter 12 bis 15 des Folgenabschätzungsinstrumentes von FLOW enthalten die Ergebnisse der vier unterschiedlichen Analyseverfahren, die vom Projekt FLOW empfohlen werden (siehe Abschnitt 4.3). Blatt 16 fasst die Ergebnisse der Gesamtbewertung zusammen. Der folgende Abschnitt enthält Beschreibungen zu den einzelnen Tabellenblättern und Hinweise, wo der Benutzer zusätzliche Daten eingeben muss.

Multikriterienanalyse (MKA) – Blatt 12

Blatt 12 stellt die Ergebnisse der Multikriterienanalyse dar. Sie bestehen aus den 17 Indikatoren des FLOW-Zielsystems in der jeweiligen Maßeinheit.

Gewichtete Nutzwertanalyse (GNA) – Blatt 13

Blatt 13 stellt die Ergebnisse der gewichteten Nutzwertanalyse dar. Die Kalkulationstabelle im Folgenabschätzungsinstrument von FLOW geht von einer linearen Skala mit einheitlichen Nutzwertpunkten aus. Dazu muss der Benutzer für jeden Indikator einen oberen und unteren Grenzwert für die möglichen Indikatorwerte festlegen. Für diese Analyse muss der Benutzer die folgenden Daten eingeben:

- **Untergrenze** – In die Spalte mit der Bezeichnung „Untergrenze“ den niedrigsten Wert für den jeweiligen Indikator eingeben. Diesem Wert werden -100 Nutzwertpunkte zugewiesen.
- **Obergrenze** – In die Spalte mit der Bezeichnung „Obergrenze“ den Höchstwert für den jeweiligen Indikator eingeben. Diesem Wert werden +100 Nutzwertpunkte zugewiesen.

In diesem Verfahren kann der Benutzer außerdem jeden Indikator gemäß seinen jeweiligen Prioritäten gewichten. Zum Beispiel könnte Verkehrssicherheit als doppelt so wichtig eingestuft werden, als alle anderen Indikatoren. Für die Gewichtung muss der Benutzer die folgenden Daten eingeben:

- **Gewichtungsfaktor** – In die Spalte mit der Bezeichnung „Gewichtungsfaktor“ die relative Wichtigkeit des jeweiligen Indikators eintragen. In alle Zellen ohne Priorität wird der Faktor „1“ eingegeben.

Die Zeile „Gesamtnutzen“ am unteren Ende des Tabellenblatts enthält einen Einzelwert für den Nutzen des geplanten Verkehrsoptimierungsprojektes, der die im Gewichtungsfaktor enthaltenen lokalen Prioritäten berücksichtigt.

Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) – Blatt 14

Blatt 14 stellt die Ergebnisse der Kosten-Nutzen-Analyse dar. In dieser Analyse werden alle Indikatoren als jährliche Kosten ausgedrückt. Diese Kosten werden vom Kalkulationsprogramm automatisch auf der Basis der vom Benutzer eingegebenen und voreingestellten Daten (aus Blatt 5) berechnet. Die obere Hälfte fasst die Ergebnisse zusammen. Die untere Hälfte fasst die Kosten und Nutzen für jeden einzelnen Indikator zusammen.

Qualitative Bewertung – Blatt 15

Auf Blatt 15 werden drei Indikatoren für das FLOW-Zielsystem qualitativ bewertet: Flächenverbrauch, verbesserter Zugang und soziale Interaktion. Diese drei Indikatoren werden wie folgt definiert:

- **Flächenverbrauch** – Fläche, die durch die Verkehrsoptimierung zusätzlich versiegelt wird (dieser Wert kann auch negativ sein, wenn durch die Maßnahme die versiegelte Fläche reduziert wird);
- **Verfügbarkeit** – verbesserter Zugang von nicht motorisierten Anwohnern zu Einrichtungen (z. B. Arbeitsplätzen);
- **Trennende Wirkung** – verbesserte soziale Interaktion durch Maßnahmen für den Fuß- und Radverkehr;

Für die qualitative Analyse muss der Benutzer die folgenden Daten in die Kalkulationstabelle eingeben:

- **Qualitative Bewertung** – Dazu bewertet der Benutzer, wie sich der Wert des jeweiligen Indikators durch das Verkehrsoptimierungsprojekt verändert (+2 für starke Verbesserung, +1 für Verbesserung, 0 für keine relevante Auswirkung, -1 für Verschlechterung und -2 für starke Verbesserung). Dieser Wert wird hier eingegeben.
- **Gewichtungsfaktor** – Hier wird die relative Wichtigkeit des jeweiligen Indikators eintragen. In alle Zellen ohne Priorität wird der Faktor „1“ eingegeben.

Die Ergebnisse werden in der Gesamtbewertung berücksichtigt.

Gesamtbewertung – Blatt 16

Blatt 16 stellt die Gesamtbewertung dar. Auf dem Blatt werden die Projektbeschreibung und die Ergebnisse der Kosten-Nutzen-Analyse, der gewichteten Nutzwertanalyse und der qualitativen Abschätzung auf einer Seite zusammengefasst.

Abb. 4-1 ist ein Screenshot von Blatt 16.



5

Empfehlungen von FLOW

Forschungsprojekte folgen im Verlauf ihrer Arbeit häufig unerwarteten Pfaden. FLOW war hier keine Ausnahme. Schon sehr früh merkten die Projektteilnehmer, dass es nicht reicht, herkömmliche Verfahren der Verkehrsanalyse so zu verbessern, dass sie Fußgänger und Radfahrer stärker berücksichtigen. Die Verfahren mussten aus einem allgemeinen Blickwinkel neu überdacht werden.



