

Radpotenziale im Stadtverkehr

Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen

Verkehrstechnik Heft V 227

bast

Radpotenziale im Stadtverkehr

von

Reinhold Baier
Wolfgang Schuckließ
Yvonne Jachtmann

BSV Büro für Stadt- und Verkehrsplanung
Dr.-Ing. Reinhold Baier GmbH, Aachen

Volker Diegmann
Anna Mahlau
Günter Gässler

IVU Umwelt GmbH
Freiburg im Breisgau

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Verkehrstechnik Heft V 227

bast

Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen**. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

A - Allgemeines
B - Brücken- und Ingenieurbau
F - Fahrzeugtechnik
M - Mensch und Sicherheit
S - Straßenbau
V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen** können direkt bei der Carl Schünemann Verlag GmbH, Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen, Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in der Regel in Kurzform im Informationsdienst **Forschung kompakt** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos angeboten; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Ab dem Jahrgang 2003 stehen die Berichte der BAST zum Teil als kostenfreier Download im elektronischen BAST-Archiv ELBA zur Verfügung.
<http://bast.opus.hbz-nrw.de/benutzung>

Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt: FE 70.0819/2008
Einsparpotenziale des Radverkehrs im Stadtverkehr

Fachbetreuung
Tobias Teichner

Herausgeber
Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach
Telefon: (0 22 04) 43 - 0
Telefax: (0 22 04) 43 - 674

Redaktion
Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Druck und Verlag
Fachverlag NW in der
Carl Schünemann Verlag GmbH
Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen
Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53
Telefax: (04 21) 3 69 03 - 48
www.schuenemann-verlag.de

ISSN 0943-9331
ISBN 978-3-95606-026-7

Bergisch Gladbach, August 2013

Kurzfassung – Abstract

Radpotenziale im Stadtverkehr

Eine konsequente Förderung des Radverkehrs wird im Kontext von Klimaschutz, Lärminderung und Luftreinhaltung als ein geeigneter verkehrsplanerischer Ansatz gesehen. Quantifizierte Aussagen zu den Einsparpotenzialen, die durch eine wirksame Zunahme des Radverkehrsanteils an den (innerörtlichen) Verkehrsleistungen zur Umweltentlastung erschlossen werden können, lagen bislang nur vereinzelt vor und basieren meist auf pauschalen Ansätzen. Die Quantifizierung von Maßnahmenwirkungen wird in diesem Forschungsprojekt auf der Ebene Gesamtstadt mit einem makroskopischen Verkehrsmodell für die Bestandssituationen („Analysefall“) und definierten Struktur- und Infrastruktur-entwicklungsszenarien („Prognosefälle“) für drei Beispielstädte gebildet. Aus den Analysen der verkehrlichen Wirkung wurde deutlich, dass eine Reduzierung der Kfz-Fahrleistung in allen Beispielstädten möglich ist. Die Reduzierung der Fahrleistung ist im Wesentlichen von der Ausgangslage und den angesetzten Maßnahmen abhängig. Die ermittelten Kenngrößen (Modal-Split, Verkehrsleistungen im motorisierten Verkehr) und Kfz-Verkehrsbelastungen stellen die Grundlage zur Ermittlung von Veränderungspotenzialen in Bezug auf Umweltwirkungen dar, die mit makroskopischen Modellen zur straßennetz- bzw. flächenbezogenen Abbildung von Klimagasemissionen (CO₂), Verkehrslärm und Luftschadstoffbelastungen (PM₁₀, PM_{2,5} und NO₂) ermittelt werden. Im Vergleich von Analysefall und Prognosefällen wurden so die umweltbezogenen Veränderungspotenziale aus den zugrunde gelegten Szenarien konkret für die drei Beispielstädte quantifizieren.

Potentials of cycling in urban traffic

In the context of climate protection, noise reduction, and air quality control, consistent promotion of cycling is considered as suitable traffic planning approach. So far, quantified statements on the potential savings were only sporadically and mostly based on flat-rate approach; whereas they could contribute to environmental protection by effective increase in cycling traffic in the share of the (local) transportation services. In this research project, the quantification of the impacts of measures at the level overall city is carried out by means of a macroscopic traffic model for stock situation („case analysis“), and defined scenarios for structural and infrastructure-related developments („prognosis“) for three sample cities. The analysis of the traffic impact made clear that a reduction in motor vehicle mileage is possible in all sample cities. The reduction in motor vehicle mileage is possible in all sample cities. The reduction in mileage in each city is largely dependent on the initial situation and on the conducted scenarios. The determined parameters (modal split, transport services in motorized traffic) and motor vehicle traffic volumes constitute the basis for the determination of potential changes in terms of environmental effects, which are determined with macroscopic models for road network-related or area-related mappings of greenhouse gas emissions (CO₂), traffic noise and air pollution (PM₁₀, PM_{2,5} and NO₂). By comparing the case analysis with the prognosis, the potential environment-related changes were quantified for the three sample cities according to the used scenarios.

Inhalt

Einführung	7	5.2.1 Fahrtgeschwindigkeiten im Radverkehr für den Ansatz „weicher und harter Maßnahmen“	38
Vorbemerkung	7	5.2.2 Fahrtgeschwindigkeiten im Radverkehr für den Ansatz der Pedelectrisierung	39
1 Aufgabenstellung und Zielsetzung ...	9	5.2.3 Änderung des Verkehrsverhaltens durch den Ansatz „bewusste Mobilität“	40
2 Methodische Vorgehensweise	10	5.3 Modellierung der Umweltwirkung	41
2.1 Analysen	10	5.3.1 Berechnung der Emissionen für CO ₂ und Luftschadstoffe	42
2.2 Auswahlstädte	10	5.3.2 Lärmemissionen	43
2.3 Untersuchungen in den Beispielstädten	10	5.3.3 Berechnung der Immissionsbelastung	43
2.4 Schlussfolgerungen, Empfehlungen	11	5.4 Bewertung der Wirkungen	45
3 Potenzialabschätzung im Rahmen der Verkehrsentwicklungsplanung	11	6 Wirkungsanalyse zur Beispielstadt Gütersloh	47
4 Aufbereitung relevanter Strukturmerkmale	16	6.1 Kenngrößen der Ausgangslage	47
4.1 Raumstruktur der Auswahlstädte im Vergleich	16	6.2 Definition der Szenarien	48
4.2 Siedlungsstruktur der Auswahlstädte im Vergleich	21	6.3 Verkehrliche Wirkung	49
4.3 Bevölkerungsstruktur der Auswahlstädte im Vergleich	25	6.4 Umweltwirkung	51
4.4 Orografie	29	6.4.1 Fahrleistung	51
4.5 Klima	30	6.4.2 Emissionen für CO ₂ und Luftschadstoffe	52
4.5.1 Regionalisierung meteorologischer Parameter	30	6.4.3 Lärmemissionen	54
4.5.2 Regionalisierte Temperaturdaten	32	6.4.4 Immissionsbelastung	54
4.5.3 Regionalisierung der Anzahl Regentage	34	7 Wirkungsanalysen zur Beispielstadt Coburg	55
4.6 Festlegung der Beispielstädte für die Wirkungsanalysen	34	7.1 Kenngrößen der Ausgangslage	55
4.7 Zusammenfassung	34	7.2 Definition der Szenarien	56
5 Konzeption und Modellierung	35	7.3 Verkehrliche Wirkung	57
5.1 Maßnahmenkonzepte	35	7.4 Umweltwirkung	59
5.2 Modellierung der verkehrlichen Wirkung	37	7.4.1 Fahrleistung	59
		7.4.2 Emissionen für CO ₂ und Luftschadstoffe	60

7.4.3	Lärmemissionen	62
7.4.4	Immissionsbelastung	62
8	Wirkungsanalysen zur Beispielstadt Mönchengladbach	63
8.1	Kenngroßen der Ausgangslage	63
8.2	Definition der Szenarien	65
8.3	Verkehrliche Wirkung	68
8.4	Umweltwirkung	72
8.4.1	Fahrleistung	72
8.4.2	Emissionen für CO ₂ und Luftschadstoffe	74
8.4.3	Lärmemissionen	75
8.4.4	Immissionsbelastung	76
9	Zusammenfassung und Fazit	77
	Literatur	78

Die Anhänge sind dem Bericht auf CD beigelegt.

Einführung

In den 90er Jahren sind die Emissionen im Straßenverkehr rasant gestiegen. Der Autoverkehr ist die am stärksten wachsende Quelle von Treibhausgasen. Dieselruß und Stickoxide, die bei der Verbrennung von Treibstoff in Automotoren entstehen, schädigen nicht nur das Klima, sondern auch die Gesundheit. Zudem sind Stickoxide bei starker Sonneneinstrahlung für erhöhte Ozonwerte und Sommersmog verantwortlich. Umweltverträgliche Verkehrskonzepte reduzieren Luftschadstoffe und Lärm und verbessern die städtische Lebensqualität. Die entscheidenden Stellschrauben sind die Verkehrsvermeidung durch planerische und städtebauliche Maßnahmen sowie die Verkehrsverlagerung vom Auto auf umweltfreundlichere Verkehrsmittel (öffentlicher Personennahverkehr, Fahrrad und Fußgängerverkehr).

Aufgabe der Stadtplanung ist eine nachhaltige Entwicklung der Städte und Gemeinden. Dabei sind neben sozialen und wirtschaftlichen Anforderungen auch Umweltschutzaspekte zu berücksichtigen. Die lokalen, regionalen und globalen Auswirkungen von Umweltbelastungen durch Siedlungsräume sollen so weit wie möglich reduziert werden. Bei der Flächennutzungs-, Bebauungs- und Verkehrsentwicklungsplanung hat die Kommune in ihrer Rolle als Planer und Regulierer vielfältige Handlungsspielräume, die sie im Sinne des Klimaschutzes nutzen kann. (vgl. WILCKEN/JANSSEN, 2006).

Eine konsequente Förderung des Radverkehrs wird im Kontext mittel- und langfristig orientierter Maßnahmen zum Klimaschutz, zur Lärmminde- rung und zur Luftreinhaltung als ein geeigneter verkehrsplanerischer Ansatz zur modalen Verkehrsverlagerung benannt und entsprechend positiv bewertet (vgl. z. B. LAI-Hinweise zur Lärmaktionsplanung, 2007).

Vorbemerkung

Die Bedeutung dieser Thematik zeigt sich auch durch die derzeit intensive Initiierung von Forschungsprojekten, die den Beitrag des Radverkehrs zum Klimaschutz diskutieren sollen. In etwa zeitgleich zu dem Forschungsvorhaben FE 70.0819/2008 „Einsparpotenziale des Radverkehr im Stadtverkehr“ im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung wurde das Forschungsprojekt FuE 3708 45 101 „Potenziale des Radverkehrs für den Klimaschutz“ im Auftrag des Umweltbundesamt vergeben.

Die methodische Herangehensweise im Forschungsprojekt des Umweltbundesamts basiert auf einer ausführlichen Datenanalyse der Erhebung „Mobilität in Städten (SrV)“. Der Datenumfang bildet dabei die Grundlage für den Aufbau eines Eckwertemodells, das differenziert nach Wegezweck und Entfernungsklassen das Verkehrsverhalten für verkehrssoziologische Gruppen betrachtet. Das Handbuch für Emissionsfaktoren wird zur Bestimmung der Umweltwirkungen eingesetzt. Die Berechnungen erfolgen für festgelegte Stadttypen, denen jede Stadt in Deutschland zugeordnet wird. Auf dieser Grundlage ist in einem letzten Schritt die Hochrechnung der Ergebnisse für die potenziellen Umweltentlastungen durch den Radverkehr in deutschen Städten vorgesehen.

Auf Grund der thematischen Nähe, aber der unterschiedlichen Methodik der beiden Projekte wurden Synergieeffekte erwartet, die durch eine gemeinsame Betreuung der Projekte zu einem Mehrnutzen führen sollten.

Im Rahmen von insgesamt fünf gemeinsamen Betreuerkreissitzungen wurde der jeweilige Bearbeitungsstand der Projekte dargestellt, Ergebnisse verglichen und intensiv diskutiert. Weiterhin fand während der Bearbeitungszeit der beiden Projekte zwischen den Auftragnehmern ein reger Austausch von Zwischenergebnissen und Daten (z. B. Strukturdaten, Unfalldaten, Erkenntnisse zu Verhaltensparametern, ...) statt, um – trotz der unterschiedlichen Methodik und Schwerpunkte – auf die gleichen Erkenntnisse und Grundlagen zurückgreifen zu können.

Aus der Abstimmung zwischen beiden Projekten (und Methoden) ergab sich die Möglichkeit, die beiden Erklärungsbereiche „Verhalten“ und „Infrastruktur“ zusammenzuführen und damit die Notwendig-

keit integrativer Betrachtungsweisen zu verdeutlichen. Um dies zu erreichen, wurde von dem gemeinsamen Betreuerkreis vorgeschlagen, entsprechende Verhaltensparameter, die sich in dem UBA-Projekt FuE 3708 45 101 als die erfolgreichsten im Sinne der Umweltentlastung erwiesen haben, in seinen Grundgedanken in ein weiteres Szenario für eine Fallstudienstadt des FE 70.819/2008 zu integrieren und mit Hilfe des makroskopischen Verkehrssimulationsmodells auf seine Wirkungen zu analysieren.

1 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Radfahren ist als Teilsystem des nicht-motorisierten Verkehrs neben dem Fußgängerverkehr die zweite relevante Verkehrsart der so genannten „Nahmobilität“ zugeordnet. Radfahren gilt als stadt-, sozial- und umweltfreundlich und ihm werden entsprechende Attribute wie schadstofffrei, lärmarm, gesunderhaltend, Ressourcen (Flächen, Energie) sparend zugewiesen. Diese positiven Umweltwirkungen lassen sich im Hinblick auf Fragen des Verkehrsablaufs in stark belasteten innerörtlichen Straßen grundsätzlich noch weiter fassen: Eine deutliche Erhöhung des Radverkehrsanteils am städtischen Modal-Split oder auf bestimmten Relationen (z. B. auch reisezweckspezifisch bedingt) könnte hier potenziell auch zur Verbesserung des Kfz-Verkehrsflusses beitragen (vgl. Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs; Stichwort „Verkehrssituation“) sowie die Einsparung von Straßenneu- und -ausbaumaßnahmen ermöglichen.

Gesamtstädtische Konzepte, die den Radverkehr als Gesamtsystem von Maßnahmen der Verkehrsinfrastruktur/-technik, Verkehrsorganisation/Betrieb, Verkehrssicherheitsarbeit, des Kombiverkehrs, Verkehrsmarketings etc. bis hin zu städtebaulichen Maßnahmen wie z. B. kommunalen Programmen zur Errichtung von Fahrradstellplätzen auf privaten Grundstücken betrachten, stellen mittlerweile einen Standardbaustein kommunaler Verkehrsentwicklungsplanung dar. Im Gegensatz zu MIV- und ÖPNV-Konzepten werden Radverkehrskonzepte vorrangig als „Angebotsplanung“ verstanden. Allerdings ist die Umsetzungspraxis in Bezug auf solche anspruchsvollen Konzepte lokal sehr verschieden.

Städte und Gemeinden weisen im Vergleich sehr unterschiedliche Ausgangssituationen und Rahmenbedingungen auf, was den Radverkehrsanteil am Modal-Split, Umfang und Qualität der vorhandenen Radverkehrsinfrastruktur, das in Einstellungen und Mobilitätsverhalten wirksame „Radverkehrsklima“, topografische und klimatische Bedingungen etc. betrifft. MiD 2002 gibt auf Bundesebene einen Radverkehrsanteil (Hauptverkehrsmittel, tägliche Wege) von 9 %, für die Bundesländer (hier nur Flächenstaaten) ein Spektrum von 3 % (Saarland) bis 17 % (Brandenburg) an. Auf kommunaler Ebene ist das Spektrum mit Modal-Split-Anteilen zwischen unter 5 % (z. B. Stadt Essen 2001: 3 %) und über 30 % (z. B. Stadt Münster 2001: 35 %) nochmals deutlich weiter.

Quantifizierte Aussagen zu den Einsparpotenzialen, die durch eine wirksame Zunahme des Radverkehrsanteils an den (innerörtlichen) Verkehrsleistungen zur Umweltentlastung erschlossen werden können, liegen derzeit nicht vor. Vorliegende Ansätze zur Kosten-Nutzen-Betrachtung (vgl. z. B. RÖHLING et al., 2008) greifen zwar auf umweltbezogene Indikatoren zurück, betreffen jedoch lediglich Einzelmaßnahmen; im Vordergrund stehen Infrastrukturmaßnahmen wie der Bau eines Radwegs oder einer B+R-Anlage. Ansätze zum Monitoring bzw. zur Wirksamkeitsanalyse der verkehrlichen Maßnahmen auf gesamtstädtischer Ebene stellen Indikatoren zur Radverkehrsentwicklung neben umweltbezogene Indikatoren, ohne einen direkten Zusammenhang herzustellen (vgl. SCHÄFER, 2005a, SCHÄFER, 2005b und BRACHER/BACKES/URICHER, 2002). In einzelnen Untersuchungen finden sich Ansätze zur Quantifizierung von Kfz-Verkehrsvermeidungs- und Umweltpotenzialen, die jedoch mit sehr pauschalen Annahmen arbeiten (vgl. KRAUSE/HILDEBRAND, 2005).

Eine zuverlässige Quantifizierung von Maßnahmenwirkungen lässt sich auf der Ebene Gesamtstadt nur modellgestützt durchführen. Straßennetzbezogene Verkehrsstärken im motorisierten Verkehr lassen sich mit einem makroskopischen Verkehrsmodell für Bestandssituationen („Analysefall“) und definierte Struktur- und Infrastrukturentwicklungsszenarien („Prognosefälle“) abbilden. Die ermittelten Kenngrößen (Modal-Split, Verkehrsleistungen im motorisierten Verkehr etc.) und Kfz-Verkehrsbelastungen stellen die Grundlage zur Ermittlung von Veränderungspotenzialen in Bezug auf Umweltwirkungen dar, die sich ebenfalls mit makroskopischen Modellen zur straßennetz- bzw. flächenbezogenen Abbildung von Verkehrslärm und Luftschadstoffbelastungen (maßgebliche Komponenten sind nach derzeitigem Erkenntnisstand PM_{10} , $PM_{2,5}$ und NO_2) ermitteln lassen. Im Vergleich von Analysefall und Prognosefällen ergeben sich die verkehrlichen und umweltbezogenen Veränderungspotenziale aus den zugrunde gelegten Szenarien.

Zielsetzung des Vorhabens ist es vor diesem Hintergrund, die Umweltentlastungspotenziale des Radverkehrs bei einer wirksamen Radverkehrsförderung auf kommunaler Ebene anhand von gezielt ausgewählten Fallbeispielen (Beispielstädte) exemplarisch zu quantifizieren.

2 Methodische Vorgehensweise

2.1 Analysen

Die Zusammenstellung und Typisierung relevanter Strukturmerkmale dienen zunächst zur begründeten Ableitung von raum- und verkehrsbezogenen Strukturtypen. Relevante Merkmale der zu entwickelnden Typen sind möglicherweise: Einwohnerzahl, Raum-/Siedlungsstruktur, Raumlage, Verkehrsstruktur/-system (z. B. Ausgangs-Modal-Split, ÖV-System), Topografie, Klima etc. Ziel ist es, Strukturtypen zu definieren, für die exemplarische Beispielstädte gefunden werden können. Außerdem erfolgt eine Typisierung der Maßnahmen, die unter der Überschrift „Radverkehr als System“ Bestandteil eines umfassenden Gesamtkonzepts zur Radverkehrsförderung sind.

Die Recherche und Aufbereitung grundlegender Potenziale betreffen sowohl verkehrliche Potenziale im Hinblick auf den erzielbaren Anteil des Radverkehrs bzgl. Modal-Splits und Verkehrsleistungen als auch Umweltpotenziale hinsichtlich der im Vorhaben zu untersuchenden Faktoren; welche Faktoren relevant und daher im Weiteren differenziert zu untersuchen sind, wird an dieser Stelle ebenfalls näher analysiert. Methodisch erfolgt eine Auswertung der Fachliteratur und vorliegender Datenbestände zu Mobilitätskenngrößen des Radverkehrs (z. B. KONTIV, SrV, MiD, veröffentlichte Praxisbeispiele, BSV-eigene Planungen¹).

In einer Potenzialabschätzung für die zuvor definierten Strukturtypen soll das je Strukturtyp maximal erschließbare Potenzial im Radverkehr im Hinblick auf Modal-Split-Werte und Verkehrsleistungen in einer ersten Näherung abgeleitet werden. Dieser Arbeitsschritt dient gleichzeitig als Basis für die Vorauswahl derjenigen Strukturtypen, die anhand von Auswahlstädten näher untersucht werden sollen, und der Eingrenzung der in den Beispielstädten unterschiedlichen Strukturtyps erreichbaren Zielwerte (abschöpfbares Radverkehrspotenzial).

2.2 Auswahlstädte

Zunächst soll im Rahmen einer Sondierung eine Vorauswahl geeigneter Städte unterschiedlichen

Stadt	Modelldatum
Wiesbaden	2003
Mönchengladbach	2005
Aachen	2008
Witten	2005
Gütersloh	2007
Marburg	2000
Grevenbroich	2001
Fulda	2000
Coburg	2004
Lemgo	2004
Hückelhoven	2003
Mettmann	2006

Tab. 1: Auswahlstädte mit vorhandenem Verkehrsmodell

Strukturtyps erfolgen, für die durch Kontaktaufnahme die grundlegende Bereitschaft zur Teilnahme am Vorhaben abgefragt sowie das Vorhandensein relevanter Rahmenbedingungen und Voraussetzungen geprüft werden sollen. Vorrangig sollen dazu die bei BSV vorliegenden Kontakte zu Städten, für die makroskopische Verkehrsmodelle vorliegen (vgl. Tabelle 1), genutzt werden.

Im Ergebnis soll eine begründete Auswahl von drei Beispielstädten erfolgen, für die modellgestützte Potenzialermittlungen durchgeführt werden sollen.

2.3 Untersuchungen in den Beispielstädten

Die folgenden Arbeitsschritte erfolgen in den Beispielstädten nach gleicher Methodik, die Arbeiten sollen zeitlich weitgehend parallel ablaufen. Methodisch handelt es sich um szenarische Vorher-Nachher-Vergleiche, d. h., bezogen auf einen „Analysefall“ werden mehrere „Prognosefälle“ berechnet, die fortschreitende Umsetzungsstufen eines Szenarios „Optimale Radverkehrsförderung“ repräsentieren – im Vergleich (z. B. in sog. „Differenzenplänen“ darstellbar) ergeben sich die quantifizierten Potenziale des Radverkehrs im Hinblick auf eine Verminderung der Verkehrs- und Umweltbelastungen. Da die Potenzialermittlung auf Vergleichswerten basiert, kann auf eine detaillierte Aktualisierung und Kalibrierung der angewandten Modelle (Verkehr, Luft, Lärm) verzichtet werden.

¹ Bei BSV GmbH liegen aktuell über 50 Verkehrsentwicklungsplanungen für Städte unterschiedlicher Größenordnung und Raumlage vor, in rund 20 Fällen (Stadtgrößen von rund 40.000-500.000 Einwohnern) wurde ein makroskopisches Verkehrsmodell angewendet.

Die Aufbereitung der Bestandssituation umfasst jeweils die Übernahme und Aktivierung des Verkehrsmodells, die Auswertung und Darstellung der stadtspezifischen Verkehrsstrukturen (Netzstruktur im MIV und ÖV, Art/Differenzierung des ÖV-Systems, Stand der Radverkehrsplanung etc.) und Mobilitäts-/Verkehrskenngrößen (Modal-Split-Anteile, modale Wegelängenanteile, Verkehrsleistungen etc.) sowie die Modellrechnungen zur Darstellung der Bestandssituation im Hinblick auf Kfz-Verkehrsbelastungen, Luftschadstoffe und Verkehrslärm. Zur Quantifizierung weiterer relevanter Umweltkenngrößen (Klimagas, Verkehrsflächen etc.) sollen vereinfachte Ansätze entwickelt werden, für die Ergebnisse der Modellierung die Basis bilden.

Die Untersuchungen zum Entwicklungsszenario „Optimale Radverkehrsförderung“ gliedern sich jeweils in mehrere Teilschritte:

1. In einer deskriptiven Präzisierung des Szenarios werden die zugrunde gelegten Maßnahmen stadtspezifisch benannt und zu einem Gesamtkonzept zusammengefasst. Anschließend werden mehrere „Pakete“ für eine gestufte Umsetzung definiert, die sowohl einer zeitlichen als auch thematischen Stufung entsprechen können.
2. Die Abbildung der Szenariostufen im Verkehrsmodell soll auf der Ebene der räumlichen Verflechtungen (Verflechtungsmatrizen) erfolgen. Dadurch können spezifische Strukturmerkmale der jeweiligen Beispielstadt gezielt und realitätsnah berücksichtigt werden (z. B. wird auf Relationen mit stark bewegter Topografie ein geringeres Radverkehrspotenzial erschließbar sein als auf Relationen im ebenen Gelände, ergeben Relationen zwischen nah beieinander liegenden Quell-Ziel-Adressen ein höheres Potenzial als Relationen von größerer Distanz, wird auf bestimmten Relationen ein höherer Radverkehrsanteil erzielbar sein, wenn im Zielgebiet eine wirksame Parkraumbewirtschaftung erfolgt oder auf dem Weg ein sehr gutes ÖV-Angebot besteht). Maßgeblich sind somit aus Sicht des Radverkehrs diejenigen Verflechtungen, die eine hohe Potenzialerschließung erwarten lassen.
3. Die mit dem Verkehrsmodell auf der beschriebenen Basis prognostisch ermittelten Kfz-Verkehrsbelastungen und Mobilitätskennziffern dienen als Basis für die anschließende straßen-

netzbezogene Modellierung im Umweltbereich (Luft, Lärm etc.).

4. Abschließend erfolgen die Bewertung und Diskussion der Ergebnisse im Vorher-Nachher-Vergleich von Bestand („Analyse“) und Szenario/-stufen („Prognose“) zur Quantifizierung der in Bezug auf die einzelnen Faktoren erzielten Umweltentlastungspotenziale.

2.4 Schlussfolgerungen, Empfehlungen

Die Ergebnisse aus den Untersuchungen in den Beispielstädten werden in zweierlei Hinsicht zusammengefasst und aufbereitet: zum einen zur genaueren Quantifizierung der Umweltentlastungspotenziale der definierten Strukturtypen und damit zu einer Zuschärfung der Ergebnisse aus dem Arbeitsschritt Analysen/Potenzialabschätzung, zum anderen zur Ableitung von Schlussfolgerungen für die Radverkehrsplanung auf kommunaler Ebene im Hinblick auf die Relevanz von einzelnen Maßnahmenpaketen.