Außerdem stellten die Teilnehmer fest, dass es nicht sinnvoll ist, die Fragestellung auf das Thema Stauminderung zu beschränken. Die aktuelle Forschung zu induziertem Verkehr, Verkehrsschwund und zur Wirksamkeit herkömmlicher Wege des Staumanagements lässt es fraglich erscheinen, ob es überhaupt vorteilhaft bzw. möglich ist, Staus zu vermeiden. Die allgemeinen Empfehlungen von FLOW werden in den nächsten Abschnitten zusammengefasst.

Anhang 1 enthält detaillierte Empfehlungen für die einzelnen Zielgruppen.

1. Bei der Entwicklung von Plänen und Initiativen zur Verbesserung von Verkehrssystemen sowie in allen Phasen von Verkehrsprojekten von der Folgenabschätzung bis zur Umsetzung sollte der Fuß- und Radverkehr umfassend berücksichtigt werden.

Viele verkehrspolitische Initiativen unterschätzen den Beitrag des Fuß- und Radverkehrs zur Verbesserung der Verkehrsqualität. Schlimmstenfalls gelten Fahrradfahren und zu Fuß gehen als Freizeitaktivitäten ohne Relevanz für den Verkehr. Regierungen auf allen Ebenen sollten eine Verkehrspolitik einführen, die den Nutzen des Fuß- und Radverkehrs für städtische Verkehrssysteme und für die Lebensqualität in Städten anerkennt und deren Umsetzung fördert.

Bei der Entscheidungsfindung über neue Projekte zur Verkehrsoptimierung und Stadtentwicklung spielen Untersuchungen des Verkehrs eine entscheidende Rolle. Im Rahmen dieser Untersuchungen kommen jedoch oft Verfahren und Modelle zum Einsatz, die nicht alle Modi gleich stark berücksichtigen (z. B. den Fuß- und Fahrradverkehr). Entscheidungsträger sollten verlangen, dass bei Untersuchungen zum Verkehr multimodale Analyseverfahren und -modelle verwendet werden. Behördenmitarbeiter sollten im Rahmen von Ausschreibungen multimodale Analysen als Vergabekriterium einführen und alle anderen Akteure sollten ihre gewählten Vertreter auffordern, sich für die Verwendung multimodaler Analysen einzusetzen. Verkehrsberatungsbüros sollten ihre Kunden auf die Wichtigkeit multimodaler Analysen hinweisen und in ihren Analysen entsprechende Verfahren nutzen.

2. Herkömmliche Verfahren und Modelle der Verkehrsanalyse sollten so überarbeitet werden, dass sie alle Verkehrsmittel und deren Interaktion berücksichtigen.

Verfahren und Modelle der Verkehrsanalyse müssen noch weiter verbessert werden, bis sie den Fuß- und Fahrradverkehr mit motorisierten Verkehrsmodi gleichstellen. Dazu sollten insbesondere Verfahren zur Bewertung neuer Arten von Verkehrsinfrastruktur – wie Shared Space, Fußgängerzonen und Radschnellwege – entwickelt werden, die die aktuelle verkehrswissenschaftliche Forschung zu Themen wie induzierte Nachfrage und Verkehrsschwund berücksichtigen. Alle Akteure sollten Forschungsprojekte unterstützen, mit denen herkömmliche Methoden und Modelle der Verkehrsanalyse verbessert und neue Ansätze entwickelt werden.

3. Multimodale Verkehrsanalysen sollten besser kommuniziert und die Transparenz von Verkehrsplanungsprozessen sollte erhöht werden.

Projekte für eine neue Verkehrsinfrastruktur oder Landentwicklungsprojekte haben großen Einfluss auf die Lebensqualität der betroffenen Gebiete. Die für den

Entscheidungsprozess genutzten Verfahren und Modelle der Verkehrsanalyse sind jedoch sehr komplex und auch die Genehmigungsverfahren sind oft unklar. Kommunalbehörden, Verkehrsberater und Verkehrsforscher brauchen neue Kommunikationsstrategien, mit denen sie Analyse- und Planungsverfahren für die breite Öffentlichkeit verständlich erklären.

4. Die Datenerfassung zum Fuß- und Radverkehr sollte verbessert werden, um das Verständnis dieser Verkehrsmodi zu erleichtern. Dazu verweisen wir auf die Empfehlung des Europäischen Radfahrerverbands (European Cyclists' Federation) und der Walk21 sowie auf die Ergebnisse des Datenworkshops von FLOW (auf der FLOW-Website).

Für ein besseres Verständnis des Verkehrsverhaltens, zur Nutzung von Analyseinstrumenten und zur Entwicklung besserer Verkehrsmodelle brauchen wir Daten. Leider werden – auf allen Ebenen – viel zu wenige Daten zum Fuß- und Radverkehr erhoben, weshalb diese Verkehrsmittel im Verkehrsplanungsprozess nur schwer berücksichtigt werden können. Es gibt exzellente Standards für die Erfassung von Fuß- und Radverkehrsdaten und neue Technologien (z. B. Fitness-Armbänder) erleichtern die Datenerhebung. Alle Regierungsbehörden sollten die Daten erheben, die notwendig sind, um den Effekt des Fuß- und Radverkehrs auf die Verkehrsbelastung und die städtische Umwelt insgesamt umfassend abschätzen zu können.

5. Die Leistung von Verkehrssystemen (einschließlich der Staubildung) sollte im Zusammenhang mit städtischer Lebensqualität, Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Gesundheit betrachtet (und nicht über diese Aspekte gestellt) werden.

Die Qualität der Verkehrsinfrastruktur ist nur einer von vielen Faktoren, die einen Ort lebenswert, wirtschaftlich erfolgreich, wettbewerbsfähig, nachhaltig und gesund machen. In Entscheidungsprozessen werden jedoch häufig vor allem verkehrstechnische Aspekte (insbesondere die Staubildung) berücksichtigt. Für eine faire und nachhaltige Zukunft ist es jedoch unumgänglich, fachübergreifende Ansätze für verkehrspolitische Entscheidungen zu entwickeln.

Eine neue verkehrspolitische Sichtweise kann Städte außerdem dabei unterstützen, ihre bisherigen Ziele, Staus zu „verhindern“ durch ausgewogenere (und machbare) Ziele zu ersetzen, z. B. Staus zu „managen“ oder die Gesamtkapazität zu erhöhen. Dieser Perspektivenwechsel eröffnet Entscheidungsträgern bei der Stadtplanung eine breitere Palette an Instrumenten und Optionen.

5.1. DETAILLIERTE EMPFEHLUNGEN VON FLOW

KOMMUNEN	
Empfehlungen für Kommunalbehörden:	
KOMMUNALE VERKEHRSPLANER	1. Achten Sie darauf, dass Inhalt und Sprache Ihrer Strategien und Richtlinien zum Stadtverkehrsmanagement eine multimodale Perspektive auf die Leistung städtischer Straßennetze widerspiegeln.
	2. Gewährleisten Sie durch folgende Maßnahmen, dass Multimodalität und die Gleichstellung aller Verkehrsmittel in allen Projektphasen berücksichtigt werden: i) Nutzen Sie in Ihren Abläufen und Leitlinien ein Folgenabschätzungsverfahren, das den Nutzen für alle Verkehrsmodi und wichtige, nicht verkehrsbezogene Vorteile (z. B. Gesundheit) berücksichtigt. ii) Legen Sie bei Beschaffungsverfahren in der Aufgabebeschreibung fest, dass die zu erbringende Dienstleistung eine multimodale Folgenabschätzung mit bewährten Instrumenten und Verfahren umfassen muss. iii) Überprüfen Sie die Projektleistung nach der Umsetzung mit Hilfe einer multimodalen Folgenabschätzung.
	3. Suchen Sie im Rahmen der nachhaltigen städtischen Verkehrsplanung aktiv nach Möglichkeiten, die Sicherheit und Attraktivität von Geh- und Radwegen zu verbessern und so die Effizienz und flächendeckende Verfügbarkeit des Verkehrsnetzes zu verbessern.
	4. Überprüfen Sie bei der Entwicklung neuer Verkehrspläne Ihre Prioritäten, um zu gewährleisten, dass die praktischen Maßnahmen mit den vereinbarten Zielen (z. B. Förderung des Fuß- und Radverkehrs) übereinstimmen.
	5. Schließen Sie proaktiv die Datenlücke zum Fahrrad- und Fußverkehr. Dazu sollten Sie Ihre bisherigen Normen und Verfahren zur Datenverfassung so überarbeiten, dass sie grundlegende Fragen zum Fuß- und Radverkehr beantworten können, z. B. zu Aufkommen, Verhalten bei der Wahl von Verkehrsmitteln, Sicherheit, Lage und Zustand der Infrastruktur usw.
	6. Bauen Sie interne Fachkenntnisse über Verkehrsmodelle auf. Entwickeln Sie entweder interne Kompetenzen zur Erstellung multimodaler Verkehrsmodelle oder lernen Sie, Planungs- und Modellierungsspezifikationen zu schreiben, die den Fuß- und Radverkehr voll berücksichtigen und Ihre Analyseergebnisse für die politische Entscheidungsebene klar erläutern.
	7. Stellen Sie Fragen der Verkehrsplanung in Ihrer Kommunikation mit Entscheidungsträgern und Betroffenen in einen größeren Zusammenhang. Fragen Sie zum Beispiel nicht, wie das Stauproblem „gelöst“ werden kann, sondern wie man Staus managen und/oder die Kapazität von Korridoren erhöhen kann.

KOMMUNEN	
Empfehlungen für kommunale Entscheidungsträger:	
KOMMUNALE ENTSCHEIDUNGSTRÄGER	1. Verlangen Sie aktuelle Daten zum Fuß- und Fahrradverkehr. Die Mitarbeiter von Kommunalbehörden brauchen für Maßnahmen zur Datenerfassung Ihre volle politische Unterstützung. Entscheidungsträger müssen bei den Themen Datenerfassung und -erhebung in Ihrer Kommune einen klaren Standpunkt vertreten.
	2. Gestalten Sie Form und Inhalt von Folgenabschätzungen, indem Sie gemeinsam mit Ihren Mitarbeitern zu Beginn jedes Projekts festlegen, welche Kriterien für die Bewertung von Verkehrsplänen gelten. Dringen Sie auf eine ausgewogene multimodale Bewertung, die alle für ihre Kommune wichtigen Kriterien beinhaltet (neben dem Verkehr auch Wirtschaft, Soziales, Umwelt) und die Auswirkungen auf alle Verkehrsmodi analysiert.
	3. Sorgen Sie für die berufliche Weiterbildung Ihrer Mitarbeiter, damit diese eine multimodale Perspektive einnehmen und verstehen, wie wichtig es ist, alle Verkehrsmodi gleichberechtigt zu bewerten.