3 Potenzialabschätzung im Rahmen der Verkehrsentwicklungsplanung

Ein Verkehrsentwicklungsplan (VEP) oder ähnliche Instrumente der Stadt- und Verkehrsplanung (z. B. Gesamtverkehrsplan oder Masterplan Mobilität) leiten die Bedürfnisse und Anforderungen der Stadt an ihre Infrastruktur (z. B. Straßennetz, Schienennetz, Fuß- und Radverkehrsnetz) aus der Analyse des Ist-Zustands ab und stellen sie im gesamtstädtischen und regionalen Kontext dar.

Diese Planungsinstrumente befassen sich mit dem Fußgänger- und Radverkehr, mit dem öffentlichen Verkehr und dem motorisierten Individualverkehr. Sie beziehen auch den Wirtschaftsverkehr von Personen und Gütern mit ein. Dies erfolgt in einer integrierten Betrachtungsweise, um jedem Verkehrsmittel seine Rolle gemäß seiner spezifischen Vorteile zukommen lassen zu können.

Ein VEP z. B. stellt die mittelfristig angestrebte Entwicklung aller Verkehrssysteme im gesamten Stadtgebiet dar und bezieht den regionalen Zusammenhang mit ein. Er trifft auch Aussagen über den

„Betrieb“ der Verkehrsinfrastruktur. Hierbei geht es beispielsweise um die Taktzeiten von Bus-, Straßen- und S-Bahnlinien im öffentlichen Verkehr, die zukünftige Steuerung der Lichtsignalanlagen oder um die Parkraumbewirtschaftung im Kfz-Verkehr. Da das beste Angebot nicht angenommen wird, wenn es bei der Bevölkerung nicht bekannt ist, enthält der VEP auch Hinweise zu geeigneten Marketing- und Kommunikationskonzepten für das Verkehrssystem.

Verkehr ist nur selten ein Selbstzweck. Er entsteht aus den Strukturen einer Stadt und deren Region. Verkehr resultiert aus dem Mobilitätsanspruch der Einwohner, durch Arbeitsplätze, durch Ausbildungsangebote und nicht zuletzt durch die wirtschaftlichen Aktivitäten im Produktions- oder Dienstleistungsgewerbe. Die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit einer Stadt hängt dabei im hohen Maße von der Funktionsfähigkeit ihrer Verkehrssysteme ab.

Aufgrund seines gesamtheitlichen Anspruches stellt der VEP einen Kompromiss aus den Zielen verschiedener Teilbereiche dar. Dieser Spagat muss u. a. zwischen den Belangen der Bereiche Soziales, Umwelt, Sicherheit, Wirtschaft sowie den Funktionsanforderungen der Verkehrssysteme und der Gestaltung des Stadt- und Straßenraumes stattfinden.

Der VEP stellt diese Abhängigkeiten dar und berücksichtigt sie in seinen Konzepten. Er macht aber auch Aussagen darüber, welche zukünftigen Strukturentwicklungen in welchem Maße verkehrlich wünschenswert oder welche problematisch sein könnten.

Wegen der Aufgabenfülle kann der VEP nur eine begrenzte Detailtiefe besitzen und damit nur exemplarisch Aussagen über konkrete Planungen oder Lösungsvorschläge für räumlich begrenzte Probleme treffen.

Die Grundlage für die Erarbeitung eines Verkehrsentwicklungsplans ist die Analyse des aktuellen Verkehrsgeschehens. Als Informationsquellen dienen u. a. Haushaltsbefragungen zum Mobilitätsverhalten und städtische Verkehrs- und Strukturdaten. Diese Bestandsaufnahme soll z. B. im Rahmen eines Verkehrsentwicklungsplans sowohl die bestehenden Mängel und Konflikte aufzeigen als auch die vorhandenen Qualitäten und weiteren Potenziale feststellen.

Dieser eingehenden Analyse schließt sich die Entwicklung von verschiedenen Zukunftsbildern, der

so genannten „Szenarien“, an. Sie bilden einen zentralen Bestandteil der Verkehrsentwicklungsplanung, insbesondere dann, wenn die wesentlichen Wechselwirkungen mit der Stadtentwicklung und den Verhaltensweisen im Verkehr angemessen berücksichtigt werden sollen.

Die Grundlage für die Szenarien bildet die Basisprognose zur zukünftigen Entwicklung der Stadt. In diese „Analyse der Zukunft“ fließen alle heute vorhersehbaren Entwicklungen und Änderungen ein, wie z. B. die Entwicklung der Bevölkerungsstruktur oder die Umsetzung schon beschlossener Maßnahmen.

Die Szenarien zeichnen anschließend ein Bild der denkbaren Entwicklungen unter verschiedenen angenommenen Voraussetzungen auf – sie spielen also das „Was-wäre-wenn“ unter verschiedenen Vorzeichen durch. Die so entwickelten Szenarien vermitteln Erkenntnisse darüber, mit welchen verkehrsplanerischen Maßnahmen welche Wirkungen und Ergebnisse erzielt werden können.

Mit Hilfe eines rechnergestützten Verkehrssimulationsmodells können die Auswirkungen jedes Sze-

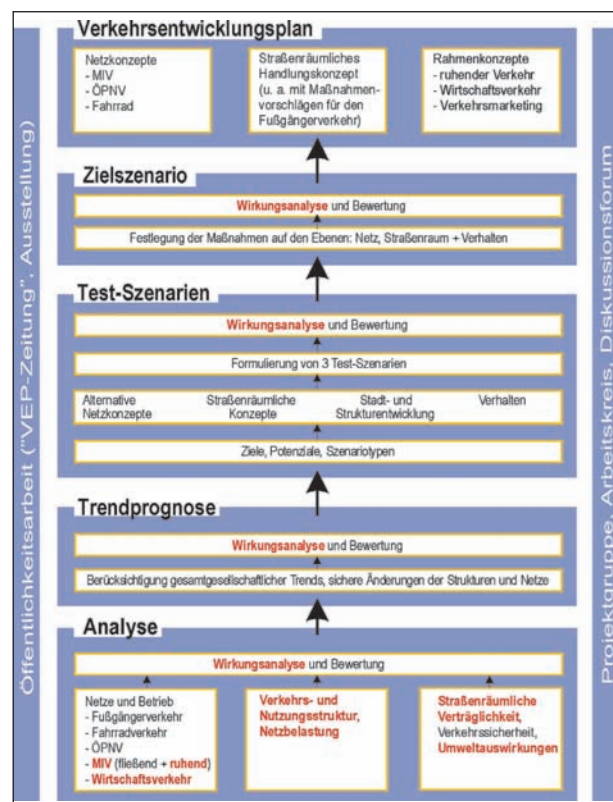


Bild 1: Vorgehensweise im Rahmen eines Verkehrsentwicklungsplans

narios auf das Verkehrsaufkommen, die Verkehrsverflechtungen, die Verkehrsmittelwahl, die Belastungen in den einzelnen Verkehrssystemen, die straßenräumliche Verträglichkeit und die Umweltbedingungen – wie etwa Lärm- oder Luftemissionen – ermittelt werden. Hierdurch lässt sich die Wirksamkeit der Szenarien zur Erreichung der vorgegebenen Verkehrsentwicklungsziele verlässlich angeben. Damit wird eine fundierte Basis für die kommunalpolitische Diskussion und Entscheidungsfindung geschaffen.

Nach der Formulierung eines Zielszenarios und der Abschätzung seiner Auswirkungen wird ein Gesamtkonzept erarbeitet, das als Leitlinie für die zukünftige, konkrete Verkehrsplanung dienen soll.

Beispiele zu durchgeführten Verkehrsentwicklungsplanungen sind Auszugsweise für die Landeshauptstadt Wiesbaden und die Städte Aachen, Ulm/Neu-Ulm, Mönchengladbach und Coburg im Anhang I dargestellt.

Für die Städte Wiesbaden, Ulm/Neu-Ulm, Aachen, Marburg und Gütersloh wurden im Rahmen der jeweiligen Verkehrsentwicklungsplanung die maximalen Potenziale für den Umweltverbund auf Basis des Prognose-Null-Falls im Bezug zu den „Push + Pull“-Szenarien ermittelt. Für die Städte Mönchengladbach, Coburg, Grevenbroich, Witten, Fulda, Lemgo, Hückelhoven und Mettmann wurden die Konzepte zur Verkehrsentwicklung ohne die Betrachtung eines „Push + Pull“-Szenarios abgeleitet. Die aus den Wirkungsanalysen ermittelten Modal-Split-Werte verschiedener Auswahlstädte sind in Tabelle 2 bis Tabelle 8 zusammenfassend dargestellt.

Ergänzend zu den Auswahlstädten sind die Modal-Split-Werte aus den abgeschlossenen Verkehrsentwicklungsplänen der Stadt München (2006) und der Stadt Düsseldorf (2007) in Tabelle 9 bzw. Tabelle 10 dargestellt. Auch hier wurde ohne Einbezug eines „Push + Pull“-Szenarios das Verkehrskonzept anhand konkreter Maßnahmen abgeleitet.

Stadt	Verkehrsmittel	Modal-Split Analyse 1994	Randbedingungen	Modal-Split Null-Fall 2010	Maßnahmen Push + Pull	Modal-Split Push + Pull 2010	Modal-Split Zielkonzept 2010
Wiesbaden	Pkw	59 %	<ul style="list-style-type: none"> • Metropolregion Rhein-Main wächst weiter • Realisierung der Entwicklungsgebiete • Einwohnerzahl steigt • Zahl der Erwerbspersonen steigt • Zahl der Beschäftigten steigt 	60 %	<ul style="list-style-type: none"> • Bündelung und Pfortnerung des Kfz-Verkehrs • Reduzierung des Parkraums in der Innenstadt • Ausdehnung des Anwohnerparkens • P + R im Stadtgebiet nur in Verbindung mit Pfortneranlagen 	46 %	52 %
	ÖV	18 %		16 %	<ul style="list-style-type: none"> • P + R in kleinen und mittleren Einheiten in der Region • Einführung einer regionalen Stadtbahn mit abgestimmten Bussystem • Einführung von Schnell- und Ortsteilbussen • Dichte ÖPNV-Verbindungen mit der Region • Anlage weiterer Busspuren auch außerhalb der Innenstadt 	26 %	22 %
	Rad	3 %		4 %	<ul style="list-style-type: none"> • Ausbau eines dichten, geschlossenen Radverkehrsnetzes, auch zu lasten des MIV 	5 %	5 %
	Fuß	20 %		20 %	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung von Querungsbedingungen auch mit Einschränkungen für den MIV • Ausdehnung der Fußgängerzone in der Innenstadt und Ortsteilzentren, auch zu lasten der MIV-Leistungsfähigkeit 	23 %	21 %

Tab. 2: Modal-Split im Gesamtverkehr für die Analyse 1994, die Test-Szenarien 2010 und das Zielkonzept 2010 im Rahmen des Verkehrsentwicklungsplans der Landeshauptstadt Wiesbaden

Stadt	Verkehrsmittel	Modal-Split Analyse 1991	Randbedingungen	Modal-Split Null-Fall 2005	Maßnahmen Push + Pull	Modal-Split Push + Pull 2005	Modal-Split Zielkonzept 2005
Ulm/Neu-Ulm	Pkw	60 %	<ul style="list-style-type: none"> neue Flächen für Wohnungen, Handels-, Dienstleistungs- und Gewerbegebiete steigende Einwohnerzahl steigende Anzahl Beschäftigter steigende Anzahl Erwerbstätiger Motorisierung steigt nur noch unwesentlich Anzahl der täglichen Wege pro Person bleibt konstant Bereitschaft zum Umsteigen auf den Umweltverbund nimmt erheblich zu Verkehrsverhalten wird umweltbetonter 	55 %	<ul style="list-style-type: none"> Aufhebung der Durchfahrbarkeit der Innenstädte Bündelung des ruhenden Verkehrs und Einrichtung von Tempo 30-Zonen Ausbau des Hauptverkehrsstraßennetzes außerhalb der Innenstädte Bündelung des Schwerverkehrs mit Geschwindigkeitsbeschränkungen und Fahrverboten für Lkw 	43 %	53 %
	ÖV	10 %		15 %			
	Rad	10 %		10 %	<ul style="list-style-type: none"> Herstellung geschlossener Netze mit einer zentralen Achse quer durch die Innenstadt 	13 %	9 %
	Fuß	20 %		20 %	<ul style="list-style-type: none"> Herstellung geschlossener Netze 	20 %	19 %

Tab. 3: Modal-Split im Gesamtverkehr für die Analyse 1991, die Test-Szenarien 2005 und das Zielskonzept 2005 im Rahmen des Verkehrsentwicklungsplans der Städte Ulm und Neu-Ulm

Stadt	Verkehrsmittel	Modal-Split Analyse 1994	Randbedingungen	Modal-Split Null-Fall 2010	Maßnahmen Push + Pull	Modal-Split Push + Pull 2010	Modal-Split Zielkonzept 2002
Aachen	Pkw	58 %	<ul style="list-style-type: none"> neue Wohn- und Gewerbegebiete steigende Einwohnerzahl steigende Anzahl Beschäftigter steigende Anzahl Erwerbstätiger steigende Anzahl Berufspendler Motorisierung und Anzahl der täglichen Wege pro Person bleibt konstant Bereitschaft zum Umsteigen auf den Umweltverbund nimmt zu und wird von außen gefördert 	55 %	<ul style="list-style-type: none"> Bündelung und Pfortnerung des Kfz-Verkehrs Reduzierung und Bewirtschaftung des Parkraums 	44 %	49 %
	ÖV	12 %		15 %			
	Rad	8 %		8 %	<ul style="list-style-type: none"> Ausbau eines zusammenhängenden Radverkehrsnetzes 	11 %	9 %
	Fuß	22 %		22 %	<ul style="list-style-type: none"> Ausdehnung der fußgängerfreundlichen Innenstadt 	23 %	23 %

Tab. 4: Modal-Split im Gesamtverkehr für die Analyse 1994, die Test-Szenarien 2010 und das Einstiegsszenario 2002 (Zielkonzept 2002) im Rahmen des Verkehrsentwicklungsplans der Stadt Aachen

Stadt	Verkehrsmittel	Modal-Split Analyse 1999	Randbedingungen	Modal-Split Null-Fall 2010	Maßnahmen Push + Pull	Modal-Split Push + Pull 2010	Modal-Split Zielkonzept 2010
Marburg	Pkw	65 %	<ul style="list-style-type: none"> Einwohnerzahl steigt Realisierung der Siedlungserweiterung Zahl der Beschäftigten steigt Zahl der Erwerbstätigen steigt geringe Mobilitätssteigerung Veränderungen der Tagespegel durch die Flexibilisierung der Ladenöffnungszeiten 	65 %	<ul style="list-style-type: none"> Einwirkung auf den Durchgangsverkehr durch Netzunterbrechung Anpassungen im MIV-Netz Einführung von Tempo 30 Zonen 	58 %	59 %
	ÖV	15 %		15 %			
	Rad	5 %		5 %	<ul style="list-style-type: none"> Ausbau eines Zusammenhängenden Radverkehrsnetzes mit Fahrradachsen 	7 %	7 %
	Fuß	15 %		15 %	<ul style="list-style-type: none"> Konsequente Förderung des Fußgängerverkehrs durch Flächenaufweitung und Überquerungshilfen 	15 %	15 %

Tab. 5: Modal-Split im Gesamtverkehr für die Analyse 1999, die Test-Szenarien 2010 und das Zielkonzept 2010 im Rahmen des Verkehrsentwicklungsplans der Stadt Marburg

Stadt	Verkehrsmittel	Modal-Split Analyse 1997	Randbedingungen	Modal-Split Null-Fall 2010	Maßnahmen Push + Pull	Modal-Split Push + Pull 2010	Modal-Split Zielkonzept 2010
Gütersloh	Pkw	50 %	<ul style="list-style-type: none"> Zunahme der Bevölkerung Zahl der Beschäftigten steigt Realisierung von Gewerbegebieten Mobilität bleibt annähernd konstant 	51 %	<ul style="list-style-type: none"> Aufhebung der Durchfahrbarkeit der Innenstädte Ergänzung der Tempo 30-Zonen 	46 %	47 %
	ÖV	5 %		5 %	<ul style="list-style-type: none"> Anpassung an die NVP-Konzeption Taktverdichtung und Netzergänzung durch City-Bus Ausweitung von Verknüpfungspunkten Streckung der vorhandenen Stadtlinien 	8 %	8 %
	Rad	24 %		23 %	<ul style="list-style-type: none"> Anpassung an die aktuelle StVO Schließung vorhandener Netzlücken 	24 %	24 %
	Fuß	21 %		21 %	<ul style="list-style-type: none"> Beschleunigung und Qualitätsverbesserung durch Ausweisung von Achsen auch zum Nachteil des MIV 	22 %	21 %

Tab. 6: Modal-Split im Binnenverkehr für die Analyse 1997, die Test-Szenarien 2010 und das Zielkonzept 2010 im Rahmen des Verkehrsentwicklungsplans der Stadt Gütersloh

Stadt	Verkehrsmittel	Modal-Split Analyse 2001	Randbedingungen	Modal-Split Null-Fall 2015	Modal-Split Zielkonzept 2015
Grevenbroich	Pkw	65 %	<ul style="list-style-type: none"> Zahl der Einwohner steigt neue Wohn- und Gewerbegebiete werden realisiert Die Zahl der Erwerbstätigen nimmt zu Anzahl der Arbeitsplätze steigt Alterung der Wohnbevölkerung Veränderung der Pkw-Verfügbarkeit Anzahl der Wege nimmt zu Anstieg der Motorisierung Zunahme der Wegeketten Veränderung der Haushaltsstruktur Verschiebung der Arbeitszeiten weg von Verkehrsspitzen Änderungen der Ladenöffnungszeiten 	67 %	67 %
	ÖV	9 %		9 %	9 %
	Rad	11 %		10 %	10 %
	Fuß	15 %		14 %	14 %

Tab. 7: Modal-Split im Gesamtverkehr für die Analyse 2001, das Test-Szenario 2010 und das Zielkonzept 2010 im Rahmen des Verkehrsentwicklungsplans der Stadt Grevenbroich

Stadt	Verkehrsmittel	Modal-Split Analyse 2005	Randbedingungen	Modal-Split Null-Fall 2015	Modal-Split Zielkonzept 2015
Mönchengladbach	Pkw	59 %	<ul style="list-style-type: none"> Bevölkerungsentwicklung ist leicht rückläufig Zunahme der Beschäftigtenzahl Realisierung von Gewerbegebieten Flexibilisierung der Geschäfts- und Arbeitszeiten Pkw-Verfügbarkeit nimmt zu Wegeaufkommen bleibt konstant räumliche Verflechtungen bleiben konstant 	62 %	-
	ÖV	16 %		15 %	-
	Rad	7 %		6 %	-
	Fuß	18 %		17 %	-

Tab. 8: Modal-Split im Gesamtverkehr für die Analyse 2005 und das Test-Szenario 2015 im Rahmen des Verkehrsentwicklungsplans der Stadt Mönchengladbach

Stadt	Verkehrsmittel	Modal-Split Analyse 2001	Randbedingungen	Modal-Split Null-Fall 2020	Modal-Split Zielkonzept 2020
Düsseldorf	Pkw	53 %	<ul style="list-style-type: none"> · Einwohnerzahl sinkt · Zahl der Beschäftigten sinkt · Ansteigende Zahl der Ausbildungsplätze · Pkw-Verfügbarkeit nimmt zu · steigende Verkaufsfläche in der Innenstadt · Zunahme von flexiblen Arbeitszeiten · Anzahl der täglichen Wege pro Person steigt an 	57 %	55 %
	ÖV	22 %		21 %	20 %
	Rad	6 %		5 %	7 %
	Fuß	19 %		17 %	18 %

Tab. 9: Modal-Split im Gesamtverkehr für die Analyse 2001, das Test-Szenario 2020 und das Zielkonzept 2010 im Rahmen des Verkehrsentwicklungsplans der Landeshauptstadt Düsseldorf

Stadt	Verkehrsmittel	Modal-Split Analyse 2000	Randbedingungen	Modal-Split Null-Fall 2015	Modal-Split Zielkonzept 2015
München	Pkw	42 %	<ul style="list-style-type: none"> · leichte Zunahme der Mobilität · Zunahme komplexer Wegeketten · Zunahme der Verkehrsleistung · Veränderung der Verkehrsnachfrage im Tagesverlauf · Veränderung der Geschlechterrolle · Verschiebung der Arbeitszeiten weg von Verkehrsspitzen · Verlagerung/Verlängerung von Öffnungszeiten · Ausweitung von Teleworking 	45 %	44 %
	ÖV	32 %		31 %	32 %
	Rad	8 %		8 %	8 %
	Fuß	18 %		16 %	16 %

Tab. 10: Modal-Split im Binnverkehr für die Analyse 2000, das Test-Szenario 2015 und das Zielkonzept 2015 im Rahmen des Verkehrsentwicklungsplans der Landeshauptstadt München

4 Aufbereitung relevanter Strukturmerkmale

Zunächst erfolgten die Zusammenstellung und Typisierung relevanter Strukturmerkmale von Kommunen. Der Arbeitsschritt dient zur begründeten Ableitung von raum- und verkehrsbezogenen Strukturtypen. Relevante Merkmale der zu entwickelnden Typen können beispielsweise die Einwohnerzahl, die Raum- und Siedlungsstruktur, die Raumlage, die Verkehrsstruktur, das Verkehrssystem, die Orografie und das Klima sein.

Ziel ist es, maßgebliche Strukturtypen von Kommunen zu definieren, für die in späteren Arbeitsschritten zum einen exemplarische Beispielstädte gefunden werden können und auf deren Basis zum anderen eine Übertragung der strukturtypbezogenen Einsparpotenziale auf die nationale Ebene erfolgen kann.

4.1 Raumstruktur der Auswahlstädte im Vergleich

Das Erscheinungsbild eines größeren Gebietes wird geprägt durch die räumliche Verteilung von Bevölkerung, Arbeitsplätzen und Infrastrukturen in ihren Standorten und wechselseitigen räumlichen Verflechtungen. Im engeren Sinne kann darunter auch eine Flächennutzungsstruktur verstanden werden. Sie beinhaltet Verteilungen, Dichten, Verbreitungen und Anteile bestimmter Raumstrukturelemente wie Wohn- und Gewerbesiedlungen, Verkehrsflächen, punkt- und bandförmige Infrastrukturen, Freiflächen und anderes. In einem weiter gefassten Sinne können in einen Raumstrukturbegriff auch Kapazitäten, Potenziale und Tragfähigkeiten einbezogen werden.

Im Rahmen der Analyse durchgeführter Verkehrsentwicklungsplanungen wurden die wesentlichen

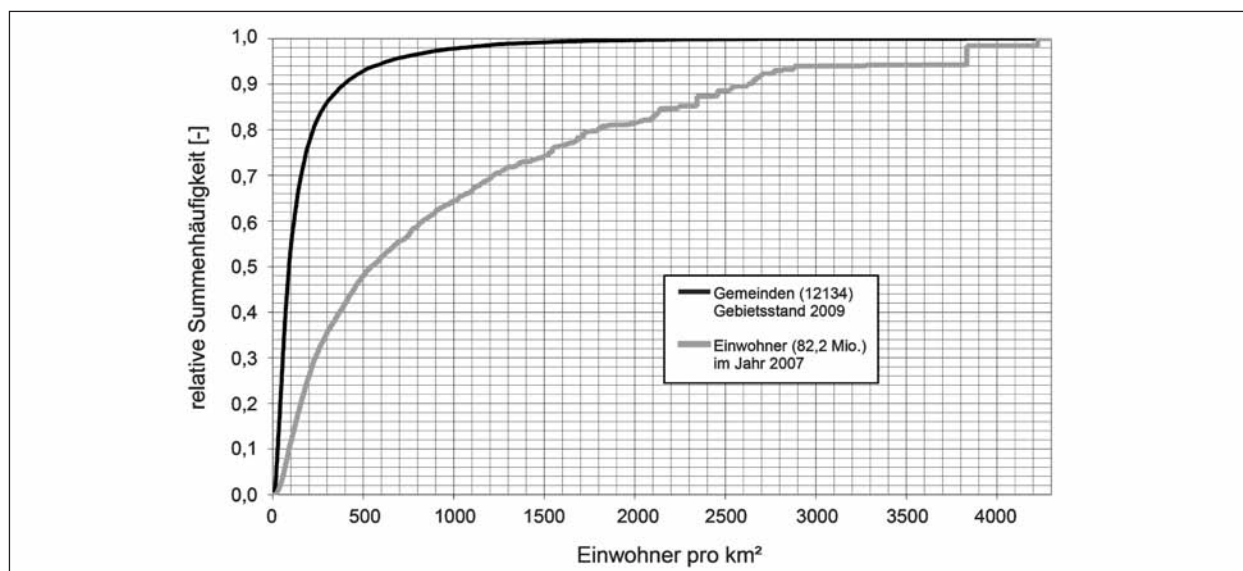


Bild 2: Einordnung des Indikators Einwohnerdichte auf der Ebene der Gemeinden in der Bundesrepublik Deutschland; Datengrundlage: Gemeindeverzeichnis GV 2000, Bundesamt für Statistik, Wiesbaden, 2009; eigene Auswertung

Einflussgrößen auf die Verkehrskennziffern zusammengestellt. Die quantitativen Variablen zur Beschreibung der Raumstruktur sind die Einwohnerzahl und die Einwohnerdichte. Qualitativ beschreibt die Zentralität eines Ortes, welche Funktionen bei der Versorgung mit Gütern und Dienstleistungen ausüben werden.

Bild 2 verdeutlicht den Indikator Einwohnerdichte auf der Ebene der Bundesrepublik. Hiernach haben ca. 50 % aller Gemeinden in Deutschland (ohne gemeindefreie Gebiete) eine Einwohnerdichte von kleiner als 100 EW/km². In diesen etwa 6.000 Gemeinden leben 10 % der Einwohner der Bundesrepublik Deutschland. 50 % der Gesamtbevölkerung lebt in Gemeinden mit einer Einwohnerdichte von mindestens 550 EW/km².

Dies bedeutet, dass die Hälfte der Einwohner in ca. 6 % aller Gemeinden lebt.

Für räumliche Analysen sowie für raumordnungspolitische Aussagen, Ziele und Leitbilder ist es erforderlich, Raumstruktur zu typisieren. Frühere Typisierungen wie z. B. Stadt und Land, Verdichtungsräume und ländliche Räume greifen heute zu kurz, da Raumentwicklungen quer zu diesen Raumtypen verlaufen. Wachstum und Schrumpfung von Bevölkerung findet zum Beispiel nicht nur jeweils in einem dieser Typen statt, sondern beides in beiden.

Der Raumordnungsbericht 2005 (vgl. BBR, 2005) enthält deshalb eine neue Typisierung des Raumes nach Bevölkerungsdichte und Zentralität mit

einer neuen Methodik (vgl. Bild 3). Danach lässt sich der Raum in Zentral-, Zwischen- und Periphereräume unterschiedlicher Dichte gliedern. Die Zentralräume mit den Großstädten im Kern bilden die hoch verdichteten Bereiche mit hohen Bevölkerungs- und Beschäftigtenzahlen. Der Periphererraum ist vor allem durch dünn besiedelte ländliche Gebiete gekennzeichnet. Der Zwischenraum verbindet mit seiner städtisch-ländlich geprägten Mischstruktur diese beiden Strukturtypen in Form von Übergangszonen und Achsen mit besonderer Lagegunst zu den Zentren (vgl. BMVBS, 2010)

In Tabelle 11 sind die Raumordnungsfunktion in Form der Zentralität einer Stadt sowie die Kennzahlen Einwohner und Einwohnerdichte für die Auswahlstädte, die für weitere Analysen zur Verfügung stehen, aufgeführt. Die Auswahlstädte weisen Einwohnerdichten zwischen 415 Einw./km² (Lemgo) bis 1.612 Einw./km² (Aachen) auf. Die Städte Wiesbaden, Mönchengladbach, Aachen, Witten und Mettmann sind nach Bild 3 dem inneren Zentralraum und die Städte Hückelhoven und Grevenbroich dem äußeren Zentralraum zuzuordnen. Marburg, Fulda und Gütersloh liegen entsprechend der Definition des Raumordnungsberichts 2005 im Zwischenraum mit Verdichtungsansätzen. Dem Periphererraum mit Verdichtungsansätzen sind die Städte Coburg und Lemgo zuzuordnen.

Zur Konkretisierung einer Auswahl von drei Beispielstädten für die weiteren Analysen wurden die Daten der Verkehrserhebung „Mobilität in Städten – SrV“ aus dem Jahr 2008 herangezogen. Insgesamt

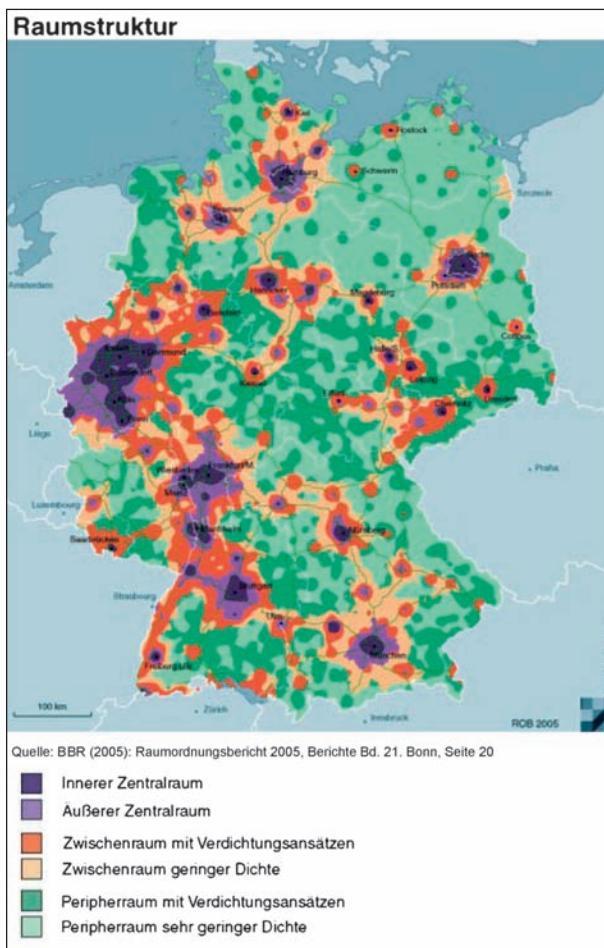


Bild 3: Raumstruktur nach Zentrenreichtbarkeit und Bevölkerungsdichte; BBR (2005): Raumordnungsbericht 2005

standen hierfür Mobilitätskenngrößen von 44 Städten mit unterschiedlichen Struktureigenschaften zur Verfügung. Bei einer Verteilung der SrV-Städte über die Zentralität nach dem Raumordnungsbericht 2005 werden die gleichen Kategorien wie bei den zur Verfügung stehenden Auswahlstädten besetzt.

Im Bezug auf die Modal-Split-Verteilung im Gesamtverkehr zeigt sich bei den 44 SrV-Städten, dass mit abnehmender Zentralität der MIV-Anteil im Mittel der betrachteten Städte ansteigt und der ÖPV-Anteil im Mittel sinkt. Für den Anteil im Rad- und Fußverkehr sind in Bezug auf die Zentralität keine eindeutigen Tendenzen festzustellen (vgl. Bild 4).

Die SrV-Städte wurden nach AHRENS (2009) auf Grundlage ihrer Einwohnerzahl in fünf Einwohnerklassen eingeteilt. Bei der Zuordnung der 44 SrV-Städte zu den entsprechenden Einwohnerklassen zeigt sich, dass bei Klassen mit höheren Einwohnerzahlen auch immer ein höherer ÖPV-Anteil (im Mittel der betrachteten Städte) zu verzeichnen ist. Für den Anteil im Radverkehr hingegen ist kein kontinuierlicher Verlauf in Bezug auf die Einwohnerklassen festzustellen (vgl. Bild 5). Städte mit Radverkehrsanteilen über 20 % sind dabei in allen Einwohnerklassen vertreten.

Auswahlstadt	Raumordnungs-funktion	Einwohner ²⁾		Beschäftigte 2009 ³⁾			
		Anzahl	Dichte [Einw./km ²]	Anzahl	Anteil Wohnort	Anteil Einpendler	Anteil Auspendler
Wiesbaden	Oberzentrum	276.000	1 357	159.920	33 %	43 %	24 %
Mönchengladbach	Oberzentrum	260.000	1 519	114.353	41 %	31 %	28 %
Aachen	Oberzentrum	259.000	1 612	129.764	40 %	45 %	15 %
Witten	Mittelzentrum	101.000	1 370	46.437	30 %	33 %	37 %
Mettmann	Mittelzentrum	39.000	930	19.438	20 %	36 %	44 %
Hückelhoven	Mittelzentrum	41.000	645	15.877	18 %	27 %	55 %
Grevenbroich	Mittelzentrum	65.000	626	31.973	26 %	33 %	41 %
Marburg	Oberzentrum	79.000	644	44.578	31 %	54 %	15 %
Fulda	Oberzentrum	64.000	616	49.207	26 %	60 %	14 %
Gütersloh	Mittelzentrum	96.000	860	60.356	34 %	43 %	23 %
Coburg	Oberzentrum	42.000	855	34.822	26 %	61 %	13 %
Lemgo	Mittelzentrum	42.000	415	21.429	30 %	38 %	32 %

1) Farbzuzuordnung nach Legende Bild 3

2) Datengrundlage: Gemeindeverzeichnis GV 2000, Bundesamt für Statistik, Wiesbaden, 2009

3) Datengrundlage: Bundesagentur für Arbeit – Statistik Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Wohn- und Arbeitsort 2009; eigene Auswertung; die Anzahl der Beschäftigten setzt sich hierbei aus der Summe der Beschäftigten an Wohnort, den Einpendlern und den Auspendlern zusammen.

Tab. 11: Strukturdaten der Auswahlstädte mit vorhandenem Verkehrsmodell¹⁾

Weitere Strukturdaten, die als Grundlage für eine verkehrliche Wirkungsanalyse dienen, sind die Anzahl der Beschäftigten und der damit verbundenen

Anteile an Pendlern. Pendler legen zumeist weitere Wege zurück. Voraussetzung zur Verlagerung des MIV-Pendlerverkehrs auf den Umweltverbund

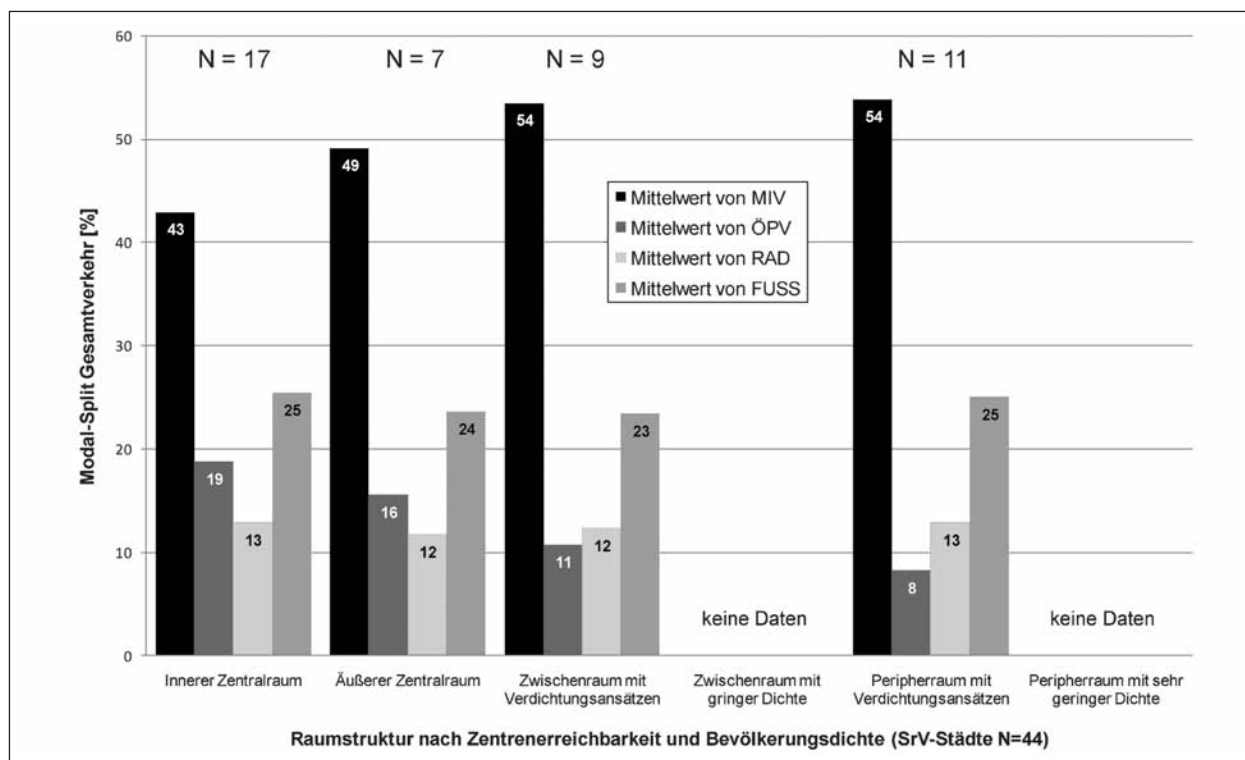


Bild 4: Raumstruktur nach Zentrenreichbarkeit und Bevölkerungsdichte (SrV-Städte) in Bezug zum Modal-Split im Gesamtverkehr; Datenquelle: Mobilität in SrV-Städten 2008, 2009 und laufende Raubeobachtungen des BBSR, 2008

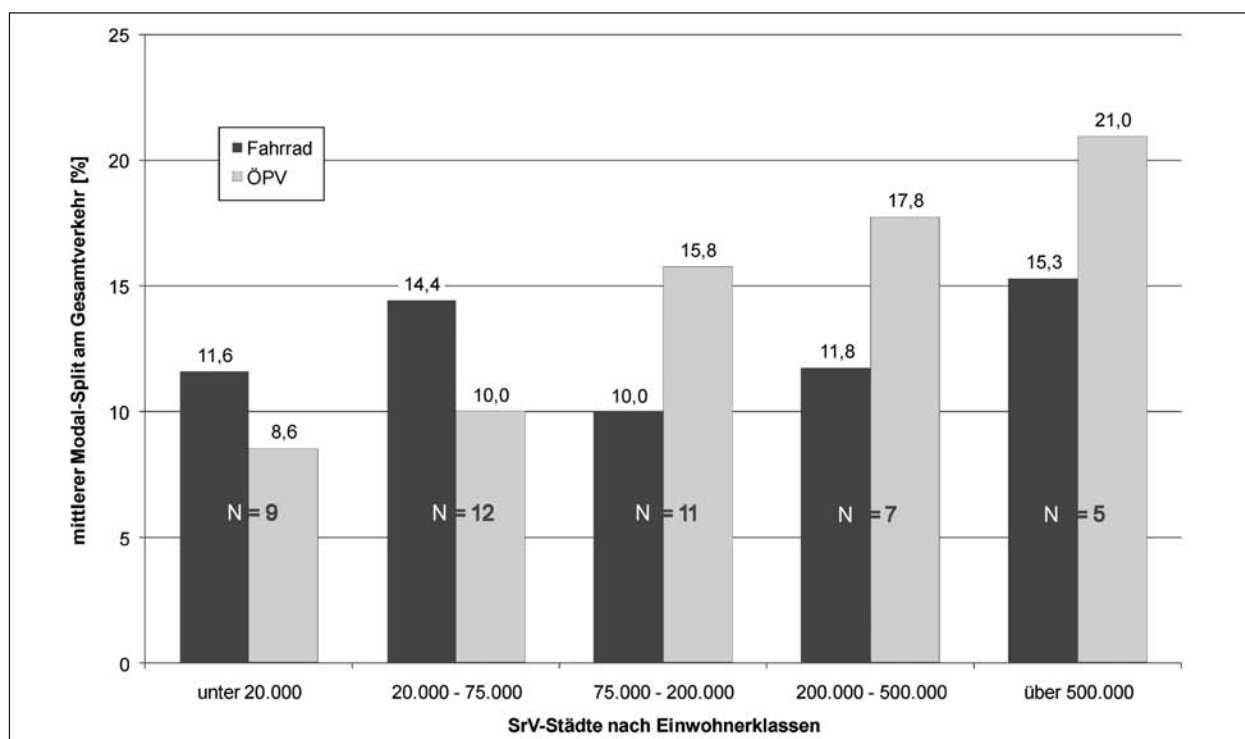


Bild 5: Einfluss der Raumkategorie auf die Verkehrsmittelwahl – Vergleich Fahrrad und ÖPV (SrV-Städte); Datenquelle: Mobilität in SrV-Städten 2008, 2009

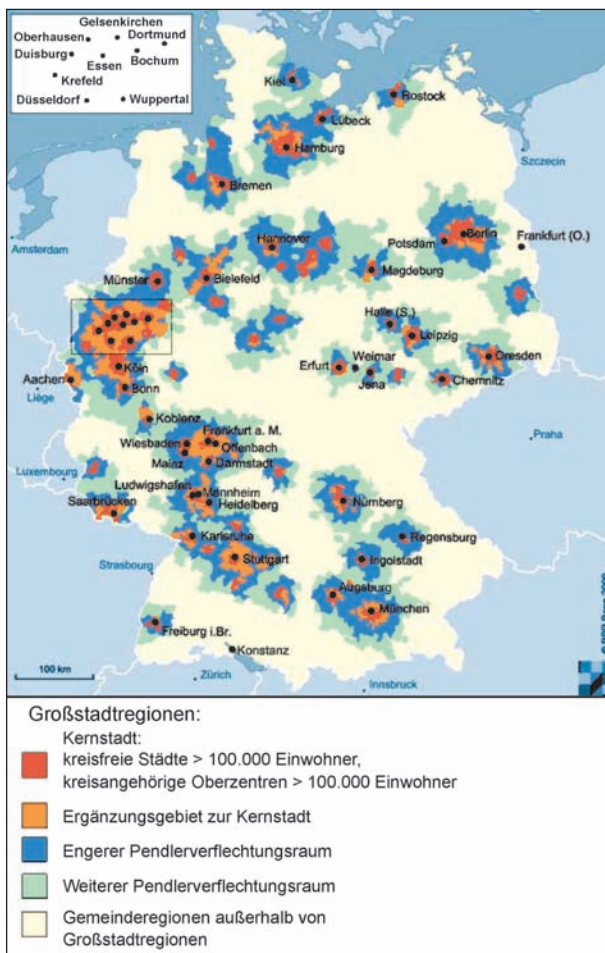


Bild 6: Lagegunst zu Großstadregionen; laufende Raumbearbeitung des BBSR, 2008

(z. B. ÖPNV + Rad) ist ein entsprechend hierauf abgestimmtes Angebot (z. B. die Anlage von Verknüpfungspunkten).

Eine hierauf bezogene Möglichkeit der Raumabgrenzung ist die Einteilung in stadregionale Zonen auf Grundlage der Pendlerverflechtungsmatrix. Die Kernstädte der stadregionalen Zonen bilden kreisfreie Städte mit über 100.000 Einwohnern sowie kreisangehörige Oberzentren mit mehr als 100.000 Einwohnern. Das Ergänzungsgebiet enthält an die Kernstadt angrenzende Gemeinden mit hoher Bevölkerungsdichte und enger Pendlerbeziehung zur Kernstadt. Der Außenbereich der Stadtregion wird nach dem Grad der Pendlerverflechtung in zwei Zonen unterschieden, den engeren und den weiteren Pendlerverflechtungsraum (vgl. Bild 6). In Tabelle 12 sind entsprechend der Definition der stadregionalen Zonen die zur Verfügung stehenden Auswahlstädte zugeordnet und durch die kennzeichnende Beschäftigten- und Pendlerstatistik ergänzt. Demnach sind die Städte Wiesbaden, Mönchengladbach, Aachen, Witten und Mettmann der Kategorie Kernstadt zuzuordnen. Die Städte Gütersloh und Grevenbroich liegen im Ergänzungsgebiet zur Kernstadt. Die Stadt Hückelhoven liegt im engeren und die Stadt Lemgo im weiteren Pendlerverflechtungsraum. Den Gemeinderegionen außerhalb von Großstadregionen sind die Städte Marburg, Coburg und Fulda zuzuordnen.

Auswahlstadt	Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte ²⁾					
	Wohnort	Arbeitsort	Pendler			
			ein	aus	Saldo	Überschuss ³⁾
Wiesbaden	90.518	122.209	69.402	37.711	+ 31.691	+ 11,5
Mönchengladbach	78.637	81.936	35.716	32.417	+ 3.299	+ 1,3
Aachen	71.039	110.114	58.725	19.650	+ 39.075	+ 15,1
Witten	30.924	29.325	15.513	17.112	- 1.599	- 1,6
Mettmann	12.372	10.915	7.066	8.523	- 1.457	- 3,7
Gütersloh	34.516	46.233	25.840	14.123	+ 11.717	+12,2
Grevenbroich	21.332	18.790	10.641	13.183	- 2.542	- 3,9
Hückelhoven	11.545	7.202	4.332	8.675	- 4.343	- 10,6
Lemgo	13.210	14.484	8.219	6.945	+ 1.274	+ 3,0
Marburg	20.574	37.945	24.004	6.633	+ 17.371	+ 22,0
Coburg	13.669	30.228	21.153	4.594	+ 16.559	+ 39,4
Fulda	19.452	42.236	29.755	6.971	+ 22.784	+ 35,6

1) Farbzueordnung nach Legende Bild 6
 2) Datengrundlage: Statistik der Bundesagentur für Arbeit, 2009
 3) Pendlerüberschuss pro 100 Einwohner

Tab. 12: Beschäftigte und Pendler der Auswahlstädte mit vorhandenem Verkehrsmodell¹⁾

Eine hohe Anzahl von Einpendlern (> 20.000) zeigt sich hierbei insbesondere bei den Oberzentren. Lediglich die Stadt Gütersloh weist als Mittelzentrum ebenfalls eine gleich hohe Anzahl an Einpendlern auf. Im Allgemeinen sind die Mittelzentren jedoch von einem negativen bis ausgeglichenen Saldo zwischen Ein- und Auspendlern geprägt.

Auch im Bezug auf die Lagegunst zu Großstadtregionen wurden die Verteilungen der Modal-Split-Werte der 44 SrV-Städte analysiert. Im Bezug auf die Modal-Split-Verteilung im Gesamtverkehr zeigt sich, dass ausgehend von den Kernstädten (20 SrV-Städte) über das Ergänzungsgebiet (9 SrV-Städte) bis hin zum engeren Pendlerverflechtungsraum (7 SrV-Städte) der MIV-Anteil im Mittel über die entsprechenden Städte ansteigt. Im weiteren Pendlerverflechtungsraum (5 SrV-Städte) und in den Gemeinderegionen außerhalb von Großstadtregionen (3 SrV-Städte) sind gegenüber dem Ergänzungsgebiet der Kernstadt und dem engeren Pendlerverflechtungsraum wieder geringere MIV-Anteile zu verzeichnen. Ein in Bezug auf den MIV-Anteil gegenläufiges Bild zeigt sich bei den ÖPV- und Fußverkehr-Anteilen. Im Radverkehr ist wie schon bei der Kategorisierung nach Zentralität und Bevölkerungsdichte keine eindeutige Tendenz festzustellen (vgl. Bild 7).

Die mittleren Modal-Split-Werte im Radverkehr liegen nahezu unabhängig von der Kategorie zwischen 12 % und 13 %. Die höchsten mittleren MIV-Anteile werden im engeren Pendlerverflechtungsraum (56 %) und die geringsten in der Kategorie Kernstadt (42 %) erreicht. Die höchsten mittleren ÖPV-Anteile werden in der Kategorie Kernstadt (19 %) und die geringsten im engeren und weiteren Pendlerverflechtungsraum (9 %) erreicht.

Hierbei ist anzumerken, dass die Anzahl der Städte in den Kategorien weiterer Pendlerverflechtungsraum und Gemeinderegionen außerhalb von Großstadtregionen für eine statistisch belastbare Aussage zu gering sind. Daher kann hier nur von einer tendenziellen Betrachtung ausgegangen werden.

4.2 Siedlungsstruktur der Auswahlstädte im Vergleich

Die Siedlungsstruktur beschreibt mit einem höheren Detaillierungsgrad die Raumstruktur auf Stadtebene. Die Siedlungsstruktur wird durch die Verteilung und Zuordnung der Bevölkerung und ihrer Aktivitätsstätten geprägt. Aktivitäten sind hierbei die wesentlichen Daseinsgrundfunktionen. Konkret bezeichnen diese Funktionen das Wohnen, Arbeiten,

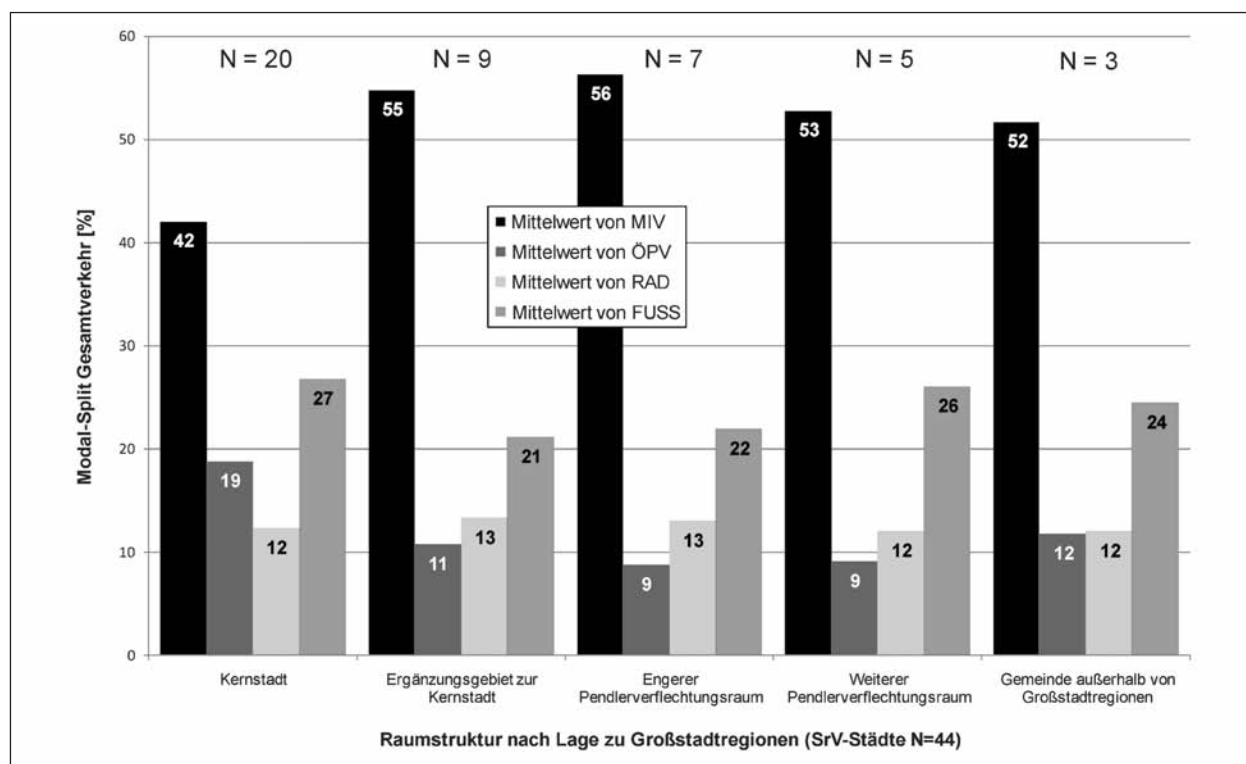


Bild 7: Einfluss der Lagegunst zu Großstadtregionen auf die Verkehrsmittelwahl (SrV-Städte); Datenquelle: Mobilität in SrV-Städten 2008, 2009 und laufende Raumbbeobachtung des BBSR, 2008

Versorgen, die Erholung, Bildung und Erziehung sowie Verkehr und Kommunikation.

Ein Ansatz der Definition der Siedlungsstruktur liefern die laufenden Raubeobachtungen des BBSR. Mit den siedlungsstrukturellen Regions-, Kreis- und Gemeindetypen des BBSR wird eine sehr einfach gehaltene Gruppenbildung von Regionen und Kreisen vorgenommen. Maßgebliche Merkmale sind dabei die Bevölkerungsdichte und die Größe bzw. zentralörtliche Funktion der Kerne von Regionen. Es handelt sich also nicht um komplexe „Typen“ im klas-

sischen Sinne, mit denen eine möglichst große Homogenität auf möglichst vielen Merkmalsbereichen erreicht werden soll, sondern um eine fast eindimensionale Klassifikation der Gebietseinheiten auf der Ebene „Siedlungsstruktur“ (vgl. BBSR, 2009).