NATIONAL	
Empfehlungen für Akteure auf nationaler Ebene:	
KOMMUNALE ENTSCHEIDUNGSTRÄGER	1. Achten Sie darauf, dass Inhalt und Sprache Ihrer Strategien und Richtlinien zum Stadtverkehrsmanagement eine multimodale Perspektive auf die Leistung städtischer Straßennetze widerspiegeln. Führen Sie in Standards und Richtlinien für die Umsetzung auf kommunaler Ebene die Begriffe Multimodalität und Gleichwertigkeit der Verkehrsmodi ein und bieten Sie Anreize für Städte, die diese Standards übernehmen.
	2. Erstellen Sie Empfehlungen für Kommunalverwaltungen, die die Rolle des Fuß- und Radverkehrs bei der Minderung des Stauaufkommens bzw. Erhöhung der Leistung des Straßennetzes anerkennen.
	3. Verfassen Sie in Zusammenarbeit mit Kommunalverwaltungen Leitlinien für eine verbesserte Erfassung und Analyse von Daten zum Fahrrad- und Fußverkehr.
	4. Legen Sie einheitliche Standards für die Bewertung von Projektplänen vor, die nachhaltige Verkehrsmittel vorrangig behandeln und die Bewegung von Menschen (nicht Fahrzeugen) berücksichtigen. Integrieren Sie in Ihre politischen Richtlinien die Pflicht, im Rahmen von Projektbewertungen eine multimodale Bewertung des Mobilitätsnutzens für alle Verkehrsmodi durchzuführen.
	5. Stellen Sie für Kommunalverwaltungen Fördermittel bereit, die bei verkehrspolitischen Entscheidungen einem multimodalen Ansatz folgen, der das Thema Verkehr mit den Themen städtisches Leben, Umwelt, Gesundheit und Wirtschaft in einen weiteren Zusammenhang stellt.

EUROPÄISCHE UNION

Empfehlungen für Akteure auf EU-Ebene:

1. Achten Sie darauf, dass Inhalt und Sprache Ihrer Leitlinien zum Stadtverkehrsmanagement eine multimodale Perspektive auf die Leistung städtischer Straßennetze widerspiegeln. Legen Sie einheitliche Standards für die Bewertung von Projektplänen vor, die für nachhaltige Verkehrsmittel eine hohe Priorität vorgeben und die Bewegung von Menschen (nicht Fahrzeugen) berücksichtigen.
2. Schaffen Sie eine europäische Strategie für den Fußverkehr, in deren Rahmen Städte eine Fußgängerinfrastruktur planen können, und integrieren Sie die Grundsätze der Multimodalität und der Gleichstellung aller Verkehrsmodi in die EU-Radverkehrsstrategie und alle anderen Verkehrsstrategien der EU.
3. Erlassen Sie Leitlinien für standardisierte Datenerfassungsmethoden im Bereich des Fuß- und Radverkehrs, die diese als Modi des Stadtverkehrs anerkennen. Stellen Sie Mittel für die Entwicklung von Leitlinien, für Pilotprojekte und für die Konsultation mit der kommunalen und nationalen Ebene bereit.
4. Verpflichten Sie Städte, bei der Bewertung von Maßnahmen zu ihren Plänen für nachhaltige Mobilität in der Stadt (Sustainable Urban Mobility Plans, SUMP) multimodale Bewertungsverfahren zu nutzen.
5. Stellen Sie für Kommunalverwaltungen Fördermittel bereit, die bei verkehrspolitischen Entscheidungen einem Ansatz folgen, der das Thema Verkehr mit den Themen städtisches Leben, Umwelt, Gesundheit und Wirtschaft in einen weiteren Zusammenhang stellt.

VERKEHRSBERATUNGSBÜROS (UND DEREN BERUFSVERBÄNDE)

Empfehlungen für Verkehrsberatungsbüros und deren Berufsverbände:

1. Nehmen Sie die multimodale Bewertung des Mobilitätsnutzens von Verkehrsprojekten und die Modellierung und Bewertung des Fuß- und Radverkehrs in Ihre Kompetenzen und Dienstleistungsangebote auf. Passen Sie als europäische Beratungsbüros diese Dienstleistungen an internationale Märkte an.
2. Gewährleisten Sie, dass Inhalt und Sprache von Ausbildungsmaterialien und Branchenrichtlinien die Grundsätze der multimodalen Bewertung und der Gleichstellung aller Verkehrsmodi widerspiegeln, sodass diese in der verkehrsplanerischen Praxis zur Norm werden.
3. Arbeiten Sie gemeinsam mit den Anbietern von Modellierungssoftware daran, den Fuß- und Radverkehr bei Verkehrsmodellen besser abzubilden und zwar sowohl bei der Modellierung der Verkehrsnachfrage und Verkehrsaufteilung (makroskopisch) als auch bei der Modellierung der Verkehrsinteraktion (mikroskopisch).
4. Erklären Sie Ihren Kunden (d.h. Entscheidungsträgern und Mitarbeitern von Kommunalverwaltungen), wie wichtig es ist, bei Untersuchungen zum Verkehr auch den Fuß- und Radverkehr zu berücksichtigen und informieren Sie sie über dafür geeignete Analyseverfahren und Modelle.
5. Entwickeln Sie eine freiwillige Charta zu technischer Kompetenz, Transparenz und ethischem Verhalten für Berufe, die Verkehrsmodellierung und Verkehrsuntersuchungen anbieten, und ziehen Sie Anbieter zur Verantwortung, die diese technischen und ethischen Normen nicht einhalten.