Dabei unterscheiden sich die einzelnen Regionstypen nach den in Tabelle 13 angegebenen Abgrenzungskriterien.

Angesichts der erheblichen internen Heterogenität dieser Grundtypen werden zusätzlich differenzierte Regionstypen angeboten, die sich im Wesentlichen aus einer weiteren Unterteilung der Einwohnerdichte ergeben.

Bei den siedlungsstrukturellen Kreistypen wird nach „Kernstädten“ und sonstigen Kreisen bzw. Kreisregionen unterschieden. Als Kernstädte werden kreisfreie Städte mit mehr als 100.000 Einwohnern ausgewiesen. Kreisfreie Städte unterhalb dieser Größe werden mit ihrem Umland zu Kreisregionen zusammengefasst. Die Typisierung der Kreise und Kreisregionen erfolgt außerhalb der Kernstädte nach der Bevölkerungsdichte. Um den großräumigen Kontext zu berücksichtigen, wird dann weiter nach der Lage im siedlungsstrukturellen Regionstyp differenziert. Mit dieser Einordnung wird der Überlegung Rechnung getragen, dass die Lebens-

Regionsgrundtyp	Bezeichnung	Abgrenzungsmerkmal
1	Agglomerationsräume	Oberzentrum über 300.000 Einwohner oder Dichte um 300 Einwohner/km ²
2	Verstädterte Räume	Dichte größer als 150 Einwohner/km ² oder Oberzentrum über 100.000 Einwohner bei einer Mindestdichte von 100 Einwohner/km ²
2	Ländliche Räume	Dichte über 150 Einwohner/km ² und ohne Oberzentrum über 100.000 Einwohner; mit Oberzentrum über 100.000 Einwohner und Dichte unter 100 Einwohner/km ²

Tab. 13: Definition von Regionsgrundtypen nach BBSR, 2008

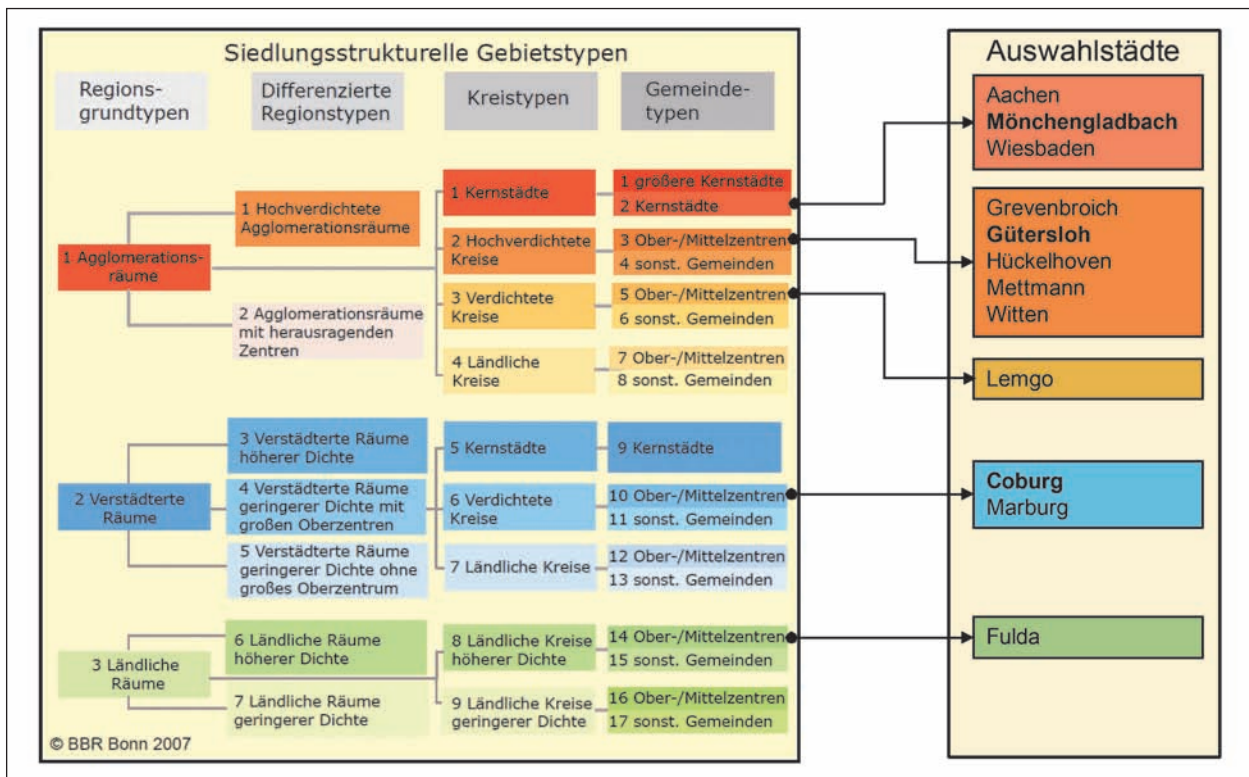


Bild 8: Einordnung der zur Verfügung stehenden Auswahlstädte in die siedlungsstrukturellen Gebietstypen nach BBSR; Datenquelle: Laufende Raubeobachtung des BBSR, 2008

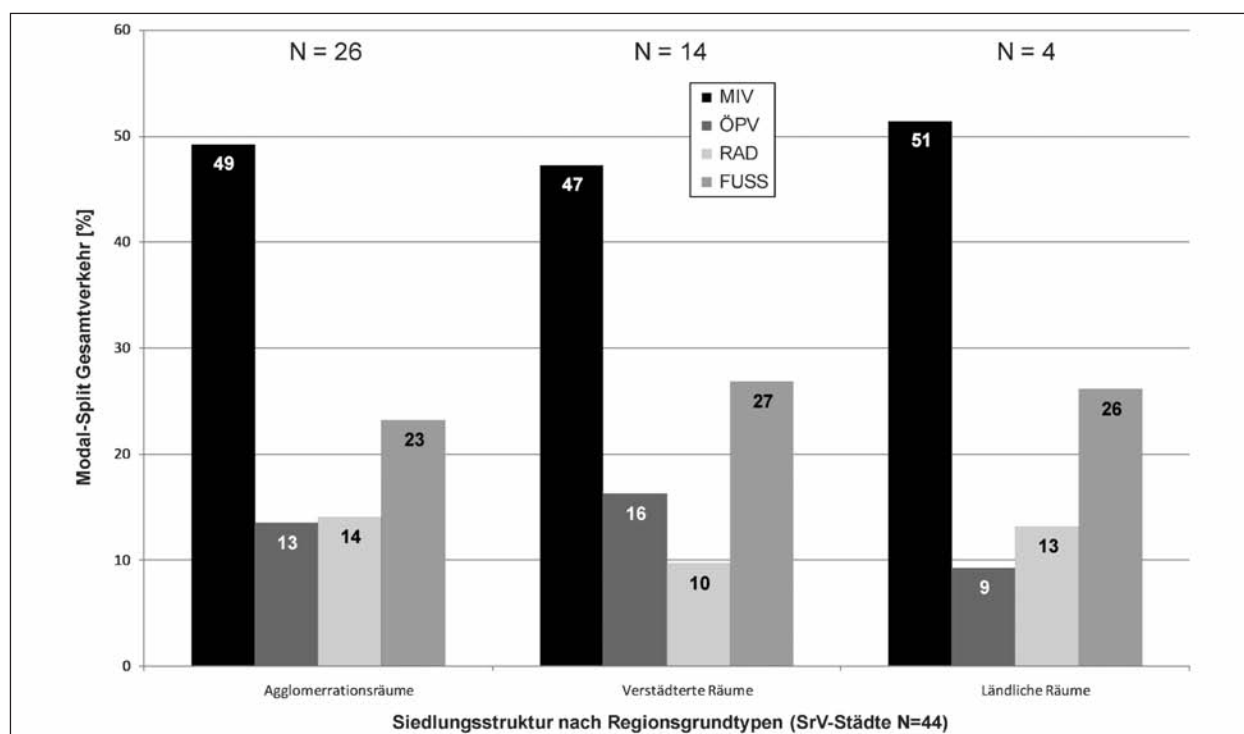


Bild 9: Einfluss des Regionstyps auf die Verkehrsmittelwahl (SrV-Städte); Datenquelle: Mobilität in SrV-Städten 2008, 2009 und laufende Raumbewertung des BBSR, 2008

bedingungen in den Kreisen sowie ihre Entwicklung wesentlich auch von der Entwicklung und der Struktur der jeweiligen Region bzw. des Regionstyps abhängig sind (vgl. BBSR, 2009).

Entsprechend der Kategorisierung nach Regionsgrundtypen sind die Städte Aachen, Mönchengladbach, Wiesbaden, Grevenbroich, Gütersloh, Hückelhoven, Mettmann, Witten und Lemgo dem Agglomerationsraum, die Städte Coburg und Marburg dem verstädterten Raum und die Stadt Fulda dem ländlichen Raum zuzuordnen. Eine differenziertere Zuordnung zu den aufgeführten Kategorien der siedlungsstrukturellen Gebietstypen der zur Verfügung stehenden Auswahlstädte kann dem Bild 8 entnommen werden.

Eine Zuordnung zu den siedlungsstrukturellen Gebietstypen wurde auch für die 44 SrV-Städte durchgeführt. Eine Gegenüberstellung der gemittelten Modal-Split-Werte zeigt, dass sich die höchsten Radverkehrsanteile mit ca. 16 % und die höchsten ÖPV-Anteile mit ca. 27 % in den verstädterten Räumen ergeben. Gleichzeitig sind in dieser Kategorie auch die niedrigsten MIV-Anteile (47 %) und die niedrigsten Anteile im Fußverkehr (10 %) zu verzeichnen. Bei den statistischen Aussagen muss jedoch beachtet werden, dass in der Kategorie der ländlichen Räume nur vier SrV-Städte vertreten sind.

Die über die entsprechenden Städte gemittelten Modal-Split-Werte können differenziert für die Regionstypen aus Bild 9 und für die Kreistypen aus Bild 10 entnommen werden.

Eine Kenngröße der Raum- und Siedlungsstruktur ist die Einwohnerdichte. Der Flächenbezug schließt dabei neben der Siedlungs- und Verkehrsfläche u. a. auch Landwirtschafts- Wald- und Wasserflächen mit ein. Dabei entsteht bei Gemeinden und Städten mit einem hohen Anteil an Flächen, die nicht der Besiedlung oder dem Verkehr zuzuordnen sind, ggf. ein verzerrtes Bild bei der Gegenüberstellung der Einwohnerdichte mit dem Modal-Split. Daher wurde ein Ansatz entwickelt, indem die Anzahl der Einwohner ausschließlich auf die Siedlungs- und Verkehrsfläche bezogen wird. Diese Dichte wird im Weiteren als Kompaktheit definiert. Die Kompaktheit einer Stadt (K_{St}) ergibt sich dementsprechend zu:

$$K_{St} = \frac{\text{Anzahl der Einwohner}}{\text{Siedlungs- und Verkehrsfläche}} \quad [\text{EW}/\text{km}^2]$$

In Tabelle 14 ist für die zur Auswahl stehenden Auswahlstädte die Kompaktheit der Einwohnerdichte gegenübergestellt.

Im Vergleich der Modal-Split-Werte der einzelnen SrV-Städte, für die eine differenzierte Siedlungs- und Verkehrsfläche zur Verfügung stand, zeigt sich,

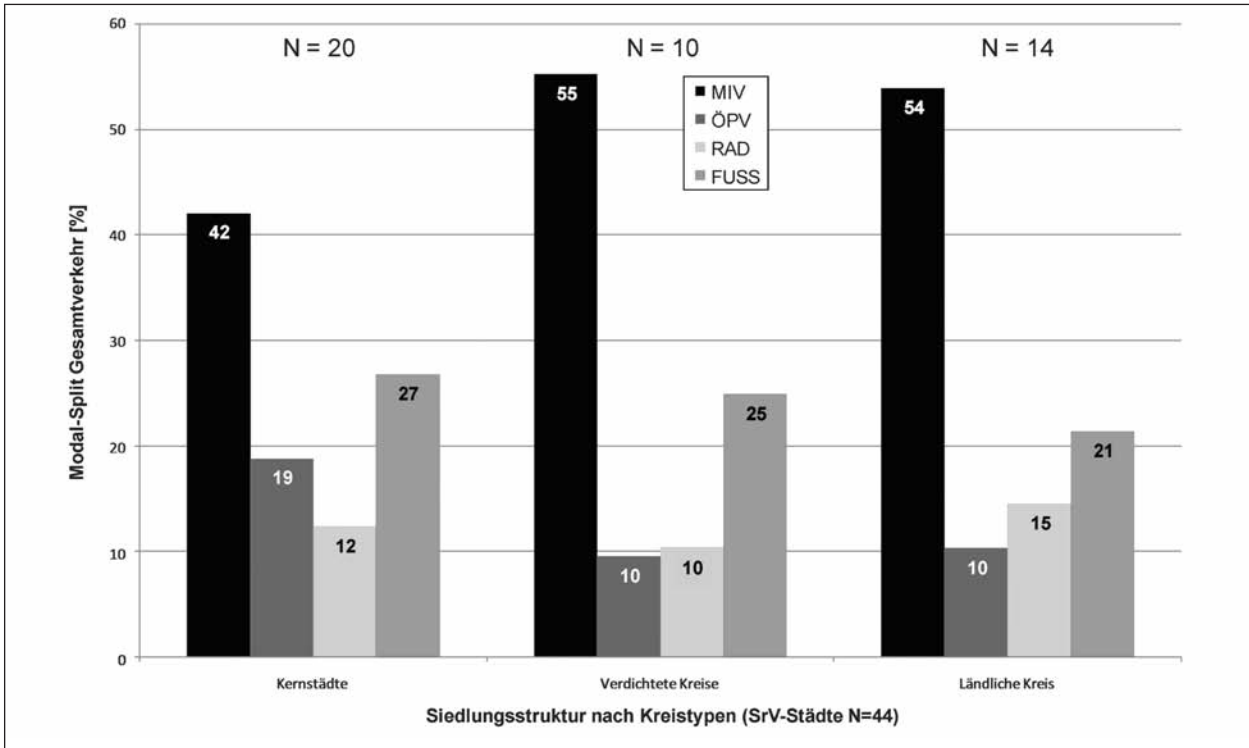


Bild 10: Einfluss des Kreistyps auf die Verkehrsmittelwahl (SrV-Städte); Datenquelle: Mobilität in SrV-Städten 2008, 2009 und laufende Raumebeobachtung des BBSR, 2008

Auswahlstadt	Einwohnerdichte [EW/km²]	Kompaktheit K_{St} [EW/km²]
Aachen	1.612	4.187
Wiesbaden	1.357	3.543
Mönchengladbach	1.519	3.274
Witten	1.370	3.193
Mettmann	930	3.131
Marburg	644	2.995
Gütersloh	860	2.443
Grevenbroich	626	2.417
Hückelhoven	645	2.312
Coburg	855	2.138
Fulda	616	2.110
Lemgo	415	2.034

Tab. 14: Vergleich der Einwohnerdichte und Kompaktheit für die Auswahlstädte

dass mit zunehmender Kompaktheit der MIV-Anteil sinkt und der ÖPV-Anteil steigt. Mit steigender Kompaktheit steigt tendenziell auch der Anteil im Fußverkehr. Im Bezug zur Kompaktheit ist beim Radverkehr keine belastbare Aussage möglich (vgl. Bild 11 bis Bild 14).

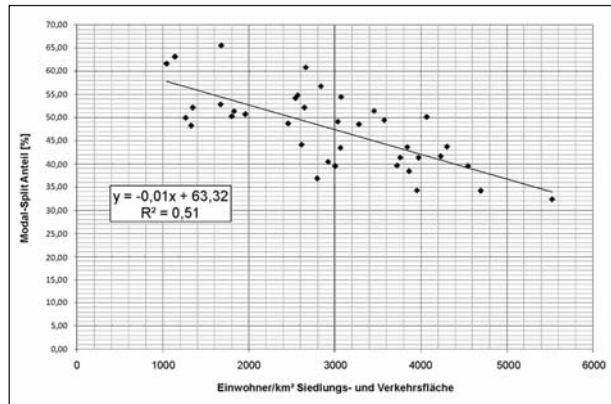


Bild 11: MIV-Anteil (Gesamtverkehr) im Bezug zur Kompaktheit (38 SrV-Städte)

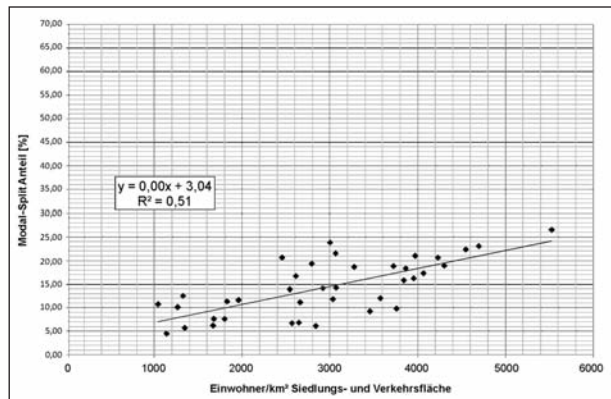


Bild 12: ÖPV-Anteil (Gesamtverkehr) im Bezug zur Kompaktheit (38 SrV-Städte)

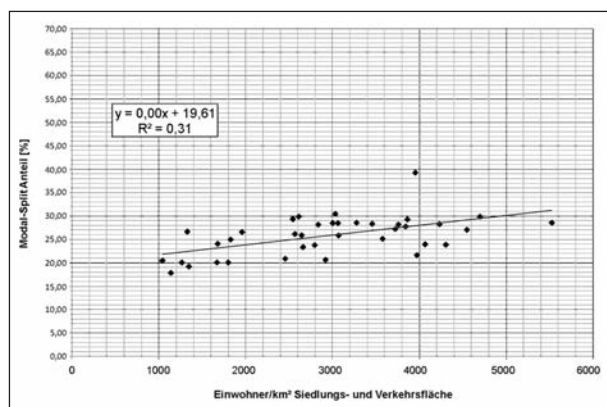


Bild 13: FUSS-Anteil (Gesamtverkehr) im Bezug zur Kompaktheit (38 SrV-Städte)

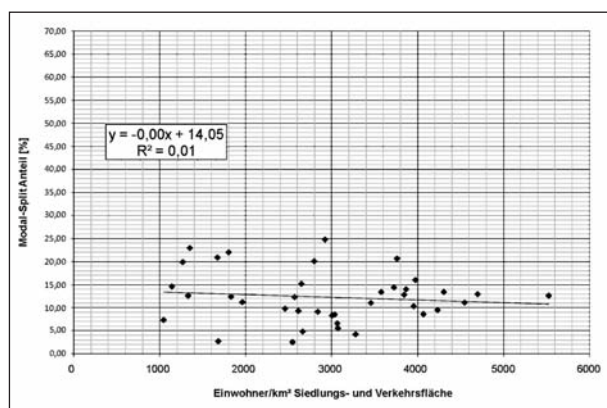


Bild 14: RAD-Anteil (Gesamtverkehr) im Bezug zur Kompaktheit (38 SrV-Städte)

4.3 Bevölkerungsstruktur der Auswahlstädte im Vergleich

Die relative Veränderung der Bevölkerungszahl zeigt die Bedeutung jeder einzelnen Gemeinde, unabhängig von ihrer Größe. Im Westen überwiegt das Wachstum, im Osten die Bevölkerungsabnahme (vgl. Bild 15). Abweichungen von diesem Grundmuster, das heißt Abnahme oder zumindest Stagnation, finden im Westen entweder in Kernstädten (insbesondere in den alten Industrieregionen) oder in peripheren Räumen statt (vgl. BBSR, 2009).

Eine Zuordnung der Auswahlstädte zu den einzelnen Entwicklungskategorien ist in Tabelle 15 dargestellt. Demnach ist der Stadt Wiesbaden, dem Kreis Hückelhoven und dem Kreis Gütersloh eine wachsende Tendenz in der Bevölkerungsentwicklung zuzuschreiben. Die Kreise Fulda, Grevenbroich und Marburg sowie die Stadt Aachen bleiben im Bezug auf die Bevölkerungsentwicklung für den betrachteten Zeitraum stabil. Die Stadt Mönchengladbach und die Kreise Mettmann und Lemgo sind als schrumpfend und die Stadt Coburg

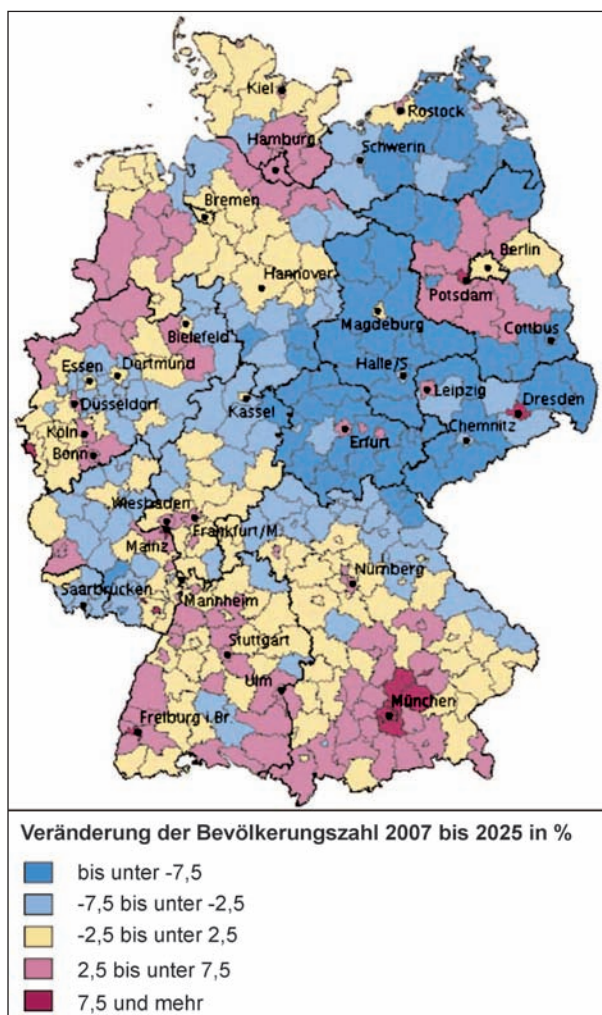


Bild 15: Veränderung der Bevölkerungszahl bis 2025; laufende Raumbeobachtung des BBSR, 2008

Auswahlstadt	Prognose der Bevölkerungsentwicklung zwischen 2007-2025	
	Tendenz	Δ [%]
Wiesbaden	wachsend	+6,6
Hückelhoven ²⁾	wachsend	+5,3
Gütersloh ²⁾	wachsend	+2,5
Fulda ²⁾	stabil	-1,0
Grevenbroich ²⁾	stabil	-1,3
Aachen	stabil	-1,4
Marburg ²⁾	stabil	-2,2
Mönchengladbach	schrumpfend	-4,1
Mettmann ²⁾	schrumpfend	-4,4
Lemgo ²⁾	schrumpfend	-5,4
Witten ²⁾	stark schrumpfend	-8,8
Coburg	stark schrumpfend	-11,8

¹⁾ Farbzuoordnung nach Legende Bild 15

²⁾ Angaben für den entsprechenden Kreis

Tab. 15: Prognose der Bevölkerungsentwicklung für die Auswahlstädte¹⁾

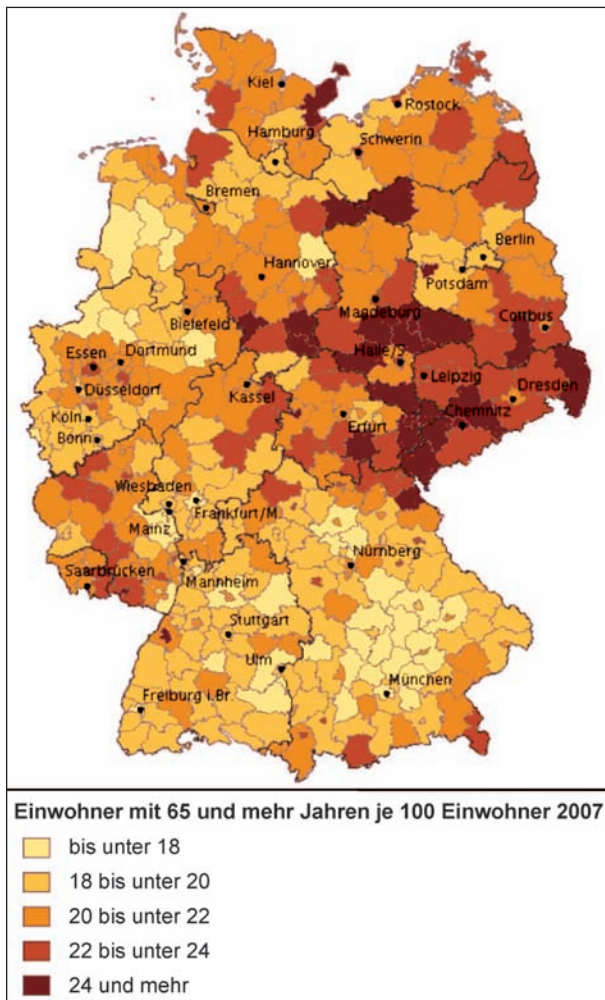


Bild 16: Einwohner mit 65 und mehr Jahren; laufende Raumbeobachtung des BBSR, 2008

und der Kreis Witten als stark schrumpfend einzuordnen.

Die Bevölkerungsstruktur wird im Wesentlichen durch den Altersaufbau und die damit verbundenen Anteile älterer und jüngerer Einwohner, insbesondere Schüler und Studenten, beschrieben (vgl. Bild 16). Der Anteil der Einwohner mit 65 Jahren und älter sowie der Anteil der Studenten an der Gesamtbevölkerung sind für die Auswahlstädte in Tabelle 16 dargestellt. Die Anteile der Einwohner mit 65 Jahren und älter liegen bei einer Gesamtbetrachtung zwischen 17,6 % für die Stadt Aachen und 23,4 % für die Stadt Coburg. Für die Stadt Wiesbaden und die Kreise Marburg, Gütersloh, Hückelhoven und Fulda liegt der Anteil zwischen 18 % und 20 %. Für die Stadt Mönchengladbach und die Kreise Grevenbroich, Lemgo, Mettmann und Witten liegt der Anteil zwischen 20 % und 22 %. Studenten weisen lediglich die Städte Aachen, Marburg, Fulda, Mönchengladbach, Lemgo, Witten und

Auswahlstadt	Einwohner ≥ 65 Jahre [%] ¹⁾	Einwohner Studenten [%] ³⁾
Aachen	17,6	14
Marburg ²⁾	18,2	27
Gütersloh ²⁾	18,2	-
Hückelhoven ²⁾	18,5	-
Wiesbaden	19,3	-
Fulda ²⁾	19,9	7
Mönchengladbach	20,1	2
Grevenbroich ²⁾	20,1	-
Lemgo ²⁾	21,3	6
Mettmann ²⁾	21,7	-
Witten ²⁾	21,9	1
Coburg	23,4	7

1) Farbzuordnung nach Legende Bild 16
 2) Angaben für den entsprechenden Kreis
 3) Datenquelle: Statistisches Bundesamt – Wintersemester 2008/2009, 2009

Tab. 16: Anteil der Einwohner mit 65 Jahren und älter sowie Einwohneranteil der Studenten für die Auswahlstädte

Coburg auf. Die höchsten Anteile an Studenten weisen die Städte Marburg (27 %) gefolgt von Aachen (14 %) auf. In fünf Städten sind keine Studenten vertreten.

Im Rahmen der Analysen zu den SrV-Städten zeigt sich allerdings mit relativ großen Streuungen, dass mit zunehmendem Anteil der Einwohner mit 65 Jahren und älter der MIV-Anteil tendenziell steigt und der ÖPV-Anteil eher sinkt. Für den Fuß- und Radverkehr sind keine Abhängigkeiten festzustellen (vgl. Bild 17 bis Bild 20).

Aussagen zum Zusammenhang des Einwohneranteils an Studenten bezogen auf die Modal-Split-Werte können ebenfalls unter Beachtung der großen Streubereichen erfolgen. Hierbei zeigt sich ein entgegengesetztes Bild zu den Analysen der Anteile mit Einwohnern mit 65 und älter. Je höher der Anteil an Studenten ist, desto geringer ist der MIV-Anteil und desto höher sind der ÖPV-Anteil und der Fußverkehr-Anteil am Modal-Split. Auch hier ist für den Radverkehrsanteil keine tendenzielle Aussage möglich (vgl. Bild 21 bis Bild 24).

Eine weitere Kenngröße der „Sozialstruktur“ ist die Pkw-Verfügbarkeit. Diese wird näherungsweise durch die Pkw-Dichte dargestellt. Für die Auswahlstädte (vgl. Tabelle 17) ergeben sich Pkw-Dichten

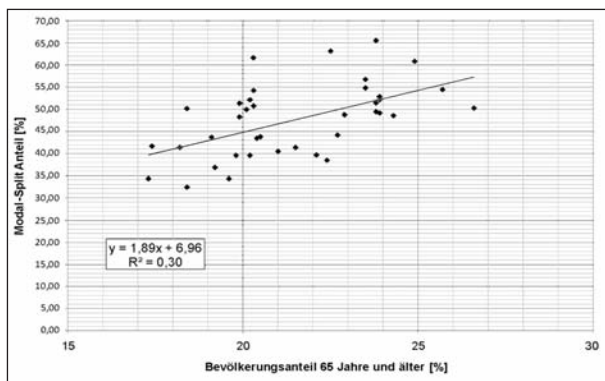


Bild 17: MIV-Anteil (Gesamtverkehr) bezogen auf den Einwohneranteil ≥ 65 Jahre (38 SrV-Städte)

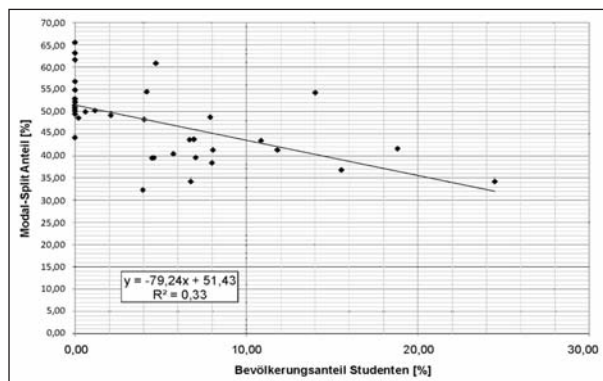


Bild 21: MIV-Anteil (Gesamtverkehr) bezogen auf den Einwohneranteil der Studenten (38 SrV-Städte)

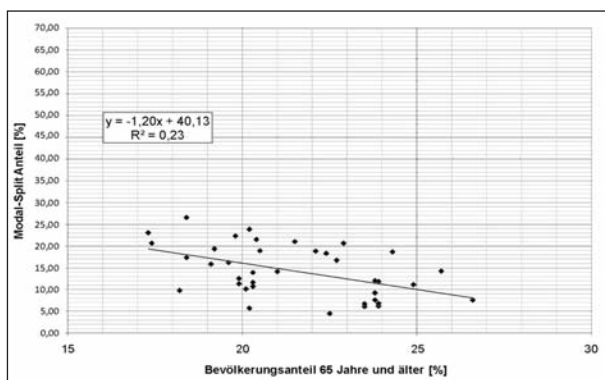


Bild 18: ÖPV-Anteil (Gesamtverkehr) bezogen auf den Einwohneranteil ≥ 65 Jahre (38 SrV-Städte)

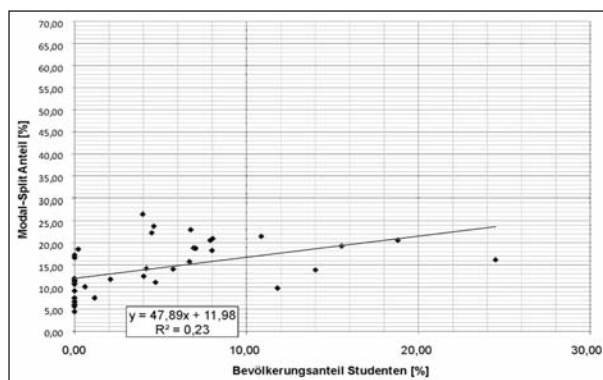


Bild 22: MIV-Anteil (Gesamtverkehr) bezogen auf den Einwohneranteil der Studenten (38 SrV-Städte)

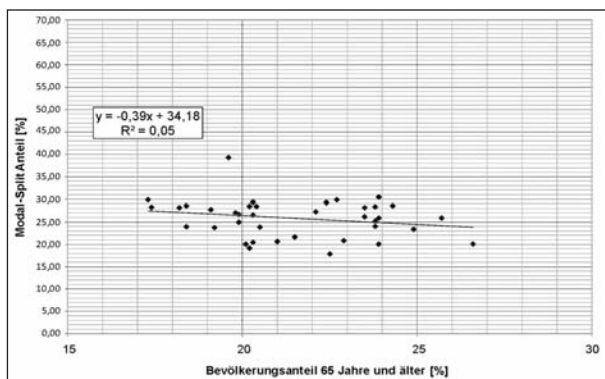


Bild 19: FUSS-Anteil (Gesamtverkehr) bezogen auf den Einwohneranteil ≥ 65 Jahre (38 SrV-Städte)

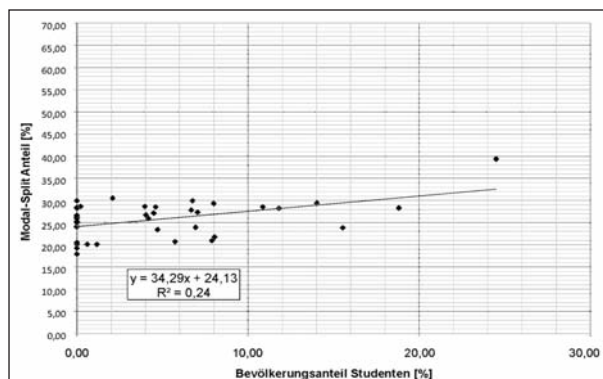


Bild 23: FUSS-Anteil (Gesamtverkehr) bezogen auf den Einwohneranteil der Studenten (38 SrV-Städte)

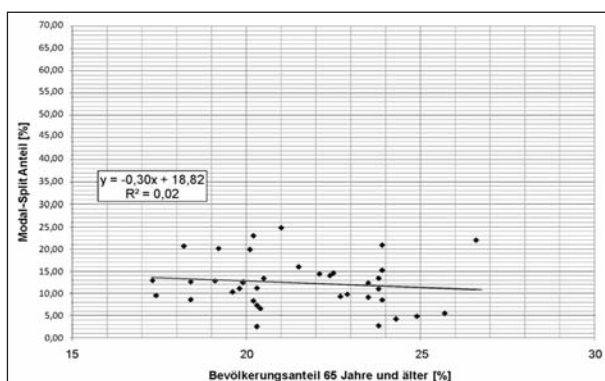


Bild 20: RAD-Anteil (Gesamtverkehr) bezogen auf den Einwohneranteil ≥ 65 Jahre (38 SrV-Städte)

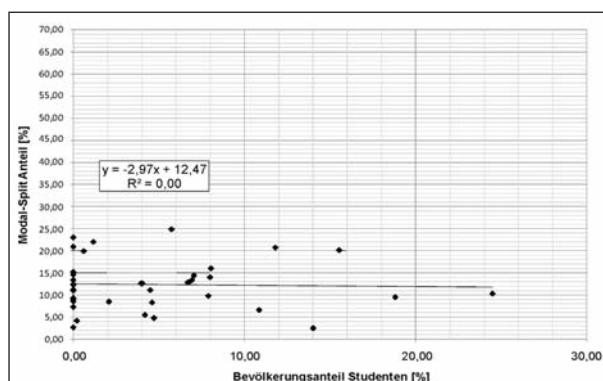


Bild 24: RAD-Anteil (Gesamtverkehr) bezogen auf den Einwohneranteil der Studenten (38 SrV-Städte)

zwischen 385 Pkw pro 1.000 Einwohner (Aachen) und 524 Pkw pro 1.000 Einwohner (Gütersloh). Der Bundesdurchschnitt liegt bei etwa 500 Pkw pro 1.000 Einwohner.

Mit Hilfe von weiteren Daten aus Haushaltsbefragungen (z. B. „Mobilität in Städten“, „Mobilität in

Deutschland“) lassen sich unter den gegebenen Strukturdaten weitergehende verkehrsbezogene Kenngrößen ermitteln. Für die Auswahlstädte sind in Tabelle 17 die aus den Untersuchungen in Bezug auf das entsprechende Analysejahr ermittelten Daten bezüglich der Anzahl täglicher Wege im Gesamtverkehr, der am Gesamtverkehr anteilmäßige Binnen-

Auswahlstadt	EW 2009	Pkw-Dichte ¹⁾ [Pkw/1.000 EW]	tägl. Wege Gesamtverkehr	Analysedaten zum entsprechendem Modeljahr	
				Wegeanteil Binnenverkehr am Gesamtverkehr	Radverkehrsanteil am Modal-Split (Gesamtverkehr)
Wiesbaden	276.000	473	1,20 Mio.	71 %	3 %
Mönchengladbach	260.000	458	1,20 Mio.	k. A.	7 %
Aachen	259.000	385	1,15 Mio.	85 %	8 %
Witten	101.000	483	0,46 Mio.	k. A.	3 %
Gütersloh	96.000	524	0,39 Mio.	k. A.	13%
Marburg	79.000	423	0,34 Mio.	71 %	5 %
Grevenbroich	65.000	502	0,25 Mio.	81 %	11 %
Fulda	64.000	502	0,34 Mio.	55 %	5 %
Coburg	42.000	520	Daten stehen nur für den Binnenverkehr zur Verfügung.		
Lemgo	42.000	506			
Hückelhoven	41.000	459	0,12 Mio.	66 %	k. A.
Mettmann	39.000	522	0,11 Mio.	66 %	4 %

1) Datengrundlage: Landesdatenbank NRW 2010, Statistische Ämter des Bundes und des Landes 2010; Kraftfahrt Bundesamt 2010
 2) Statistisches Bundesamt – Fachserie 11, Reihe 4.1, Bildung und Kultur, Studierende an Hochschulen, Wintersemester 2008/2009, Wiesbaden; eigene Auswertung

Tab. 17: Struktur und Analysedaten der Auswahlstädte mit vorhandenem Verkehrsmodell²⁾

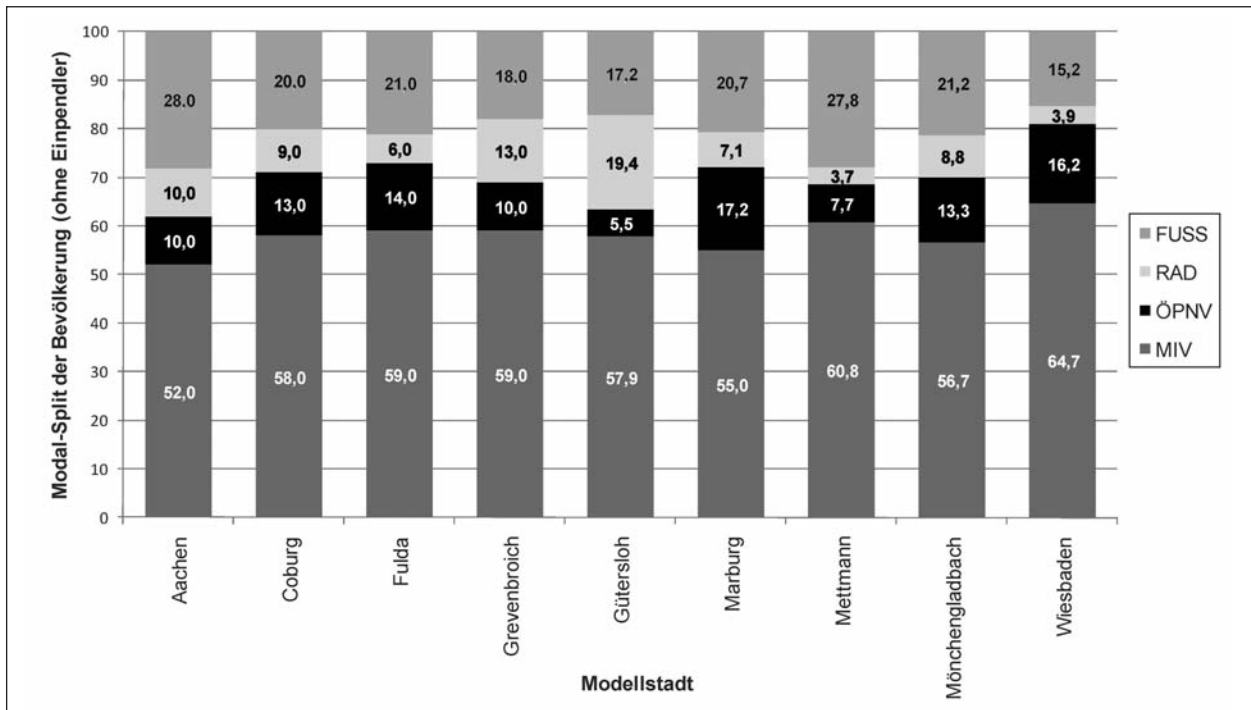


Bild 25: Ausgangswerte des Modal-Splits (Bevölkerung) der Auswahlstädte im Vergleich

verkehr sowie der Radverkehrsanteil am Gesamtverkehr angegeben. In Bild 25 sind zusammenfassend für die zur Verfügung stehenden Auswahlstädte die Modal-Split-Werte der entsprechenden Bevölkerung einer Stadt vergleichend dargestellt.

4.4 Orografie

Ziel der ersten Arbeiten zur Analyse der Orografie als ein Strukturelement bei der Potenzialbestimmung des Fahrradverkehrs war es, für zur Verfügung stehende Daten Anteile verschiedener Steigungsklassen eines kommunalen Straßennetzes zu ermitteln. Dazu konnte auf hoch aufgelöste Daten für das Bundesland Hessen zurückgegriffen werden:

- digitales Geländemodell in 20 m horizontaler Auflösung,
- ATKIS-Straßennetz (Gemeindestraßen),
- ATKIS-Siedlungsflächen und
- Gemeindegrenzen.

Zusätzlich lagen für das Stichdatum 31.12.2005 Angaben zur Pkw-Dichte je Einwohner für die hessischen Gemeinden vor.

Aus Berechnungen zum Emissionskataster des Straßenverkehrs in Hessen (siehe z. B. PFÄFFLIN/

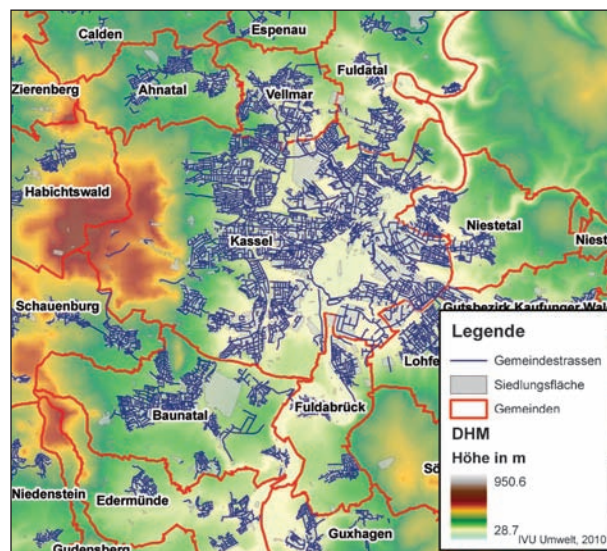


Bild 26: Datenlage zur Strukturanalyse Orografie am Beispiel der Region um Kassel

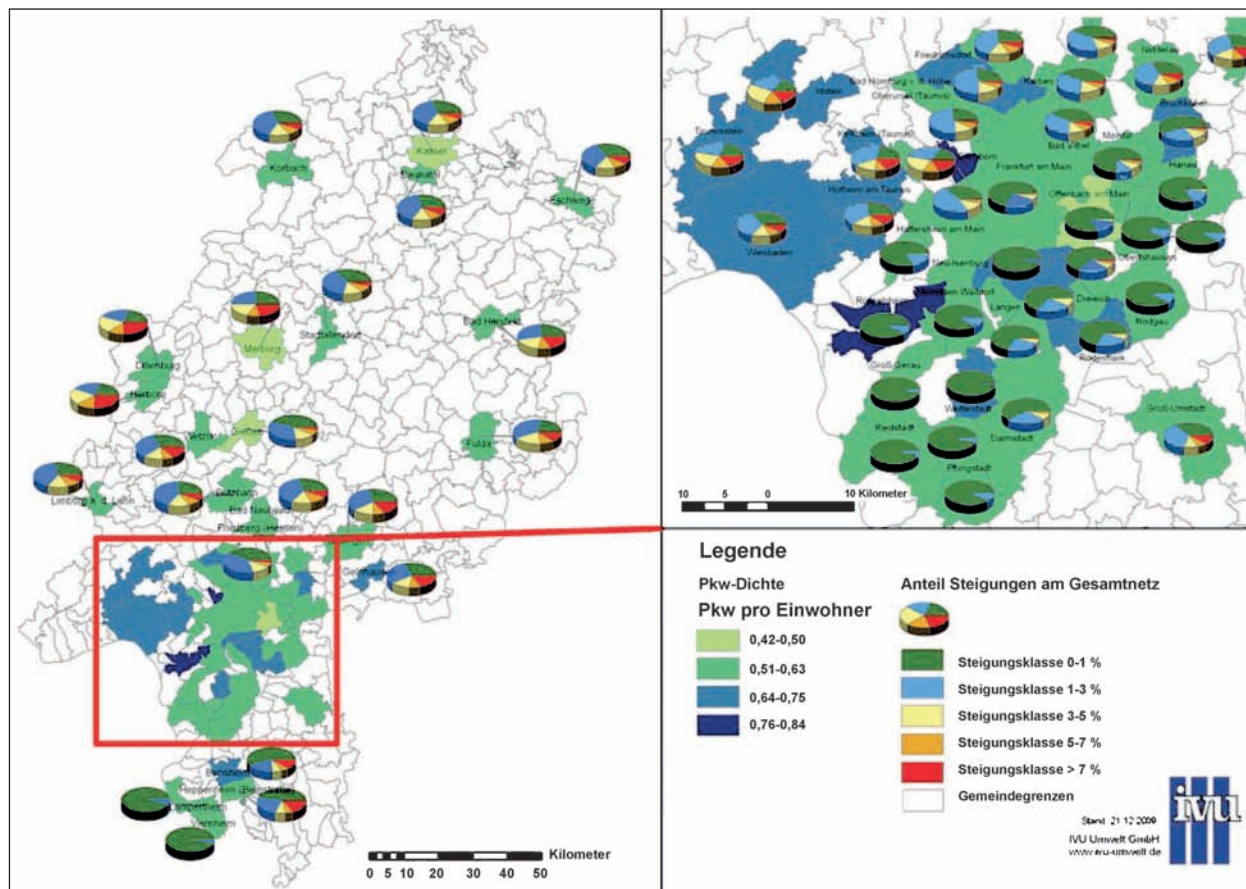


Bild 27: Darstellung der Pkw-Dichte und Aufteilung der Steigungsklassen des innerörtlichen Straßennetzes für hessische Gemeinden mit mehr als 20.000 Einwohnern

Gemeinde	Einwohner	Pkw je Einwohner	Steigungsanteile				
			0 % - 3 %	1 % - 3 %	3 % - 5 %	5 % - 7 %	über 7 %
Eschborn	20.753	0,84	35,8	48,5	11,8	2,8	1,1
Rüsselsheim	59.271	0,82	91,1	8,0	0,7	0,1	0,2
Weiterstadt	24.214	0,69	98,2	1,6	0,1	0,0	0,0
Wiesbaden	274.611	0,68	34,0	31,5	16,7	8,9	8,8
Bad Homburg v. d. Höhe	51.883	0,68	26,6	48,3	17,3	5,3	2,6
Taunusstein	29.322	0,67	19,7	27,4	20,2	16,3	16,4
Kelkheim (Taunus)	27.004	0,66	20,8	36,1	17,4	9,5	16,1
Bensheim	39.680	0,65	56,0	19,7	8,4	5,4	10,5
Dreieich	40.572	0,64	63,3	27,9	7,5	0,7	0,6
Hofheim am Taunus	37.861	0,64	27,6	32,5	17,1	10,7	12,0
Gemeinde	Einwohner	Pkw je Einwohner	Steigungsanteile				
			0 % - 3 %	1 % - 3 %	3 % - 5 %	5 % - 7 %	über 7 %
Marburg	79.139	0,42	24,8	25,0	17,0	11,7	21,6
Kassel	194.427	0,45	30,3	36,0	18,2	9,5	6,0
Offenbach am Main	119.430	0,47	82,3	15,0	2,3	0,4	0,1
Gießen	73.690	0,47	44,7	32,6	14,5	5,6	2,6
Frankfurt am Main	651.899	0,51	67,3	25,0	5,0	1,6	1,0
Hanau	88.746	0,51	83,5	12,8	2,4	0,8	0,5
Stadtallendorf	21.497	0,52	35,3	35,9	16,8	7,0	5,0
Bad Nauheim	30.610	0,52	30,6	33,8	17,7	11,2	6,7
Darmstadt	140.562	0,52	58,7	31,1	7,6	2,1	0,6
Baunatal	27.943	0,55	28,2	38,3	16,8	8,6	8,1

Tab. 18: Hessische Gemeinden mit der höchsten Pkw-Dichte (oben) und der niedrigsten Pkw-Dichte (unten) mit Steigungsanteilen des Straßennetzes

DIEGMANN, 2000) wurden Angaben zu Steigungsklassen der einzelnen Straßen übernommen und für die Siedlungsgebiete einer Gemeinde als Histogramm dargestellt.

Ausgewertet wurden nur Gemeinden mit mehr als 20.000 Einwohnern. Die Klasseneinteilung der Steigungen orientiert sich an der Darstellung von Radkarten des ADFC. Der ADFC empfiehlt die Verwendung in zwei Klassen:

- beachtenswerte Steigung: etwa 3 % bis 7 % Steigung, mind. 30 Meter Höhendifferenz,
- starke Steigung: über 7 %, mindestens 30 Meter Höhendifferenz.

Für die vorliegende Auswertung wurde die beachtenswerte Steigung noch in zwei Klassen getrennt bei 5 % Steigung unterteilt.

Die Ergebnisse dieser Auswertung sind kartografisch in Bild 27 dargestellt und für Gemeinden mit

der höchsten bzw. niedrigsten Pkw-Dichte in Tabelle 18 und mit den höchsten bzw. niedrigsten Anteilen mit starker Steigung in Tabelle 19 aufgelistet.

4.5 Klima

4.5.1 Regionalisierung meteorologischer Parameter

Die Berücksichtigung der klimatischen Verhältnisse wird im Folgenden am Beispiel der Regionalisierung der Niederschlags und der Temperaturverteilung in Nordrhein-Westfalen untersucht. Dabei kann auf Auswertungen aus dem Projekt der IVU Umwelt „Landesweites Screening der Luftschadstoffsituation nach aktuellen EU-Richtlinien mit IM-MIS^{luft}“, welches im Auftrag des Landesumweltamts Nordrhein-Westfalen (heute LANUV) in 2002 durchgeführt wurde (siehe z. B. DIEGMANN/HARTMANN/PFÄFFLIN, 2003), zurückgegriffen werden.