MODELLENTWICKLER UND FORSCHER

Empfehlungen für Modellentwickler und Forscher:

1. Führen Sie weitere Forschungsprojekte zu den Phänomenen induzierter Verkehr und Verkehrsschwund durch, die auftreten, wenn Infrastruktur neu gebaut oder abgebaut wird. Ihre Forschungsergebnisse sollten sich als Faktengrundlage für eine strategische Verkehrsmodellierung eignen.
2. Verbessern Sie das Verständnis zum Verhalten von Fußgängern und Fahrradfahrern – unter Beachtung länderspezifischer Besonderheiten – und entwickeln Sie Verfahren, mit denen sich dieses Verhalten in einem Modell programmieren lässt.
3. Führen Sie in Verkehrsmodellen Mikrosimulationen zur Interaktion von Radfahrern und Fahrzeugen auf gemeinsamen Fahrspuren und zum Verhalten von Fußgängern auf überfüllten Wegen durch. Verbessern Sie die Modellierung von gemeinsam genutzten Flächen (Shared Space).
4. Entwickeln Sie sinnvolle Variablen und technische Indikatoren für die Berechnung von Qualitätsstufen für den städtischen Fuß- und Radverkehr.
5. Entwickeln Sie multimodale Indikatoren für die Kennzahlen „Zeitverlust“ und „Verkehrsqualität“ auf gemeinsam genutzten Wegen (Fahrräder und Kraftfahrzeuge auf gemeinsamen Fahrspuren oder Fahrräder und Fußgänger auf gemeinsamen Wegen). Bei Kapazitätskonzepten sollten auch die Beziehungen zwischen den Verkehrsmodi mit Mitteln der Verhaltensforschung analysiert werden.
6. Verbessern Sie das Verständnis von „akzeptablen“ und „erwarteten“ Reisezeiten für alle Verkehrsmittel im städtischen Raum. Das Ziel sollte sein, einen multimodalen Referenzzustand zu definieren, an dem sich Zeitverlust in Städten messen lässt.

EMPFEHLUNGEN FÜR MULTIPLIKATOREN AUF ALLEN EBENEN

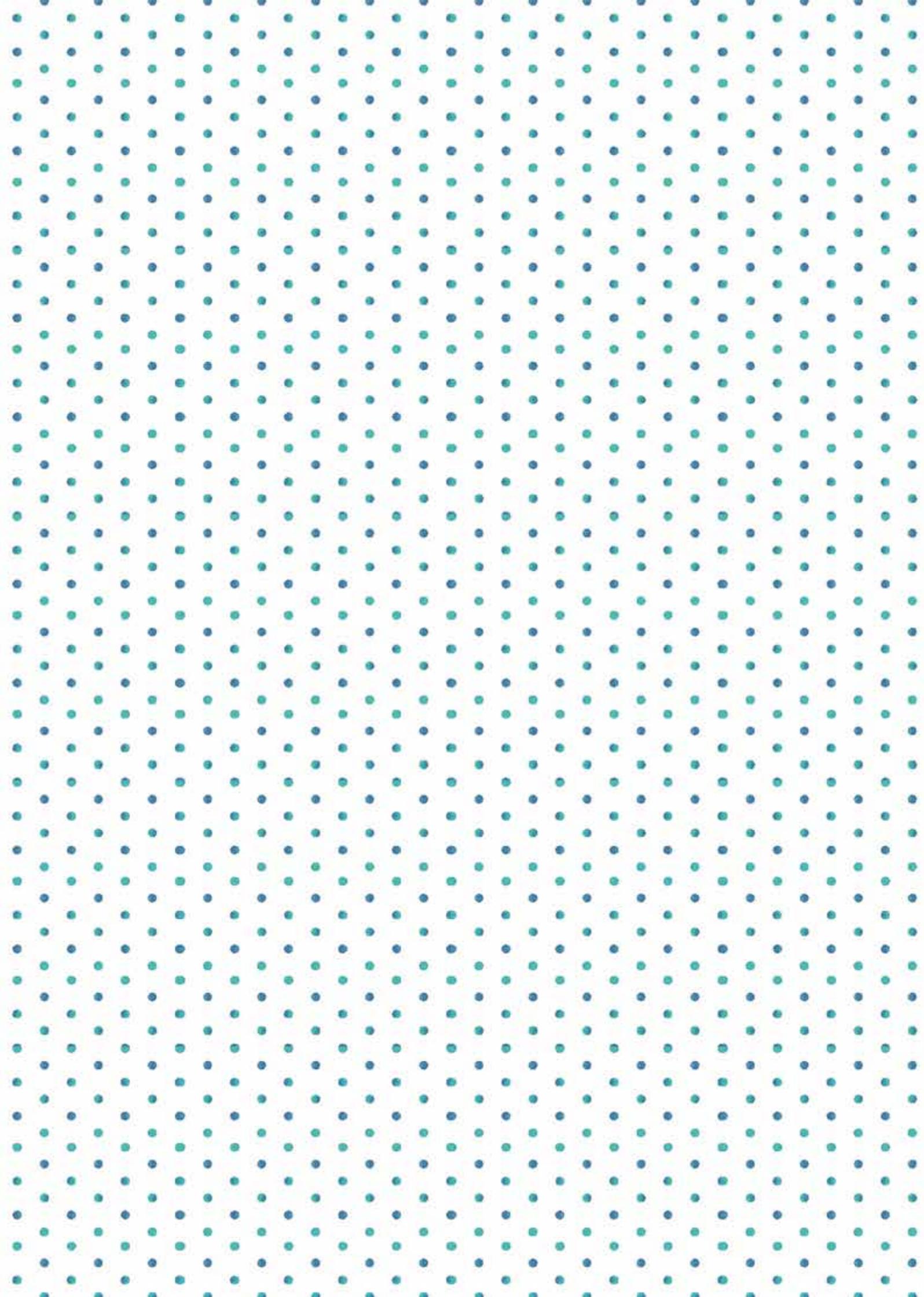
1. Stellen Sie Fragen der Verkehrsplanung in Ihrer Kommunikation mit Entscheidungsträgern und Betroffenen in einen größeren Zusammenhang. Fragen Sie zum Beispiel nicht, wie das Stauproblem „gelöst“ werden kann, sondern wie man Staus managen und/oder die Kapazität von Korridoren erhöhen kann.
2. Werben Sie aktiv für einen multimodalen Ansatz und weisen Sie darauf hin, dass ein effizienter öffentlicher Nahverkehr wesentlich zum Staumanagement beiträgt. Vermeiden Sie Konkurrenzsituationen zwischen Fußverkehr, Fahrradverkehr und öffentlichem Nahverkehr.
3. Verbreiten Sie die Botschaft: gut umgesetzte Maßnahmen für Fußgänger und Radfahrer können zur Stauminderung beitragen. Gelungene Beispiele finden Sie in den Kurzinfos für Städte von FLOW.
4. Erwähnen Sie bei ihrer politischen Überzeugungsarbeit neben den vielen anderen Vorzügen des Fuß- und Radverkehrs auch das Thema Staumanagement.
5. Verbreiten Sie die Botschaft, dass mehr Flächen für den Autoverkehr in Städten nur eine kurzfristige Lösung darstellen. In diesen Szenarien lockt das städtische Wachstum weitere Autos an, bis die verfügbaren Flächen wieder voll sind. Nur eine effiziente Flächennutzung (durch Fußgänger und Radfahrer) macht eine Stadt lebenswert und zukunftsfähig.