Gemeinde	Einwohner	Pkw je Einwohner	Steigungsanteile				
			0 % - 3 %	1 % - 3 %	3 % - 5 %	5 % - 7 %	über 7 %
Herborn	20.936	0,61	20,1	22,9	17,1	13,9	25,9
Dillenburg	24.347	0,58	20,8	23,1	17,8	13,2	25,1
Marburg	79.139	0,42	24,8	25,0	17,0	11,7	21,6
Bad Soden am Taunus	21.412	0,60	16,3	29,9	21,0	15,0	17,9
Bad Hersfeld	30.576	0,57	26,1	26,7	18,3	11,5	17,3
Gelnhausen	21.837	0,63	31,8	26,3	14,4	10,6	16,9
Taunusstein	29.322	0,67	19,7	27,4	20,2	16,3	16,4
Idstein	22.842	0,63	16,0	26,9	24,9	16,0	16,2
Kelkheim (Taunus)	27.004	0,66	20,8	36,1	17,4	9,5	16,1
Heppenheim (Bergstraße)	25.437	0,62	47,2	21,6	9,3	6,5	15,3

Gemeinde	Einwohner	Pkw je Einwohner	Steigungsanteile				
			0 % - 3 %	1 % - 3 %	3 % - 5 %	5 % - 7 %	über 7 %
Weiterstadt	24.214	0,69	98,2	1,6	0,1	0,0	0,0
Riedstadt	21.389	0,59	97,1	2,8	0,1	0,0	0,0
Viernheim	32.833	0,58	97,0	2,9	0,1	0,0	0,0
Groß-Gerau	23.514	0,60	96,6	2,7	0,6	0,0	0,1
Neu-Isenburg	35.504	0,63	96,6	3,4	0,0	0,0	0,0
Griesheim	25.272	0,56	96,2	3,3	0,5	0,0	0,0
Lampertheim	31.772	0,62	94,7	4,8	0,4	0,0	0,0
Rüsselsheim	59.271	0,82	91,1	8,0	0,7	0,1	0,2
Pfungstadt	25.013	0,59	90,7	8,6	0,6	0,0	0,1
Rodgau	43.463	0,62	90,7	8,8	0,4	0,1	0,0

Tab. 19: Hessische Gemeinden mit den höchsten Anteilen in der Steigungsklasse „starke Steigung“ (oben) und mit den niedrigsten Anteilen (unten)

Zur Erstellung regionalisierter klimatischer Parameter wurde das Programm FLADIS (siehe z. B. DIEGMANN/WIEGAND, 2001) verwendet. Das System FLADIS berechnet auf der Basis von Zeitreihen einzelner Mess-Stationen Zeitreihen der flächenhaften Informationen der gemessenen Größe. Dabei wird bei der Auswertung von meteorologischen Größen wie Temperatur und Niederschlag die Orografie des untersuchten Gebiets berücksichtigt.

Vom LANUV wurde das Digitale Geländemodell in 25-m-Auflösung (DGM25) zur Verfügung gestellt. Dieses Geländemodell wurde auf eine Auflösung von 500 m reduziert und für FLADIS aufbereitet. Das reduzierte DGM in 500-m-Auflösung ist in Bild 28 dargestellt.

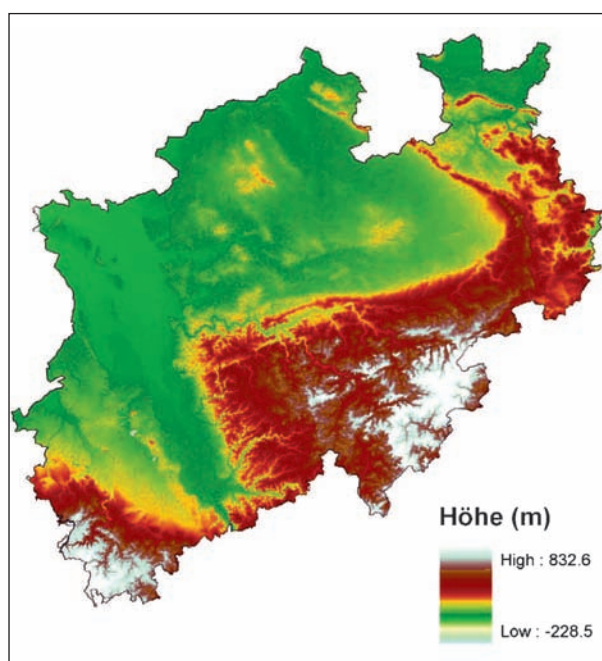


Bild 28: Digitales Geländemodell NRW in 500 m Auflösung

4.5.2 Regionalisierte Temperaturdaten

Vom LANUV wurden Temperaturdaten in einer zeitlichen Auflösung von 30 Minuten für die kontinuierlichen Mess-Stationen des LUQS für das Jahr 2000 zur Verfügung gestellt. Bei der Berechnung der Regionalisierung wurde neben einer Interpolation ein Regressionsmodell verwendet, welches die Temperatur anhand der geografischen Höhe schätzt. Eine Auswertung auf die einzelnen Monate in 2000 zeigen Bild 29 und für das ganze Jahr Bild 30 (oben rechts).

In den monatlichen Daten sind deutlich die Jahresverläufe mit den unterschiedlichen regionalen Temperaturniveaus zu erkennen. Im Mittel liegen die Temperaturunterschiede zwischen den kältesten und wärmsten Regionen immer bei einer Farbkategorie und damit im Bereich von ungefähr 5 °C. Neben den kalten Gebieten in den Mittelgebirgen im Osten und Süden von NRW mit mittleren Monatstemperaturen von unter 0 °C im Winter fallen auch die relativ hohen mittleren Temperaturen im Sommer im zentralen Rhein-Ruhrgebiet mit Werten um 20 °C auf. Beide Extreme können Einfluss auf die Potenziale der Fahrradnutzung haben.

Um regionalisierte Temperaturdaten einzelnen Gemeinden zuordnen zu können, bietet sich das Verfahren der Clusterung an. Die interpolierten Temperaturwerte für die Schwerpunkte der 396 Gemeinden wurden als repräsentativ für die jeweilige Gemeinde angesehen. Man hat also 396 Temperaturzeitreihen. Die Jahresmitteltemperatur stellt ein naheliegendes Klassifikationskriterium dar. Da jedoch sehr unterschiedliche Temperaturgänge den gleichen Mittelwert haben können, kann die Jahresmitteltemperatur nicht das einzige Kriterium sein.

In Bild 30 (Mitte rechts) ist das Baumdiagramm (Dendrogramm) der Clusteranalyse dargestellt. Man erkennt die 396 Endknoten der berücksichtigten Temperaturzeitreihen. Auf der Ordinate ist die euklidische Distanz angegeben, auf der die Cluster verschmelzen. Es wurde nach einer Sensitivitätsanalyse eine Zahl von 10 Clustern angenommen. Es gibt also 10 Cluster oder Zeitreihen, zu denen die Temperaturgänge der 396 Gemeinden gehören. Eine visuelle Darstellung der Clusterzugehörigkeit im geografischen Bezug ist in Bild 30 (unten rechts) zu erkennen.

Mit Hilfe einer Clusteranalyse wurden die Messstationen auf der Basis ihrer stundenfein aufgelösten

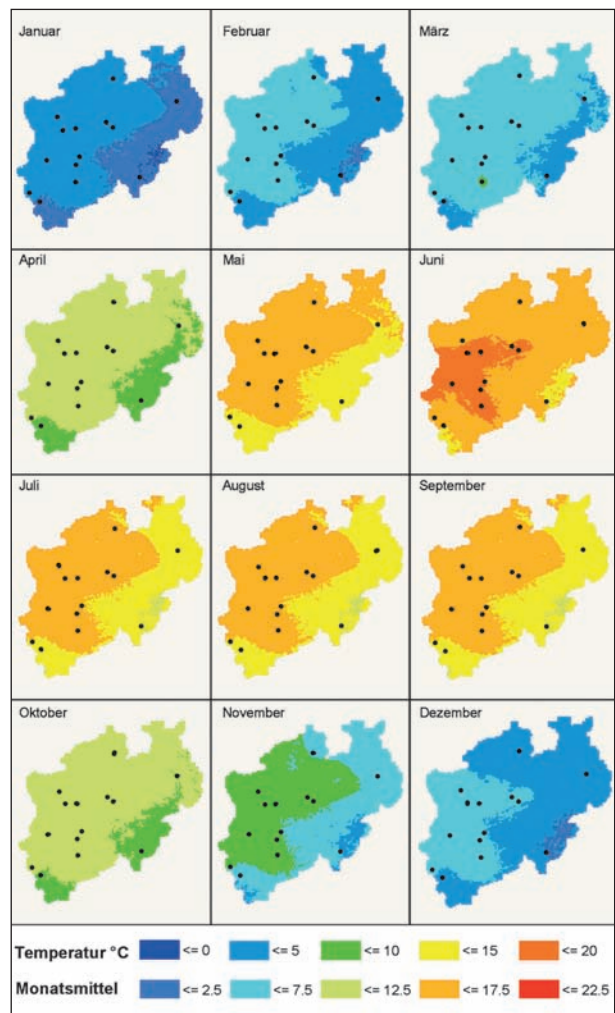


Bild 29: Monatsmittelwerte der Temperatur in NRW in 2000

Messzeitreihen differenziert. Eine Clusteranalyse der Zeitreihen einer Größe – hier der gemessenen Konzentrationen – deckt ähnliche Strukturen in den Zeitreihen auf. In der vorliegenden Untersuchung wurde das hierarchische Clusteranalyseverfahren unter Verwendung der euklidischen Distanz eingesetzt. Im ersten Schritt der Clusteranalyse werden die euklidischen Distanzen zwischen allen Elementen, hier den Messzeitreihen der Stationen, untereinander berechnet. Die euklidische Distanz ist im allgemeinen Fall des n-dimensionalen euklidischen Raums durch die euklidische Norm des Differenzvektors zwischen zwei Elementen A und B definiert, d. h.:

$$\text{dist}(A, B) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (a_i - b_i)^2}$$

Im vorliegenden Fall entspricht n der Anzahl der Messwerte der Zeitreihen im Untersuchungszeitraum. a_i bzw. b_i entspricht dem Messwert der Zeitreihe A bzw. B zu jedem Eintrag der Zeitreihe.

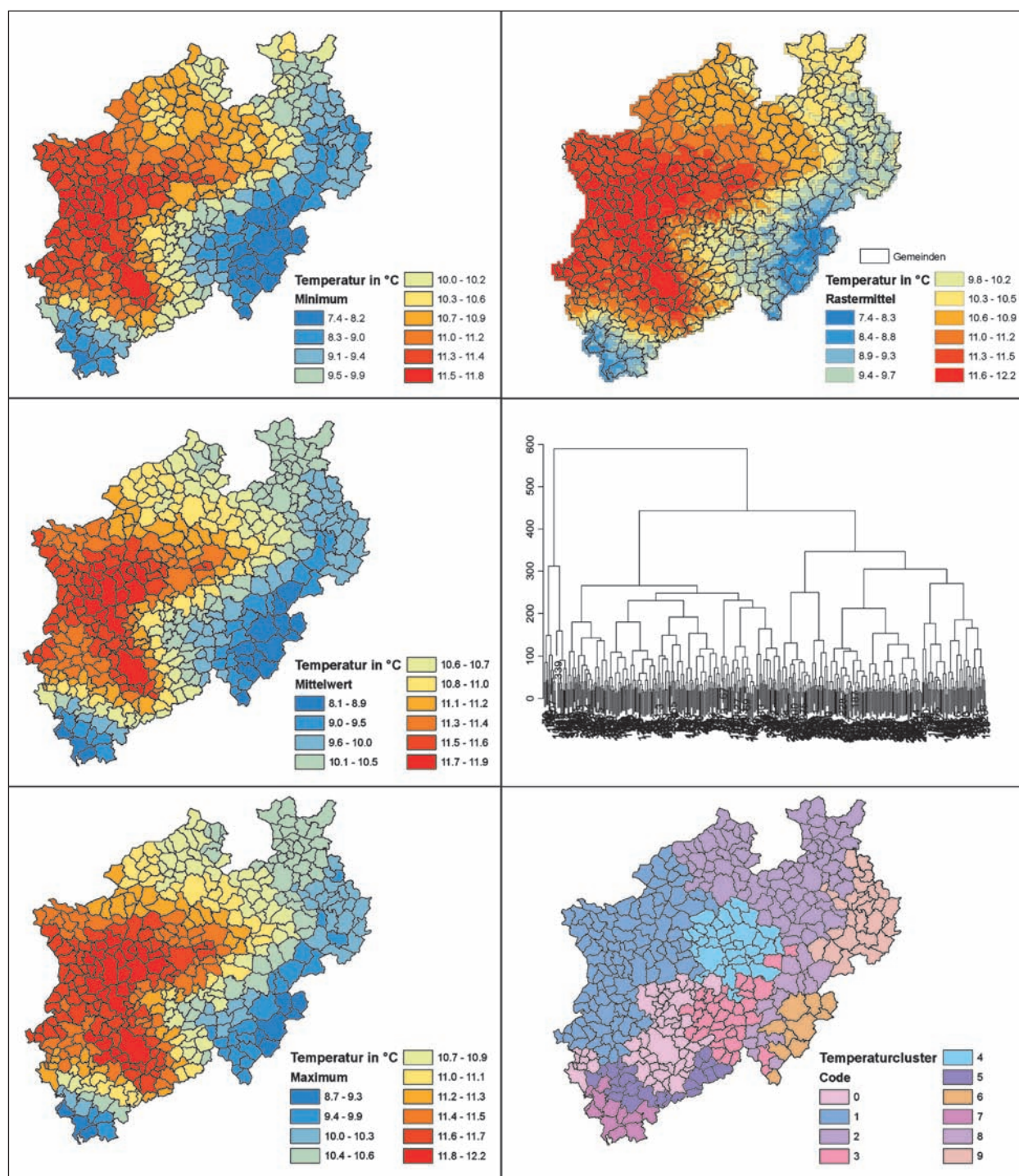


Bild 30: Kennwerte der regionalisierten Temperaturverteilung in NRW in 2000. Links sind die Minima, Mittelwerte und Maximalwerte je Gemeinde dargestellt. Rechts oben die Jahresmittelwerte in einer Rasterauflösung von 500 m. Die Abbildung in der Mitte rechts zeigt das Dendrogramm der Clusteranalyse, aus der 10 Typen unterschieden wurden, die in der Karte unten rechts dargestellt sind

Im zweiten Schritt werden die beiden Elemente (hier Zeitreihen) mit der kleinsten Distanz zu einem Cluster verschmolzen, und als Position des Clusters wird der Schwerpunkt der beiden Elemente berechnet. Diese beiden Schritte werden so oft durchgeführt, bis alle Elemente zu einer gewünschten

Anzahl von Clustern oder ggf. zu einem einzigen Cluster verschmolzen sind. Die auf diese Weise entstandene Baumstruktur wird in der Regel mit einem Dendrogramm visualisiert.

4.5.3 Regionalisierung der Anzahl Regentage

Vom LANUV wurden Niederschlagsdaten in einer zeitlichen Auflösung von 30 Minuten für die kontinuierlichen Mess-Stationen des LUQS für das Jahr 2000 zur Verfügung gestellt. Bei der Berechnung der Regionalisierung wurde neben einer Interpolation ein Regressionsmodell verwendet, welches den Niederschlag anhand der geografischen Höhe schätzt.

Mit Hilfe von FLADIS besteht die Möglichkeit, die Ergebnisse dahingehend auszuwerten, dass sowohl die Tage mit Niederschlag größer 0,1 mm als auch die mit Niederschlag größer 1 mm ausgegeben werden. In Bild 31 ist das Ergebnis der Regionalisierung dargestellt.

4.6 Festlegung der Beispielstädte für die Wirkungsanalysen

Im Rahmen der Analysen zu den Strukturdaten belegen die Auswahlstädte teilweise unterschiedliche Kategorien. Um ein möglichst breites Spektrum an Kenngrößen einzubeziehen, wurden die Strukturdaten der einzelnen Städte überlagert und mit den Ergebnissen der Untersuchungen zu den SrV-Städten abgeglichen. Im Ergebnis kann durch die Auswahl der Städte Mönchengladbach, Gütersloh und Coburg eine Vielfalt an Strukturdaten besetzt werden. Diese Städte haben, im Hinblick auf eine spätere Hochrechnung des Poten-

zials im Radverkehr, den Vorteil, dass sie die Kernstrukturen der SrV-Städte abdecken (s. Tabelle 20).

4.7 Zusammenfassung

Im Fokus des Kapitels standen die Aufbereitung und Zusammenstellung relevanter Strukturmerkmale von Kommunen. Die Aufbereitung der Strukturmerkmale erfolgte dabei im Hinblick auf die für eine spätere Wirkungsanalyse erforderliche Auswahl an Beispielstädten. Sowohl die zur Verfügung stehenden Auswahlstädte als auch die SrV-Städte wurden nach Strukturmerkmalen wie z. B. Raumstruktur, Raumlage, Siedlungsstruktur, Bevölkerungsstruktur oder vorhandener Verkehrs- bzw. Infrastruktur kategorisiert und dem Modal-Split sowie einzelnen Anteilen hiervon gegenübergestellt. Im Bereich der Siedlungsstruktur wurde zusätzlich der Begriff Kompaktheit über die Anzahl der Einwohner im Bezug auf die vorhandene Siedlungs- und Verkehrsfläche definiert. Im Ergebnis lassen sich insbesondere Zusammenhänge zwischen den räumlichen Strukturen, den Strukturmerkmalen der Bevölkerung oder den verkehrlichen Strukturen und den Modal-Split-Anteilen des MIV, des ÖPNV und teilweise auch des Fußgängerverkehrs ableiten und erklären. Für den Radverkehr sind diese Zusammenhänge im Einzelnen nicht nachzuweisen.

Basis für die Auswahl der Beispielstädte bildet die zuvor durchgeführte Kategorisierung der Struktur-

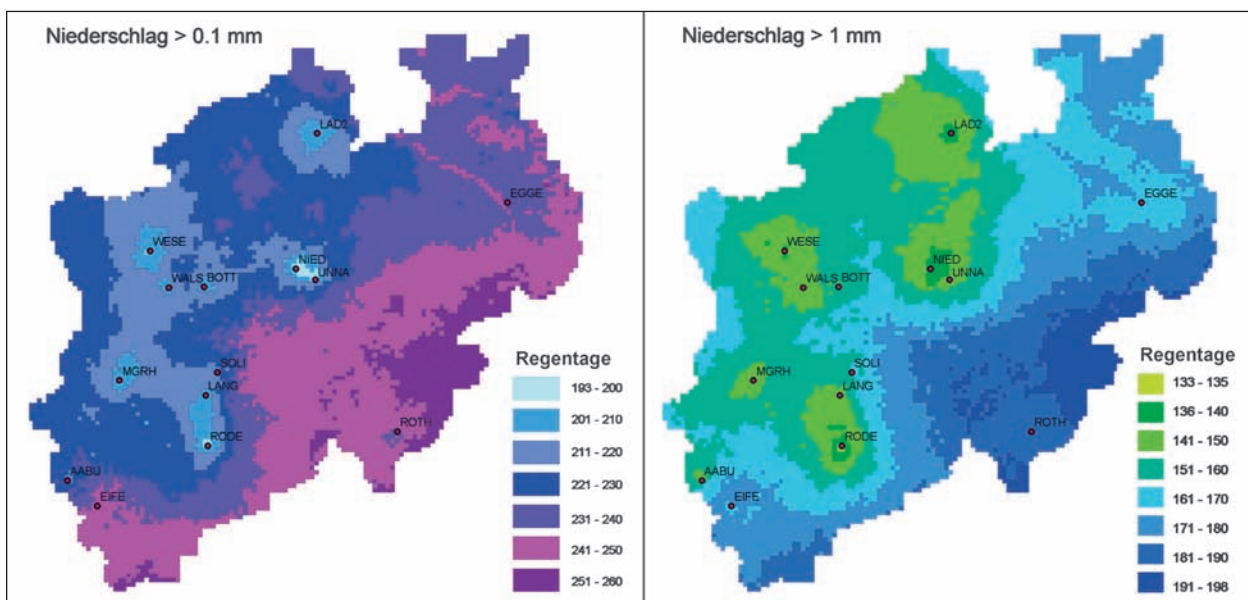


Bild 31: Regionalisierung der Anzahl Regentage mit 0,1 mm Niederschlag/Tag (links), 1 mm Niederschlag/Tag (rechts) in NRW im Jahr 2000

Strukturmerkmal		Mönchengladbach	Gütersloh	Coburg	
Raumstruktur	Raumordnungsfunktion	Oberzentrum	Mittelzentrum	Oberzentrum	
	Einwohner	260.000	96.000	42.000	
	Raumstrukturtypen	innerer Zentralraum	Zwischenraum mit Verdichtungsansätzen	Peripheraum mit Verdichtungsansätzen	
	Lage zu Großstadregionen	Kernstadt	Ergänzungsgebiet zur Kernstadt	Gemeinderegion außerhalb von Großstadregionen	
Siedlungsstruktur	Siedlungs- und Verkehrsfläche / Kompaktheit	46,4 % / 3274 EW/km ²	35,2 % / 2443 km ²	40,0 % / 2130 km ²	
Bevölkerungsstruktur	Bevölkerungsanteil 65 Jahre und älter	20,1 %	18,2 %	23,4 %	
	Bevölkerungsentwicklung	schrumpfend	wachsend	stark schrumpfend	
	Bevölkerungsanteil Studenten	2,0 %	-	7,0 %	
Infrastruktur	Anteil Hauptverkehrsstraßen mit Radverkehrsanlagen	71 %	78 %	66 %	
	ÖPNV-Angebot (innerstädtisch)	(S-Bahn) Schnellbuslinien City-Express-Linie Stadtbuslinien	Regionalbuslinien Stadtbuslinien	Regionalbuslinien Stadtbuslinien	
	MIV	DTV (Hauptverkehrsstraßen)	5.000 Kfz/d - 40.000 Kfz/d	2.000 Kfz/d - 35000 Kfz/d	2.000 Kfz/d - 40.000 Kfz/d
		Auslastung Parkraum	83 %	65 %	83 %
Verhaltensstruktur	Verkehrsmittelwahl der Bevölkerung[%] MIV/ÖPNV/RAD/FUSS	57/13/9/21	58/6/19/17	58/13/9/20	

Tab. 20: Struktur und Analysedaten der Beispielstädte mit vorhandenem Verkehrsmodell

merkmale. Um ein möglichst breites Spektrum an unterschiedlichen Strukturmerkmalen für die weiteren Analysen einzubeziehen, eignet sich die Kombination der Städte Mönchengladbach, Gütersloh und Coburg. Diese Städte haben zudem den Vorteil, dass die entsprechenden Strukturmerkmale auch in dem vorhandenem Spektrum der SrV-Städte liegen.

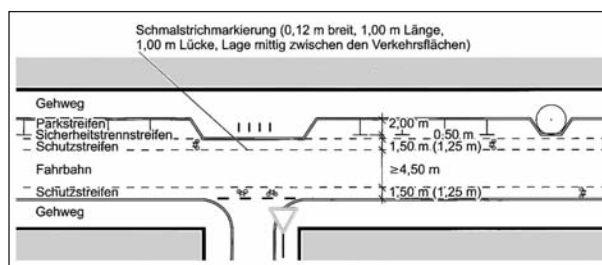


Bild 32: Beispiel Schutzstreifen nach den ERA, 2010

5 Konzeption und Modellierung

5.1 Maßnahmenkonzepte

Aus der Analyse von eigenen und weiteren durchgeführten Verkehrsentwicklungsplanungen lässt sich eine Vielzahl von infrastrukturellen und „weichen“ Maßnahmen für den Radverkehr ableiten.

Das Radverkehrsangebot der Städte, wie die Analysen der Verkehrsentwicklungsplanungen verdeutlichen, bedarf in den meisten Fällen einer deutlichen Erweiterung (Quantität) und Verbesserung (Qualität). In den Untersuchungen wird daher häufig die Entwicklung eines gesamtstädtischen Radverkehrskonzepts empfohlen. Im Zentrum der Zielkonzepte für den Fahrradverkehr steht ein sicheres, attraktives, dichtes und geschlossenes Alltagsnetz

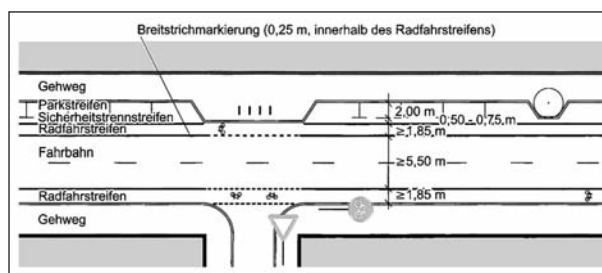


Bild 33: Beispiel Radfahrstreifen nach den ERA, 2010

(ggf. auch Freizeitnetz) von Radverkehrsanlagen im Hauptverkehrsstraßennetz und ergänzenden Routen im Zuge von fahrradfreundlichen Straßen im übrigen Straßennetz. Welche Form der Radverkehrsanlage dabei realisiert werden soll – z. B. Schutzstreifen (Bild 32) oder Radfahrstreifen (Bild 33) auf der Fahrbahn, Radweg oder gemeinsamer

Geh- und Radweg im Seitenraum –, ist in den entsprechenden Einzelfällen abhängig von den straßenräumlichen Rahmenbedingungen und der Ortsüblichkeit von Führungsformen. Kann die Radverkehrsführung nicht auf eigenen Radverkehrsanlagen erfolgen, bietet sich die Führung im Mischverkehr auf gering belasteten Hauptverkehrsstraßen, Hauptverkehrsstraßen mit Geschwindigkeitsbeschränkung oder in Tempo-30-Zonen an.

Maßnahmen im Bereich von Knotenpunkten zielen im Wesentlichen auf die Verkehrssicherheit ab. Hierzu zählt insbesondere die durch Markierung verdeutlichte Radverkehrsführung. Überquerungshilfen für den Radverkehr z. B. durch Mittelinseln gehören ebenso zu den Maßnahmen wie Aufstellbereiche auf der Fahrbahn vor dem Kfz-Verkehr. Im Zusammenhang der Radverkehrsführung sei auch auf die Radverkehrslenkung durch eindeutige und sichtbare Beschilderung und Wegweisung hingewiesen.

Der Anteil der innerstädtischen Hauptverkehrsstraßen mit entsprechenden Radverkehrsanlagen kann ggf. Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl hin zum Fahrrad haben. Bei dem Vergleich der Auswahlstädte zeigt sich, dass – tendenziell – mit zunehmendem Anteil der Hauptverkehrsstraßen mit Radverkehrsanlagen die Anteile des Radverkehrs am Modal-Split ebenfalls steigen (Bild 34).

Besondere Verflechtungen innerhalb einer Stadt in einem bestimmten Entfernungsbereich können ggf. durch Radverkehrsachsen bedient werden. Diese zeichnen sich durch eine Bevorrechtigung des Rad-

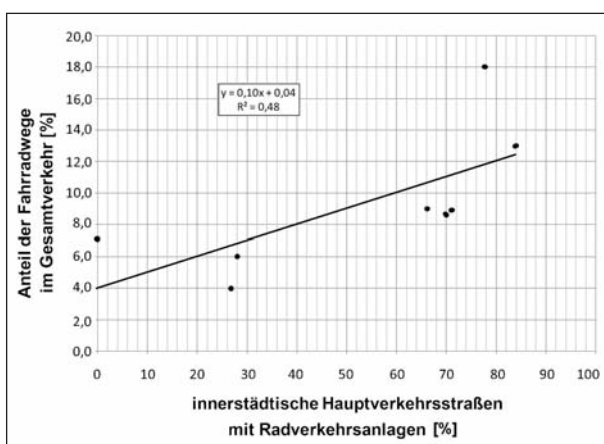


Bild 34: Anteil innerstädtischer Hauptverkehrsstraßen mit Radverkehrsanlagen bezogen auf den Modal-Split-Anteil der Fahrradwege am Gesamtverkehr; Daten aus acht Auswahlstädten, darunter die drei Beispielstädte

verkehrs auf der Strecke und den Knotenpunkten aus.

Ein weiteres wesentliches Element der Radverkehrskonzepte ist die Verknüpfung von Fahrradverkehr mit dem öffentlichen Personennahverkehr. Hierzu gehören z. B. überdachte und diebstahlsichere Abstellanlagen oder Fahrradstationen an Bahnhöfen und zentralen Bushaltestellen (B + R). Derartige Einrichtungen sind insbesondere dann konzeptionell gefragt, wenn im Bezug zum Radverkehr weite oder schwierige (hohe Steigungsverhältnisse) Wege zurückzulegen sind. B+R-Anlagen an strategisch wichtigen Orten sind Voraussetzung zur Verlagerung des MIV-Pendlerverkehrs auf den Umweltverbund. Nach der Radverkehrsstrategie in Hamburg z. B. soll bis zum Jahr 2015 der Anteil des Radverkehrs am gesamten Verkehrsaufkommen verdoppelt werden. Innerhalb der Maßnahmenbündel sind als Einzelmaßnahme die Errichtung und Ausweitung von Fahrradverleihstationen umzusetzen (Bild 35).

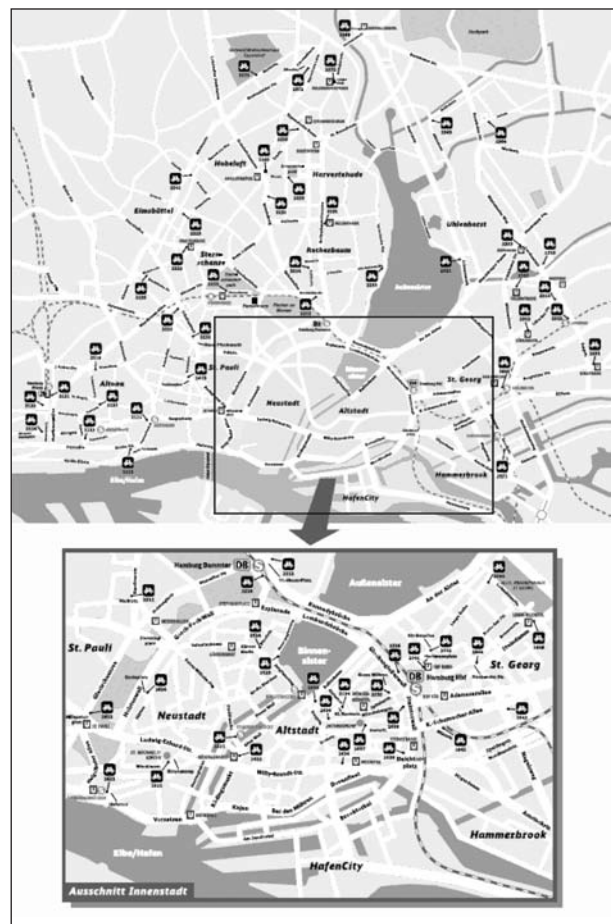


Bild 35: Leihstationen der Hansestadt Hamburg, StadtRAD Hamburg, 2009

„Weiche Maßnahmen“ sind Maßnahmen der Information, Aufklärung, Beratung und Werbung, die zusammen genommen ein höheres Maß an Verständnis für Belange eines stadt-, sozial- und umweltgerechten Verkehrs bei den Verkehrsteilnehmern erzeugen sollen.

Die Erfahrungen aus der jüngsten Zeit bei der Umsetzung von Verkehrskonzepten haben gezeigt, dass Image und Marketing von verkehrlichen Maßnahmen eine große Bedeutung zukommt. Aus diesem Grunde sind Kommunikationsmaßnahmen einzusetzen, um Verständnis und Akzeptanz für die „harten“ Planungsmaßnahmen zu erreichen.

Viele Erfahrungen sprechen darüber hinaus dafür, dass neue Situationen oft eine „Gebrauchsanweisung“ benötigen. Neue Angebote wie z. B. umgesetzte Maßnahmen müssen bekannt, verstanden und als solche akzeptiert sein, damit die angestrebten Verhaltensänderungen stattfinden.

In der Verkehrspolitik ist inzwischen erkannt worden, dass mit den klassischen Instrumentarien der Angebots-, Infrastruktur, Ordnungs- und Preispolitik nur bedingt Veränderungen in der Verkehrsmittelwahl erzielt werden können. Selbst ein qualitativ gutes und flächendeckendes Infrastrukturangebot, das das Radfahren in Städten und Gemeinden attraktiv und sicher gestaltet, reicht alleine nicht aus, um eine volle Potenzialabschöpfung für die Fahrradnutzung zu erzielen (vgl. BRENKE, 2000).

Die Form der Informationsvermittlung hat sich in den letzten Jahren deutlich verändert. Der Standard geht weit über Pressebeiträge, Faltblätter oder kleine Broschüren hinaus. Gezielte Marketingstrategien, die zur generellen Verbesserung des Fahrradklimas beitragen und auch Autofahrer zum Umsteigen auf das Fahrrad motivieren, sind nicht mehr die Ausnahme.

Vor dem Hintergrund der heutigen Klimaproblematik gewinnt u. a. auch die Elektromobilität immer mehr an Bedeutung. Auch wenn das politische und mediale Interesse sich derzeit sehr stark auf Elektroautos konzentriert, sind die Verkaufszahlen von elektrounterstützten Fahrrädern in Deutschland förmlich explodiert. Während im Jahr 2007 rund 70.000 Stück verkauft wurden, waren 2010 bereits 200.000 der rund 4 Mio. verkauften Fahrräder elektrisch. Für 2011 wird in Deutschland ein Absatz von 300.000 Stück erwartet, sodass Ende des Jahres rund 600.000 elektrisch unterstützte Fahrräder auf deutschen Straßen unterwegs sind. Mittelfristig

wird sogar ein jährlicher Absatz von 400.000 bis 600.000 Stück erwartet (vgl. u. a. KOLBERG, 2011 sowie Deutscher Bundestag, 2011).

Pedelecs und andere motorisierte Fahrräder weisen durch die Unterstützung des Elektromotors im Vergleich zu den konventionellen Fahrrädern zum einen eine höhere Beschleunigung und zum anderen eine höhere Durchschnittsgeschwindigkeit auf. Vorausgesetzt, dass die notwendige Infrastruktur (z. B. dichtes Netz von Ladestationen, sichere und überdachte Abstellanlagen, ggf. Beschleunigungen im Zuge von koordinierten Lichtsignalanlagen, sichere Radverkehrsanlagen, ...) vorhanden ist, kann die Nutzung von Pedelecs zu einer Reduzierung von Kfz-Fahrten beitragen.

In dem UBA-Projekt FuE 3708 45 101 „Potenziale des Radverkehrs für den Klimaschutz“ ergaben sich relativ große Umweltentlastungspotenziale aus der Annahme, dass sich die Gesamtbevölkerung bezüglich der Verkehrsmittelwahl, Reiseweiten etc. so verhält wie heutige Haushalte ohne Pkw-Besitz (ähnlich dem Verhalten von Carsharing-Teilnehmern). Zur Aneignung eines entsprechenden Mobilitätsverhaltens müssen bestimmte siedlungsstrukturelle Voraussetzungen (z. B. „Stadt der kurzen Wege“) gegeben sein. Die Änderung der siedlungsstrukturellen Gegebenheiten wie räumliche Verteilung und Zuordnung von Wohnen, Arbeiten, Versorgen und Bildung können das Verkehrsverhalten beeinflussen und letztlich in Verkehrsbelastungen und daraus resultierenden Umweltauswirkungen „übersetzt“ werden.

5.2 Modellierung der verkehrlichen Wirkung

Die anstehenden Analysen sollen in den Beispielstädten nach gleicher Methodik durchgeführt werden. Methodisch handelt es sich im Kern um szenarische Vorher-Nachher-Vergleiche d. h., bezogen auf einen „Analysefall“ werden mehrere Szenarien berechnet und wirkungsanalytisch untersucht, die jeweils fortschreitende Umsetzungsstufen repräsentieren. Die Berechnungen und Wirkungsanalysen erfolgen modellgestützt und damit methodisch nah an der verkehrs- und umweltsplanerischen Praxis auf kommunaler Ebene.

Ein Szenario wird für jede Beispielstadt in Form eines umfassenden Maßnahmenkonzepts („Radverkehr als System“) entwickelt und bezieht sich

auf mehrere zeitlich fortschreitende Umsetzungsstufen. Dabei kann neben den Ergebnissen der vorangegangenen Arbeitsschritte auch auf die vorliegenden Verkehrsentwicklungspläne zurückgegriffen werden, in denen entsprechende Radverkehrskonzepte entwickelt wurden. Zu berücksichtigen ist, dass Maßnahmen nach dem umfassenden Systemansatz sowohl Infrastrukturmaßnahmen (regelwerkkonforme Radverkehrsanlagen, Abstellanlagen, Verkehrssteuerung, Berücksichtigung des Radverkehrs im kombinierten Verkehr etc.) als auch sog. „weiche“ Maßnahmen zur Beeinflussung von Mobilitätseinstellungen und -verhalten (Verkehrsmarketing, Mobilitätsmanagement etc.) umfassen. Neben dem Ansatz der „harten und weichen Maßnahmen“ erfolgt in allen Beispielstädten eine „Pedelectrisierung“ der Bevölkerung bzw. eines Teils der Bevölkerung (d. h. eine definierte Personengruppe hat einen Zugang zu Pedelects). Die Pedelectrisierung beinhaltet weitere begleitende infrastrukturelle Maßnahmen (z. B. Errichtung von Ladestationen, ggf. Ausweitung von Schutzstreifen, ...).

Nicht alle Maßnahmen lassen sich räumlich differenzieren, manche wirken auf gesamtstädtischer Ebene.

Voraussetzung zur Abbildung der Wirkungen im Simulationsmodell (z. B. durch Reisezeitvorteile bedingte Verlagerung von Kfz-Fahrten hin zum Radverkehr) ist die Verwendung von differenzierten Fahrtgeschwindigkeiten im Radverkehr.

5.2.1 Fahrtgeschwindigkeiten im Radverkehr für den Ansatz „weicher und harter Maßnahmen“

Den unterschiedlichen Radverkehrsanlagen wurden auf Basis von Literaturangaben (z. B. ANGENENDT/WILKEN, 1997) und weiteren abgeleiteten Annahmen zunächst spezifische Fahrtgeschwindigkeiten für den Radverkehr in der Ebene zugeordnet (Tabelle 21).

Um den Einfluss von Steigungs- und Gefällestrecken auf die Fahrtgeschwindigkeit im Radverkehr abzubilden, wurden die Fahrtgeschwindigkeiten für die Ebene weiter nach zuvor definierten Steigungsklassen differenziert. Ausgehend von Angaben aus der Literatur (vgl. u. a. GÖLZ, 2007) und Erkenntnissen aus eigenen empirischen Untersuchungen wurde der Zusammenhang zwischen Steigung bzw. Gefälle und der mittleren Fahrtgeschwindigkeit ab-

Art der Radverkehrsanlage	Breite ¹⁾ [m]	V _{F,Rad} ²⁾ [km/h]
separater Radweg	2,10	19
Radweg neben Gehweg	2,10	17
Zweirichtungsradweg	2,75	16
Radfahrstreifen	1,85	19
Schutzstreifen	1,25	19
Gemeinsamer Geh-/Radweg	3,00	14
Zweirichtungs- Geh-/Radweg	3,25	14
Gehweg, Radfahrer frei	2,50	13
Mischverkehr	-	19

1) Regelbreite nach den RASt 06
2) mittlere Fahrtgeschwindigkeit im Radverkehr

Tab. 21: Angesetzte Fahrtgeschwindigkeiten im Radverkehr für ebene Strecken

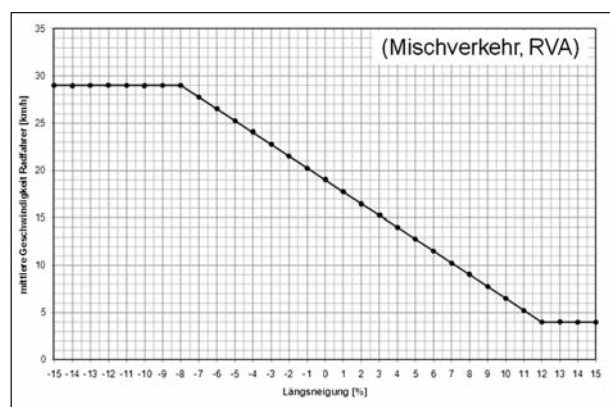


Bild 36: Einfluss der Längsneigung auf die mittlere Fahrtgeschwindigkeit im Radverkehr, Beispiel Mischverkehr und separate Radverkehrsanlagen

geleitet. Im Bereich zwischen -8 % und +12 % ein linearer Zusammenhang zwischen der Längsneigung einer Strecke und der mittleren Fahrtgeschwindigkeit im Radverkehr für die Führung im Mischverkehr und separaten Radverkehrsanlagen, höhere Steigungen oder größeres Gefälle führen nicht mehr zu einer Veränderung der Fahrtgeschwindigkeit im Radverkehr (Bild 36).

Zur Implementierung der ermittelten auf die Längsneigung bezogenen Fahrtgeschwindigkeiten in das Simulationsmodell wurden für Strecken mit Steigung bzw. Gefälle drei Steigungsklassen definiert (Tabelle 22) und eine für Steigung und Gefälle repräsentierende Fahrtgeschwindigkeit zugeordnet. Die Zuordnung der Fahrtgeschwindigkeit erfolgte anhand der Festlegung von Geschwindigkeiten in den unterschiedlichen Längsneigungsbereichen der Steigungsklassen (Bild 37).

Steigungsklasse	Längsneigung s
I	$ s \leq 3 \%$
II	$3 \% < s \leq 6 \%$
III	$ s > 6 \%$

Tab. 22: Definierte Steigungsklassen mit Angabe der Bereiche der Längsneigung

Steigungs-klasse	Gefälle V_G [km/h]	Steigung V_S [km/h]	$V_{F, Rad}$ [km/h]
I	19	19	19
II	25	13	17
III	30	4	7

Tab. 23: Ermittlung der nach Steigungsklassen differenzierten Fahrtgeschwindigkeit im Radverkehr, Beispiel Schutzstreifen

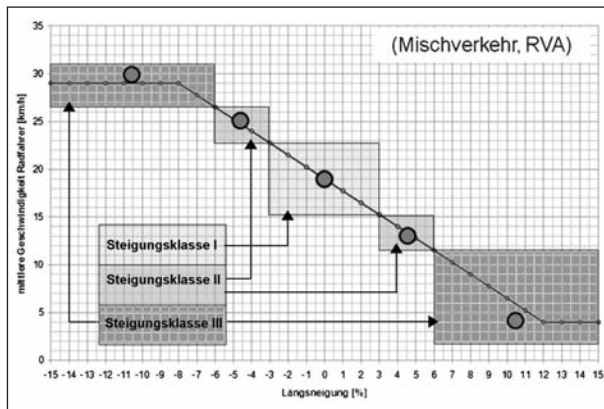


Bild 37: Festlegung der Fahrtgeschwindigkeiten im Radverkehr für die entsprechenden Bereiche der Steigungsklassen, Beispiel Mischverkehr und separate Radverkehrsanlagen

Art der Radverkehrsanlage	$V_{F, Rad}$ [km/h] Steigungsklasse		
	I	II	III
separater Radweg	19	17	7
Radweg neben Gehweg	17	15	7
Zweirichtungsradweg	16	14	7
Fahrradstraße	19	17	7
Schutzstreifen	19	17	7
Gemeinsamer Geh-/Radweg	14	10	6
Zweirichtungs- Geh-/Radweg	13	10	7
Gehweg, Radfahrer frei	13	9	6
Mischverkehr	19	17	7

Tab. 24: Angesetzte Fahrtgeschwindigkeiten im Radverkehr für unterschiedliche Steigungsklassen

Für eine Strecke der Steigungsklasse II und III gilt es, die Fahrtgeschwindigkeiten der Steigung und des Gefälles zusammenzuführen. Dies erfolgt über die allgemeine Funktion zur Berechnung von mittleren Fahrtgeschwindigkeiten:

$$V_F = \frac{L_{ges}}{\sum \frac{L_i}{V_i}} \quad [km/h]$$

mit

V_F = mittlere Fahrtgeschwindigkeit [km/h]

i = Index für Steigung/Gefälle [-]

$L_{ges} = \sum L_i = L_S + L_G$ [m]

L_S = Länge der Steigungsstrecke [m]

L_G = Länge der Gefällestrecke [m]

Mit $L_S = L_G$ ergibt sich die mittlere Fahrtgeschwindigkeit in einer Steigungsklasse demnach zu:

$$V_{F, Rad} = 2 \cdot \frac{V_S \cdot V_G}{V_S + V_G}$$

mit

V_S = Fahrtgeschwindigkeit Steigung [km/h]

V_G = Fahrtgeschwindigkeit Gefälle [km/h]

Es lassen sich damit Einzelwerte der Fahrtgeschwindigkeit für Steigung und Gefälle sowie die berechnete mittlere Fahrtgeschwindigkeit für die verschiedenen Führungsformen, z. B. Schutzstreifen, angegeben (Tabelle 23).

Im Ergebnis ergibt sich für jede Radverkehrsanlage eine auf die Steigungsklasse bezogene mittlere Fahrtgeschwindigkeit (Tabelle 24). Diese Werte werden im weiteren Verlauf der verkehrlichen Analysen dem Makrosimulationsmodell entsprechend der Steigungsklasse einer Strecke und der Umsetzung von „harten (regelkonforme Radverkehrsanlagen) und weichen (Beeinflussung von Mobilitätseinstellungen und -verhalten) Maßnahmen“ hinterlegt.

5.2.2 Fahrtgeschwindigkeiten im Radverkehr für den Ansatz der Pedelectrisierung

Der Umfang der Pedelectrisierung wird für die Beispielstädte unterschiedlich angesetzt. Für die Beispielstädte Mönchengladbach und Gütersloh gilt

Art der Radverkehrsanlage	V _{F,Rad} [km/h] Steigungsklasse		
	I	II	III
separater Radweg	19	22	23
Radweg neben Gehweg	17	20	21
Zweirichtungsradweg	16	19	20
Fahrradstraße	19	22	23
Schutzstreifen	19	22	23
Gemeinsamer Geh-/Radweg	14	14	14
Zweirichtungs- Geh-/Radweg	13	15	17
Gehweg, Radfahrer frei	13	13	13
Mischverkehr	19	22	23

Tab. 25: Angesetzte Fahrtgeschwindigkeiten im Radverkehr für unterschiedliche Steigungsklassen; Beispielstadt Coburg

die Annahme, dass alle Personen einen Zugang zu einem Pedelec haben. Für die Beispielstadt Coburg fokussiert sich der potenzielle Nutzerkreis von Pedelecs auf den Bevölkerungsanteil, der auf seinem Weg eine Steigung bzw. ein Gefälle überwinden muss. Auch die die Pedelectrisierung begleitenden infrastrukturellen Maßnahmen unterscheiden sich für die Beispielstädte. Für die Beispielstädte Mönchengladbach und Gütersloh wird eine auf die Hauptverkehrsstraßen bezogene flächendeckende Umsetzung von Schutzstreifen vorausgesetzt. In der Beispielstadt Coburg bleibt die Vielfalt an Radverkehrsanlagen (hierbei jedoch regelwerkkonform) erhalten.

Bei einer Pedelectrisierung der gesamten Bevölkerung (Beispielstädte Mönchengladbach und Gütersloh) wird eine mittlere Fahrtgeschwindigkeit im Radverkehr (hierbei ausschließlich Pedelecs) von 22 km/h angesetzt.

Da in der Beispielstadt Coburg ein spezieller Bevölkerungsanteil Zugang zu Pedelecs hat (s. o.), wird sich in den ebenen Bereichen (insbesondere im Innenstadtbereich) eine Mischung von konventionellen Fahrrädern und Pedelecs einstellen. Auf Grund der unterschiedlichen Steigungsverhältnisse in der Beispielstadt Coburg und der Durchmischung der Fahrradarten in der Ebene werden für den Radverkehr (konventionelle Fahrräder und Pedelecs) in der Simulationen nach Steigungsklassen differenzierte Fahrtgeschwindigkeiten angesetzt (Tabelle 25).

Ein Beispiel zur Ermittlung der Fahrtgeschwindigkeit für Pedelecs auf einem Schutzstreifen in den unterschiedlichen Steigungsklassen ist in Tabelle

Steigungs-klasse	Gefälle V _G [km/h]	Steigung V _S [km/h]	V _{F,Rad} [km/h]
I	19	19	19
II	25	19	22
III	30	19	23

Tab. 26: Ermittlung der nach Steigungsklassen differenzierten Fahrtgeschwindigkeit für Pedelecs am Beispiel Schutzstreifen, Beispielstadt Coburg

26 dargestellt. Hierbei gilt, dass für jede Radverkehrsanlage in der Steigungsklasse I auf Grund der Durchmischung mit dem konventionellen Radverkehr keine höheren Geschwindigkeiten angesetzt werden als nach Tabelle 23. Die höheren erreichbaren Fahrtgeschwindigkeiten von Pedelecs wirken sich lediglich auf Strecken der Steigungsklasse II und III aus, da hier, anders als in der Ebene, ausschließlich Pedelecs auf den Radverkehrsanlagen verkehren.

5.2.3 Änderung des Verkehrsverhaltens durch den Ansatz „bewusste Mobilität“

Ausgehend von einem bereits optimierten Radverkehrssystem werden in einem ersten Schritt – unter Konstanthalten der siedlungsstrukturellen Gegebenheiten – die Teile der Verkehrsbevölkerung identifiziert und im Verkehrsmodell abgebildet, für die das Verkehrsmittelwahlverhalten von Personen ohne Pkw-Besitz u. a. durch höhere Fahrradnutzung unterstellt werden kann.

Im Rahmen der Kooperation mit dem UBA-Projekt FuE 3708 45 101 „Potenziale des Radverkehrs für den Klimaschutz“ wurde eine entsprechende Verhaltensmatrix (vgl. Tabelle 27) zur Verwendung in dem Makosimulationsmodell bereitgestellt. Das Verkehrsmittelwahlverhalten der Personengruppe ohne Pkw-Besitz ist in etwa mit dem Mobilitätsverhalten von Carsharing-Teilnehmern vergleichbar, d. h. Personengruppen, die sich „bewusst“ für ein für den jeweiligen Weg geeignetes Verkehrsmittel entscheiden. Zur Identifizierung der Bevölkerungsteile, für die Carsharing-affine Bedingungen gegeben sind, wurde eine Analyse u. a. der Dichtestrukturen im Zusammenhang mit Carsharing-Standorten in Aachen durchgeführt (Bild 38). Weitergehende Untersuchungen ergaben, dass nicht nur die Einwohnerdichte (> 10.000 EW/km²), sondern auch das Verhältnis Einwohner/Beschäftigte (80/20 bis 50/50) zu den Standortfaktoren von Carsharing-Stationen und damit für ein „bewusstes“ Mobilitäts-

Gruppe	Entfernung	Arbeiten/Bilden				Einkauf				Freizeit				Sonstiges			
		zu Fuß	Rad	MIV	ÖV	zu Fuß	Rad	MIV	ÖV	zu Fuß	Rad	MIV	ÖV	zu Fuß	Rad	MIV	ÖV
Schüler	bis 2 km	74%	18%	5%	3%	72%	14%	13%	2%	66%	23%	9%	1%	71%	13%	13%	3%
	>2 bis 5 km	19%	36%	15%	30%	18%	26%	39%	17%	16%	44%	29%	11%	17%	23%	39%	22%
	>5 bis 15 km	1%	12%	16%	71%	1%	9%	48%	42%	1%	20%	44%	35%	1%	8%	42%	49%
	> 15 km	0%	1%	13%	86%	0%	1%	42%	57%	0%	2%	44%	54%	0%	1%	36%	64%
Erwerbstätige	bis 2 km	65%	28%	3%	3%	76%	17%	5%	2%	82%	15%	2%	1%	68%	25%	4%	3%
	>2 bis 5 km	18%	41%	10%	32%	24%	29%	20%	26%	36%	36%	14%	14%	19%	37%	17%	26%
	>5 bis 15 km	1%	20%	15%	64%	2%	14%	30%	54%	4%	25%	31%	41%	1%	19%	26%	55%
	> 15 km	0%	2%	15%	82%	0%	1%	31%	68%	0%	3%	36%	60%	0%	2%	27%	71%
nicht Erwerbstätige	bis 2 km	79%	17%	1%	2%	78%	14%	4%	3%	84%	13%	2%	1%	79%	15%	4%	2%
	>2 bis 5 km	31%	32%	5%	32%	27%	24%	14%	34%	42%	31%	9%	18%	30%	27%	13%	30%
	>5 bis 15 km	4%	16%	9%	71%	3%	10%	23%	64%	8%	20%	21%	51%	4%	12%	23%	61%
	> 15 km	1%	4%	16%	79%	0%	2%	35%	62%	1%	5%	37%	56%	0%	3%	36%	60%
Rentner	bis 2 km	75%	20%	2%	4%	81%	11%	4%	4%	85%	11%	2%	2%	79%	13%	4%	4%
	>2 bis 5 km	29%	29%	13%	28%	31%	16%	21%	32%	46%	23%	13%	18%	30%	19%	23%	29%
	>5 bis 15 km	3%	16%	24%	57%	3%	7%	33%	57%	6%	16%	31%	46%	3%	9%	37%	51%
	> 15 km	0%	3%	34%	62%	0%	1%	43%	56%	1%	4%	45%	51%	0%	2%	47%	50%

Tab. 27: Mobilitätsverhalten der Personengruppe ohne Pkw-Besitz; Quelle: UBA-Projekt FuE 37 08 45 101, Stand: 04.10.2011, TU Dresden

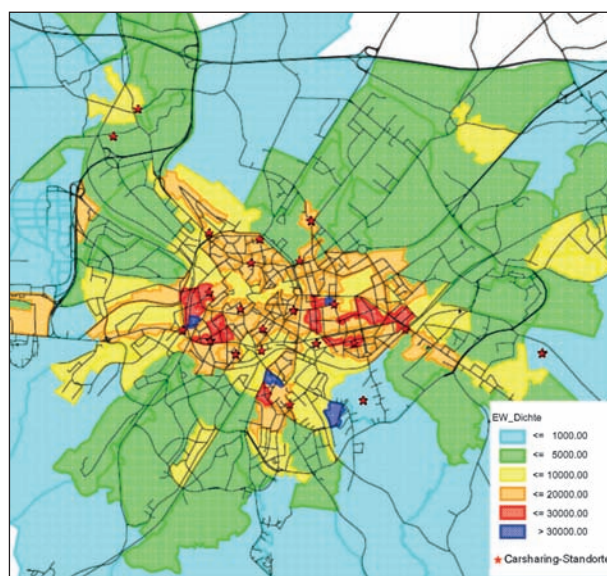


Bild 38: Carsharing-Standorte und Einwohnerdichten in Aachen

verhalten zählen. Mit diesen Annahmen können so genannte „Potenzialzellen“ identifiziert werden.