6

Literaturangaben und Ressourcen

Produkte und Ressourcen von FLOW (Arbeitsunterlagen)

Alle Produkte und Ressourcen von FLOW stehen zum Download bereit unter
www.h2020-flow.eu.



FLOW-Dokumente

- Szabo, N. (2016). FLOW Impact Assessment Tool. (FLOW deliverable 2.3)
- Szabo, N.; Schäfer, T. (2016). FLOW Impact Assessment Tool – Guidelines (FLOW deliverable 2.4)
- FLOW Consortium (2017). FLOW Quick Facts for Cities, Brussels. Currently available in Bulgarian, English, German, Hungarian, Irish, Polish and Portuguese. (FLOW deliverable 7.4)
- Koska, T.; Rudolph, F. (2016): The role of walking and cycling in reducing congestion. A portfolio of measures. Brussels. (FLOW deliverable 1.2)
- Mayne, K.; Ruebens, C.; Swennen, B. (2016): FLOW Decision-Makers' Baseline Survey. Brussels.
- Rudolph, F.; Szabo, N. (2016): Multimodal Analysis Methodology of Urban Road Transport Network Performance. A Base for Analysing Congestion Effects of Walking and Cycling Measures. Brussels. (FLOW deliverable 1.1)
- Rudolph, F. (2017). Analysing the Impact of Walking and Cycling on Urban Road Performance: A Conceptual Framework. Brussels (FLOW deliverable 1.3)
- Szabo, N.; Kretz, T.; Sielemann, S. (2016): Extended Versions of PTV Visum, PTV Vissim and PTV Viswalk. Brussels.
- Szabo, N.; Schlaich, J.; Kretz, T. (2016): Congestion Impact Evaluation of Walking and Cycling: State-of-the-Art Survey.

Literaturverzeichnis

- Beukers, E., Bertolini, L., Te Brömmelstroet, M. (2012). Why Cost Benefit Analysis is perceived as a problematic tool for assessment of transport plans: A process perspective. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 46, pp. 68-78.
- Bickel, Peter; Friedrich, Rainer et.al. (2005). Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment – HEATCO. Deliverable 5. Proposal for Harmonised Guidelines.
- Börjesson, Maria and Eliasson, J. (2012). The Value of Time and External Benefits in Bicycle Appraisal. In: *Transportation Research Part A* 46 (2012) 673-683.
- Bovy, P.H.L. and Salomon, I. (2002). Congestion in Europe: Measurements, Patterns and Policies. In: E. Stern, I. Salomon, P.H.L. Bovy (Eds). *Travel Behaviour: Spatial Patterns, Congestion and Modelling*, pp. 143-179. Cheltenham.
- Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2016): *Der Faktor Zeit im Radverkehr. Daten, Fakten und Maßnahmen zur Beschleunigung des Radverkehrs.* Vienna, Austria
- Cervero, Robert (2003). Road Expansion, Urban Growth, and Induced Travel – A Path Analysis, *APA Journal*, Vol. 69, No. 2.
- Dowling, Richard, Reinke, D.; Flannery, A.; Ryus, P.; Vandehey, M.; Petritsch, T.; Landis, B.; Roupail, N.; Bonneson, J. (2008). Multimodal Level of Service Analysis for Urban Streets. NCHRP Report 616. Transportation Research Board. Washington D.C. Available at http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_616.pdf.

European Commission, Horizon 2020 Work programme 2014-2015, 11. Smart, green and integrated transport; Brussels, BE; December 2013; page 40.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2015). Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS) Teil S Stadtstraßen. FGSV Verlag Köln. Also known as: German Highway Capacity Manual (FGSV 2015).

Fruin, John J. (1971). Pedestrian Planning and Design. Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners. New York.

Freakonomics Blog (2011). Does destroying highways solve urban congestion? Available at: <http://freakonomics.com/2011/05/13/does-destroying-highways-solve-urban-traffic-congestion/>.

Goodman, A., Panter, J., Sharp, S.J., Ogilvie, D. (2013). Effectiveness and equity impacts of town-wide cycling initiatives in England: A longitudinal, controlled natural experimental study. *Social Science & Medicine*. 97 (0) 228-237.

Hollander, Yaron (2016). Transport Modelling for a Complete Beginner. CTthink!

Kretz, Tobias (2011). A Level of Service Scheme for Microscopic Simulation of Pedestrians that Integrates Queuing, Uni- and Multi-Directional Flow Situations. In: *European Transport Research Review* December 2011, Volume 3, Issue 4, pp 211-220. Available at <http://link.springer.com/article/10.1007/s12544-011-0060-7/fulltext.html>.

Lehe, Lewis (2017). A History of Downtown Road Pricing; Medium, 25 August 2017: <https://medium.com/@lewislehe/a-history-of-downtown-road-pricing-c7fca0ce0c03> (includes an excellent bibliography).

Levinson, David (2016). Transportist Blog, 21 Strategies to Solve Congestion. Available at: <https://transportist.org/2016/04/19/21-strategies-to-solve-congestion/>.

Litman, Todd (2016). Smart Congestion Relief. Comprehensive Evaluation of Traffic Congestion Costs and Congestion Reduction Strategies. Victoria Transport Policy Institute. Available at http://www.vtpi.org/cong_relief.pdf

Litman, Todd (2016): Transportation Cost and Benefit Analysis II – Travel Time Costs. Victoria Transport Policy Institute. Available at <http://www.vtpi.org/tca/>.

Litman, Todd (2015): Evaluating Active Transport Benefits and Costs. Guide to Valuing Walking and Cycling Improvements and Encouragement Programs. Victoria Transport Policy Institute. Available at: <http://www.vtpi.org/nmt-tdm.pdf>

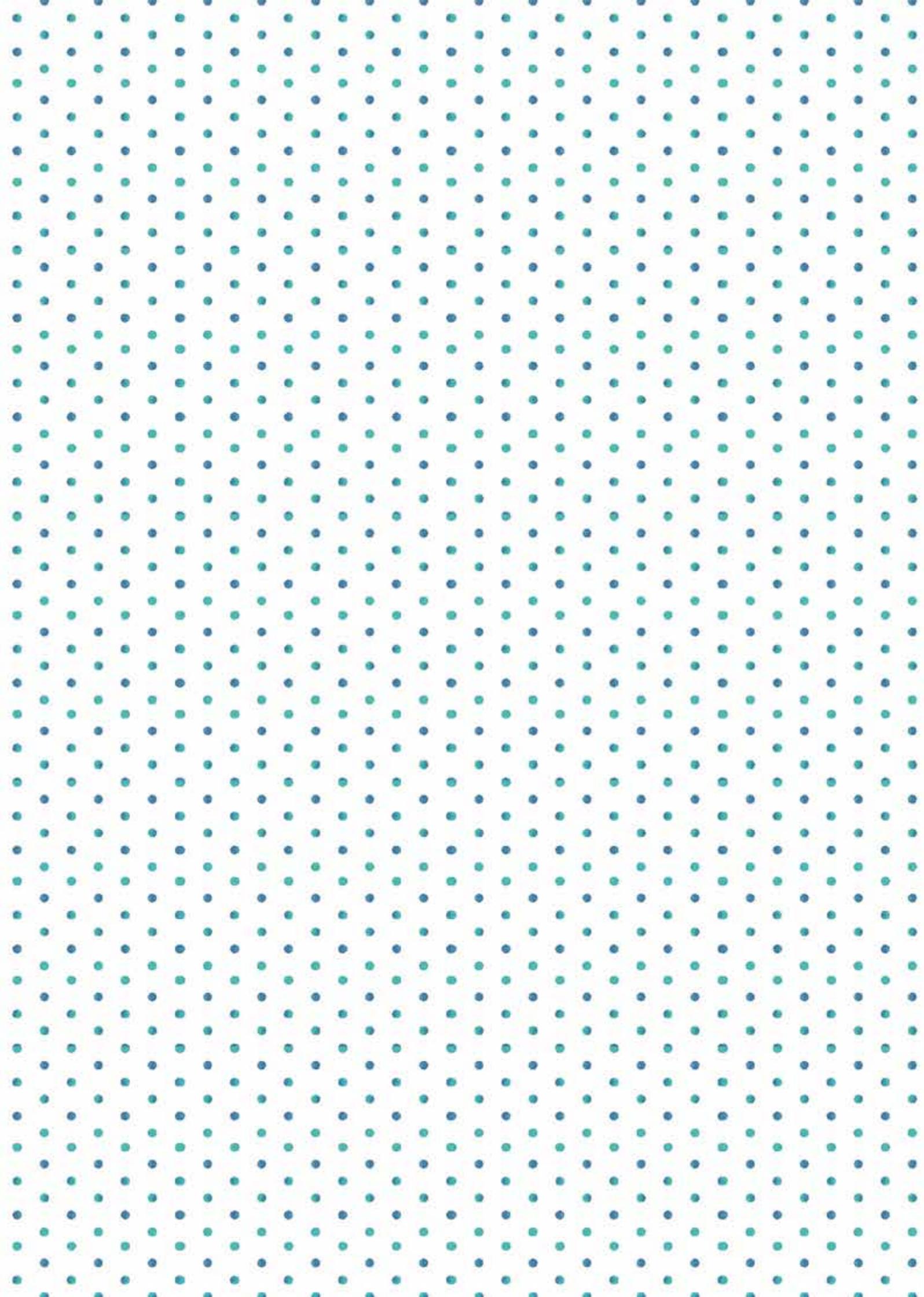
Newton, D. and Curry, M. (2014) California has officially ditched car-centric “Level of Service”. Available at: <http://la.streetsblog.org/2014/08/07/california-has-officially-ditched-car-centric-level-of-service/>.

Ogilvie, D., Foster, C., Rothnie, H., Cavill, N., Hamilton, V., Fitzsimons, C., et al. (2007). Interventions to promote walking: systematic review. *BMJ* 334, Issue 7605.

Pooley, C., Horton, D.; Scheldeman, G.; Mullen, C.; Jones, T.; Tight, M.; Jopson, A.; Chisholm, A. (2013). Policies for Promoting Walking and Cycling in England: A View from the Street. *Transport Policy* 27, 66-72.

Pucher, J., Dill, J., Handy, S. (2010). Infrastructure, programs, and policies to increase bicycling: An international review. *Preventive Medicine*. 50, 106-125.

- PTV Planung Transport Verkehr AG (2011). PTV Vissim 8. User Manual. PTV AG, Karlsruhe.
- Rudolph, F.; Black, C.; Glensor, K.; Hüging, H.; Lah, O.; McGeever, J.; Mingardo, G.; Parkhurst, G.; Plevnik, A.; Shergold, I.; Streng, M. (2015). Decision-Making in Sustainable Urban Mobility Planning: Common Practice and Future Directions. In: World Transport Policy and Practice 21.3, 54-64.
- Sheldon, R.; Orr-Accent, S.; Buchanan, P.; Dosad, C. (Colin Buchanan and Partners); Ubaka, D. (Transport for London) (2010). Incorporating Health and Social Benefits with User Benefits in the Valuation of Urban Realm Improvements. Scientific paper submitted for the ECT 2010.
- Stopher, P. R. (2004). Reducing Road Congestion: A Reality Check. Transport Policy 11, 117-131.
- Transport for London Planning (no date). London's Strategic Transport Models. Available at: TFL <http://content.tfl.gov.uk/londons-strategic-transport-models.pdf>.
- Transport Research Board (2010). Highway Capacity Manual 2010. National Research Council, Washington, D.C. Also known as: US Highway Capacity Manual (TRB 2010).
- TRL Software (2014): Pedestrian Environment Review System. TRL Limited. Software documentation available at: https://trlsoftware.co.uk/products/street_auditing/pers
- United Kingdom Department for Transport (2001). Perceptions of and Attitudes to Congestion. <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20031216140150/> http://www.odpm.gov.uk:80/stellent/groups/dft_transstats/documents/pdf/dft_transstats_pdf_505810.pdf.
- Urban Movement, Phil Jones Associates (2014). International Cycling Infrastructure Best Practice Study (Appendix). Available at <http://content.tfl.gov.uk/international-cycling-infrastructure-best-practice-study-appendix.pdf>.
- Walker, Peter (2015). How Seville transformed itself into the cycling capital of southern Europe. The Guardian, 28 January 2015. Available at: <https://www.theguardian.com/cities/2015/jan/28/seville-cycling-capital-southern-europe-bike-lanes>.
- Weisbrod, Glen, Vary, D.; Treyz, G. (2001). Economic Implications of Congestion. In National Cooperative Highway Research Program Report 463, Transportation Research Board, Washington, DC. Available at http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_463-a.pdf.
- World Bank (2005): Notes on the Economic Evaluation of Transport Projects. Transport Note No. TRN-15. World Bank Washington D.C.
- World Health Organisation (2014): Health Economic Assessment Tool – HEAT. World Health Organization, Regional Office for Europe. Available at: <http://www.heatwalkingcycling.org>.



FLOW ist ein Projekt der CIVITAS-Initiative, das im Rahmen von Horizont 2020 gefördert wird und vom Mai 2015 bis April 2018 dauert. Das Projekt hat eine multimodale Methodologie entwickelt, mit deren Hilfe die Auswirkungen von Maßnahmen für den Fuß- und Radverkehr auf die Leistung des Verkehrssystems und die Verkehrsbelastung berechnet werden können. Die im Rahmen von FLOW entwickelten Ideen werden in den Partnerstädten des Projekts Budapest, Dublin, Gdynia, Lissabon, München und Sofia getestet.
www.h2020-flow.eu

AUTOREN:

Bonnie Fenton
Andy Nash
Martin Wedderburn

KONTAKT:

FLOW-Projektkoordination:
Rupprecht Consult
Bonnie Fenton, Kristin Tovaas
b.fenton@rupprecht-consult.eu,
k.tovaas@rupprecht-consult.eu
Öffentlichkeitsarbeit für FLOW:
POLIS
Dagmar Köhler
dkoehler@polisnetwork.eu

HAFTUNGSAUSSCHLUSS

Für den Inhalt dieses Dokument sind ausschließlich die Autoren verantwortlich. Sie gibt nicht unbedingt die Meinung der Europäischen Union wieder. Weder die INEA noch die Europäische Kommission übernehmen Verantwortung für jegliche Verwendung der darin enthaltenen Informationen.



The CIVITAS FLOW project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 635998



www.h2020-flow.eu

Februar 2018, gedruckt in Brüssel