Durch die Übertragung der Verhaltensmatrix auf die Potenzialzellen erfolgt die Ermittlung des Gesamt-Modal-Splits und der resultierenden Kfz-Belastungen und Fahrleistungen im Straßennetz mit dem makroskopischen Verkehrssimulationsmodell.

In einem zweiten Schritt sollen dann im Modell die siedlungsstrukturellen Randbedingungen für die betrachtete Beispielstadt im Sinne optimaler Voraussetzungen für eine maximale Fahrradnutzung (Stichwörter: „Nachverdichtung“, „Innenentwicklung“) verändert und das sich daraus ergebende Verkehrsverhalten und seine umweltbezogenen Auswirkungen abgebildet und analysiert werden.

Auf Grundlage der bisherigen Strukturanalysen erfolgt die Umsetzung dieser Maßnahmen ausschließlich für die Beispielstadt Mönchengladbach.

5.3 Modellierung der Umweltwirkung

Die Modellierung der Umweltwirkung in den Beispielstädten umfasste die Berechnung von Luftschadstoff-, CO₂- und Lärmemissionen sowie der Immissionsbelastung (Luftqualität) für das Bezugsjahr 2010.

In EU-Richtlinien bzw. deren Umsetzung in nationales Recht in der 39. BIMSCHV (2010) sind Grenzwerte festgelegt, die die Grundlage zur Beurteilung der Luftqualität bilden. Von Bedeutung für den Verkehrsbereich sind in Deutschland die Grenzwerte für NO₂ und PM₁₀.

Die Luftbelastung z. B. innerhalb einer Stadt setzt sich aus unterschiedlichen Belastungen zusammen. An den verkehrlichen Hotspots ist die Gesamtbelastung die Summe aus regionalem Hintergrund, urbanem Hintergrund und Zusatzbelastung (Bild 39).

Für die Ermittlung der Gesamtbelastung war es notwendig, die lokale Zusatzbelastung durch den Straßenverkehr in den einzelnen Straßenräumen zu ermitteln. Bestandteil dabei war die Modellierung der relevanten Emissionen des Straßenverkehrs. Außerdem hängt die lokale Zusatzbelastung neben der Verkehrsbelastung der Straße maßgeblich von der Bebauungssituation entlang der Straße ab, die daher für alle zu betrachtenden Straßen zu bestimmen und zu berücksichtigen war.

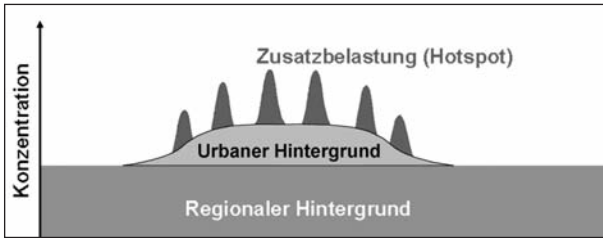


Bild 39: Schema der Zusammensetzung der städtischen Gesamtbelastung (LENSCHOW et al., 2001)

Die urbane und regionale Hintergrundbelastung konnte aus anderen Quellen übernommen werden.

5.3.1 Berechnung der Emissionen für CO₂ und Luftschadstoffe

Die Berechnung der Kfz-Luftschadstoff- und CO₂-Emissionen erfolgt auf Basis des Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA 3.1 (Februar 2010), das den aktuellen Standard bei der Kfz-Emissionsermittlung in Deutschland darstellt, und wurde mit dem Emissionsmodell IMMIS^{em} durchgeführt.

In IMMIS^{em} (IVU Umwelt 2010b) sind außer der Berechnung der Auspuffemissionen nach dem HBEFA noch Modelle für Kaltstartemissionen basierend auf VDI 3782, Blatt 7, PM10-Aufwirbelungs- und Abriebemissionen (PM10-AWAR) und die Abbildung von Verkehrsstörungen (Level of Service – LOS) in einem LOS-Modell implementiert.

Außer für CO₂ wurden die Emissionen für die Luftschadstoffe NO_x, Partikel und PM10 ermittelt. Die PM10-Emissionen setzen sich zusammen aus den Auspuffemissionen Partikel und den PM10-Aufwirbelungs- und Abriebemissionen.

Die wichtigste Eingangsgröße für die Emissionsberechnung ist die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV), die mit dem Verkehrsmodell ermittelt wurde. Weiterhin lagen die Anteile schwerer Lkw (> 3,5 t) vor.

Zusätzlich zur Verkehrsbelastung war allen Abschnitten eine Verkehrssituation zugeordnet. Die Verkehrssituationen im HBEFA fassen Fahrmuster, denen der Verkehr unterliegt, über kinematische Kenngrößen zusammen, und zwar abhängig von Gebiet (ländlicher Raum oder Agglomeration/Balungsraum), Straßentyp und Tempolimit.

Die möglichen Werte für die drei Komponenten der Verkehrssituation sind in Tabelle 30 dargestellt.

Flottenvariante	Beschreibung
1	urban/Agglomeration
2	rural/ländlich
3	motorway/Autobahn

Tab. 28: Flottenvarianten des HBEFA mit Codierung und Beschreibung

LOS 2	LOS 3	LOS 4
0.15	0.8	1

Tab. 29: Schwellwerte für die Kapazitätsauslastung zum Wechsel in den nächsten Level of Service (als Anteile an Kapazität)

Farblich hinterlegt sind die im HBEFA 3.1 definierten gültigen Kombinationen aus Gebiet, Straßentyp und Tempolimit. Die Farbe und eingetragene Zahl stellen die zu der jeweiligen Kombination im HBEFA 3.1 hinterlegte Kfz-Flottenvariante (Tabelle 28) dar.

Zusätzlich zu der Zuordnung von Gebiet, Straßentyp und Tempolimit werden die Verkehrssituationen im HBEFA durch die Beschreibung von vier Verkehrszuständen (Level of Service – LOS) ergänzt: frei (LOS 1), dicht (LOS 2), gesättigt (LOS 3) und Stop-and-go (LOS 4).

Bezogen auf einen DTV können diese vier Qualitätsstufen in unterschiedlichen Anteilen auftreten. So ist davon auszugehen, dass bei relativ geringen Verkehrsstärken in der Nacht der Verkehr in der Qualitätsstufe „frei“ ist. Bei höheren Verkehrsstärken hängt es vom jeweiligen Auslastungsgrad ab, in welchem Zustand sich der Verkehr befindet.

Der Level of Service wird als Anteile der LOS-Stufen am DTV angegeben. Für die Emissionsberechnung wurde das interne LOS-Modell von IMMIS^{em} benutzt. Dabei wird die LOS-Aufteilung durch die Angabe einer Kapazität des Querschnitts (Summe der Kapazitäten beider Fahrrichtungen), einer mittleren Verkehrsganglinie und von Schwellwerten (Tabelle 29), ab denen der Zustand von einem LOS zum anderen wechselt, bestimmt.

Ein weiterer Parameter der Emissionsberechnung ist die Längsneigung. Aufgrund der besonderen orografischen Lage Coburgs im Itztal wurde daher als zusätzlicher Parameter noch die mittlere Steigung abgeleitet und den Abschnitten zugeordnet.

Gebiet	Straßentyp	Tempolimit											
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	> 130
ländlich	Autobahn						3	3	3	3	3	3	3
ländlich	Semi-Autobahn							3		3			
ländlich	Fern-, Bundesstraße				1	2	2	2	2	2			
ländlich	Hauptverkehrsstraße			1	1	2	2	2	2				
ländlich	Hauptverkehrsstraße, kurvig			1	1	2	2	2	2				
ländlich	Sammelstraße			1	1	2	2						
ländlich	Sammelstraße, kurvig			1	1	2	2						
ländlich	Erschließungsstraße	1	1	1									
Agglomeration	Autobahn						3	3	3	3	3	3	
Agglomeration	Stadtautobahn				1	1	1	1	1	1			
Agglomeration	Fern-, Bundesstraße					1	2	2	2	2			
Agglomeration	Magistrale/Ringstraße			1	1	1	2	2					
Agglomeration	Hauptverkehrsstraße			1	1	1	2						
Agglomeration	Sammelstraße			1	1								
Agglomeration	Erschließungsstraße	1	1	1									

Tab. 30: Verkehrssituationen gemäß HBEFA 3.1

5.3.2 Lärmemissionen

Um die Lärmbelastung abschätzen zu können, wurden die Emissionspegel nach RLS-90 (1992) berechnet. Für die Berechnungen wurden die nötigen Eingangsdaten soweit möglich aus den Berechnungen der Kfz-Emissionen für CO₂ und Luftschadstoffe übernommen.

Die Abgrenzung von leichten und schweren Lkw erfolgt über das zulässige Gesamtgewicht. Entgegen der RLS-90, in der die Gewichtsgrenze für schwere Lkw bei 2,8 t zulässigem Gesamtgewicht liegt, wurden nach VBUS (2006) Fahrzeuge bis einschließlich 3,5 t den leichten Lkw zugerechnet. Da diese Aufteilung auch für die Berechnungen der Kfz-Emissionen für CO₂ und Luftschadstoffe verwendet wurde, konnten die vorliegenden Anteile schwerer Lkw übernommen werden.

Die Berechnung der maßgebenden Verkehrsstärke und Aufteilung auf Tag und Nacht erfolgte gemäß RLS-90. Für alle berechneten Abschnitte wurde pauschal Asphalt als Straßenoberfläche gesetzt.

5.3.3 Berechnung der Immissionsbelastung

Zur Berechnung der Zusatzbelastung in den besiedelten Straßenabschnitten kam das Screeningmodell



Bild 40: Abschnittsbildung mit IMMISluft (Beispiel)

des IMMISluft 5.1 (IVU Umwelt, 2010b) zum Einsatz (Bild 40).

Mit einem Screeningmodell können Berechnungen von Jahresmittelwerten und Kurzzeitgrenzwerten von Luftschadstoffen für ganze Straßennetze durchgeführt werden. Das Ergebnis ist ein Wert pro Abschnitt, der für diesen repräsentativ ist.

Die Bebauungsstruktur kann vereinfacht berücksichtigt werden. Für eine Screening-Berechnung mit IMMISluft sind folgende Geometriedaten für

die zu berechnenden Straßenabschnitte erforderlich:

- mittlere längengewichtete Höhe,
- mittlerer längengewichteter Bebauungsabstand,
- bebaute Länge,
- Baulückenanteil (Porosität),
- Steigung,
- Länge.

IMMIS^{luft}-Abschnitte sind zudem nur gültig, wenn sie folgende Modellvoraussetzungen weitestgehend erfüllen:

- gerade,
- verkehrs- bzw. emissionshomogen,
- bebauungshomogen,
- symmetrisch,
- doppelt so lang wie breit (Länge > 2 x Bebauungsabstand).

Das GIS-gestützte Werkzeug IMMIS^{build} bietet ein objektives Verfahren, um repräsentative Werte für die geforderten Eingangsdaten unter Beachtung der Modellvoraussetzungen zu ermitteln.

Die automatische Abschnittserkennung mit nachgeschaltetem Bearbeitungseditor vereinfacht die Generierung von IMMIS^{luft}-Abschnitten und erhöht die Vergleichbarkeit bei gleichzeitiger Vermeidung von Fehlern.

Die Abschnittserkennung basiert auf

- Straßengeometrien (Hauptstrassennetz),
- Gebäudegrundrissen mit Höhenangaben,
- Höhenkonturlinien (Geländemodellen).

Das Ergebnis der Abschnittserkennung ist in Tabelle 31 zusammengefasst.

Beispielstadt	Anzahl Abschnitte	Gesamtlänge [km]
Mönchengladbach	1.042	85
Gütersloh	632	63
Coburg	677	51

Tab. 31: Anzahl Abschnitte und Gesamtlänge in km in den drei Beispielstädten

Neben den Angaben zur Bebauungsstruktur der Abschnitte sind für die Berechnung der Zusatzbelastung Kopplungskoeffizienten nötig, die die mittleren Ausbreitungsbedingungen in bebauten Straßenabschnitten parametrisieren und von regionalen meteorologischen Bedingungen abhängen.

Für Mönchengladbach und Gütersloh konnten Kopplungsdatensätze verwendet werden, die im Rahmen der Arbeiten zum Internet-Screening NRW (IVU Umwelt, 2007) jeder Gemeinde in Nordrhein-Westfalen zugeordnet wurden. Diese Zuordnung wurde übernommen und für Mönchengladbach die Berechnungen mit dem Kopplungsdatensatz für Düsseldorf sowie für Gütersloh mit dem Kopplungsdatensatz für Münster durchgeführt. Für die bayerische Stadt Coburg wurde die IMMIS^{luft}-Standardmeteorologie verwendet.

Außer der Zusatzbelastung wurde noch die Gesamthintergrundbelastung für die Berechnung der Gesamtbelastung benötigt. Unter der „Gesamthintergrundbelastung“ wird der Anteil der Gesamtbelastung eines Straßenabschnitts verstanden, der nicht durch den Verkehr des Abschnitts selbst verursacht wird.

Für Mönchengladbach und Gütersloh konnten Hintergrundbelastungsdaten für NRW in einem 5-km-Raster (IVU Umwelt, 2010a) verwendet werden, die auch im Internet-Screening NRW (IVU Umwelt, 2007) integriert sind. Da für das Bezugsjahr 2010 keine Hintergrundbelastungen vorlagen, wurden die neuesten verfügbaren Daten für das Bezugsjahr 2008 verwendet.

Für Coburg wurden Hintergrundbelastungsdaten aus Messwerten abgeleitet. Dazu wurde der Mittelwert von Messungen von 3 Messstationen gebildet (Tabelle 32).

Zur Ermittlung der Gesamtbelastung wurde für jeden Straßenabschnitt für NO_x und PM10 jeweils die Summe aus der Zusatzbelastung und dem Gesamthintergrundniveau gebildet.

Messstation	NO	NO ₂	NO _x	PM10	O ₃
Michelstadt	11,3	22,4	39,7	16,9	43,1
Bamberg	12,0	26,0	44,4	23,0	-
Kulmbach	9,0	22,0	35,8	20,0	39,0
Mittelwerte	10,8	23,5	40,0	20,0	41,1

Tab. 32: Jahresmittelwerte der Luftschadstoffmessungen von Stationen in der Nähe von Coburg für das Jahr 2008 in µg/m³

Die NO_2 -Gesamtbelastung NO_2 -JMW wurde entsprechend der folgenden Formel nach IVU Umwelt (2002), die in Bild 41 dargestellt ist, aus dem Jahresmittelwert der NO_x -Gesamtbelastung NO_x -JMW ermittelt:

$$\text{NO}_{2\text{JMW}} = \left(\frac{67.7}{\text{NO}_{x\text{JMW}} + 84.77} + 0.0698 \right) \cdot \text{NO}_{x\text{JMW}}$$

Zur Bestimmung der Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Tagesgrenzwerts von PM_{10} in Höhe von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird in IVU Umwelt (2006) ein statistischer Ansatz auf der Basis des Jahresmittelwertes von PM_{10} angegeben. Eine Darstellung dieser Funktion findet sich in Bild 42. Bei einem Jahresmittelwert von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird der Grenzwert von 35 Überschreitungen im Jahr erreicht. Auf Grund der Nichtlinearität führt eine Minderung des Jahresmittelwerts im Bereich von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ um $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu einer Reduktion um 3 bis 4 Überschreitungstage. Eine Reduktion von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ führt zu einer Reduktion um ca. 7 Überschreitungstage.

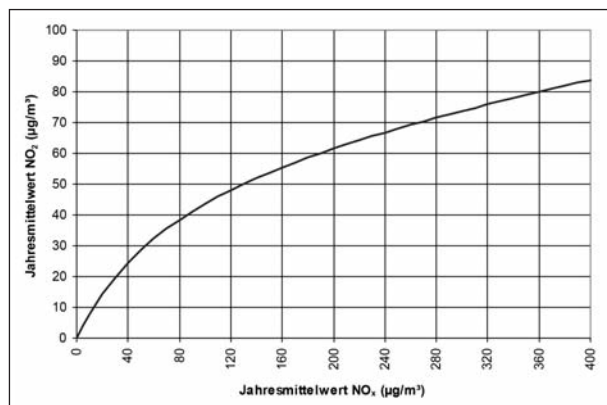


Bild 41: Statistischer Zusammenhang zwischen den Jahresmittelwerten von NO_x und NO_2

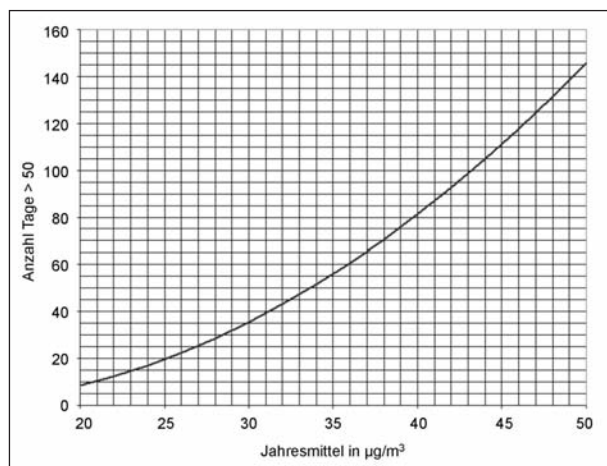


Bild 42: Statistischer Zusammenhang zwischen dem Jahresmittelwert von PM_{10} und der Anzahl Tage mit einem PM_{10} -Tagesmittelwert über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

5.4 Bewertung der Wirkungen

Die Analysen zur Wirkung der angesetzten Maßnahmen in den Beispielstädten erfolgt für die einzelnen Szenarien differenziert nach verkehrlichen und umweltbezogenen Kennzahlen.

Im Zusammenhang mit den verkehrlichen Wirkungen werden die Modal-Split-Verteilungen in den einzelnen Szenarien für den Binnen- und den Gesamtverkehr ermittelt. Durch den Vergleich der Modal-Split-Verteilungen in den einzelnen Szenarien können die Verlagerungen in der Verkehrsmittelnutzung (z. B. vom Kfz-Verkehr hin zum Radverkehr) aufgezeigt werden.

Durch diese Verlagerungen ergeben sich entsprechende Veränderungen in der Anzahl der mit dem Kfz durchgeführten Wege. Die Veränderungen in der Anzahl der Kfz-Fahrten werden zur Bestimmung des Wirkungsgrades der angesetzten Maßnahmen differenziert für den Binnenverkehr, den Quell-Zielverkehr und den Gesamtverkehr ermittelt.

Die Anzahl von durchgeführten Kfz-Fahrten verteilt sich entsprechend der Siedlungsstruktur auf unterschiedliche Entfernungsbereiche. Im Rahmen der Szenarienbewertung erfolgt eine Analyse, in welchen Entfernungsbereichen wie viele Kfz-Fahrten durch die angesetzten Maßnahmen reduziert werden können. Durch die Reduzierungen der Kfz-Fahrten ergeben sich für jede Beispielstadt und jedes Szenario entsprechende Abbilder der täglichen Verkehrsbelastung auf dem Straßennetz.

Das Ergebnis der verkehrlichen Wirkung, insbesondere die Fahrleistung, dient dabei als eine Eingangsgröße für die Ermittlung der Umweltwirkungen.

Für die Bewertung der Umweltwirkungen der verschiedenen Szenarien im Vergleich zur jeweiligen Ausgangssituation wurden folgende Auswertungen vorgenommen:

Die Jahresfahrleistungen aller Kfz sowie von LOS 4 (Stop-and-go) und Emissionen von CO_2 , NO_x , Partikel sowie PM_{10} ² in der Ausgangssituation und den Szenariorechnungen wurden längengewichtet

² Bei der Komponente Partikel handelt es sich nur um die Auspuffemissionen des Kfz-Verkehrs, während bei den PM_{10} -Emissionen zusätzlich noch die dem Kfz-Verkehr zugeordneten Emissionen durch Aufwirbelung und Abrieb hinzugechnet werden.

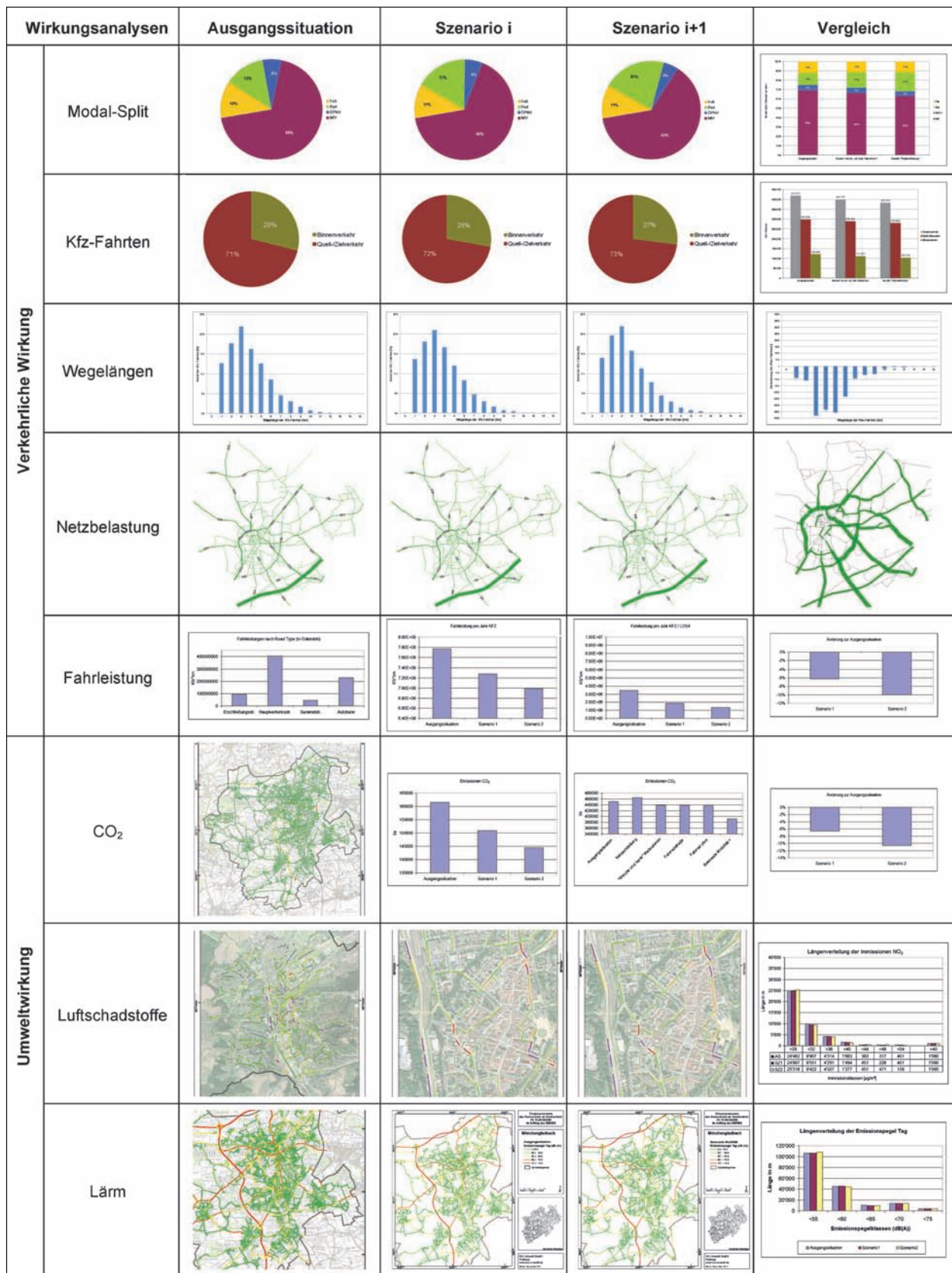


Bild 43: Verkehrliche und umweltbezogene Wirkungsanalysen und vergleichende Bewertung

aufsummiert bilanziert. Zusätzlich wurden die prozentualen Änderungen der Berechnung der Szenarien gegenüber der Ausgangssituation angegeben.

Da, im Unterschied zu CO₂- und Luftschadstoffemissionen, bei streckenbezogenen Lärmemissionen eine summarische Bilanzierung nicht sinnvoll ist, wurden für den Vergleich der Szenarien zur Ausgangssituation die für die einzelnen Abschnitte berechneten Emissionspegel längengewichtet in Pegelklassen summiert und vergleichend gegenübergestellt.

Die für die Abschnitte berechneten Immissionen NO₂ und PM10 wurden analog zu den Lärmemissionen längengewichtet in Immissionsklassen eingeteilt. Die Szenarien wurden dabei der Ausgangssituation gegenübergestellt.

Die Immissionsklassen sind so gewählt, dass Änderungen durch die Szenarien sowohl im Maximum als auch für den Grenzwert von PM10 und NO₂ beurteilt werden können.

Für PM10 wurde bei der Klasseneinteilung zudem noch der Jahresmittelwert von 30 µg/m³ berücksichtigt, da bei diesem Wert der Tagesgrenzwert von 35 Überschreitungen im Jahr erreicht wird (Bild 42).

In einer Sensitivitätsanalyse zu IMMIS^{luft} (DIEGMANN, MAHLAU, 1999) wurde gezeigt, dass die mit IMMIS^{luft} bestimmten Gesamtbelastungen um +/-20 % variieren können, wenn man annimmt, dass relevante Eingangsdaten (Verkehrsbelastung, Anteil schwerer Lkw, Verkehrsstörungen, Bebauung, Meteorologie und Vorbelastung) mit einer Ungenauigkeit von ca. 10 % behaftet sind. Da bei PM10 die Vorbelastung die Gesamtbelastung meist dominiert, ist dort eine Variation um 20 % nicht plausibel. Eine Fehlertoleranz von 10 % muss jedoch immer angenommen werden (DIEGMANN, HARTMANN, 2006). Die Fehlertoleranzen von 10 % und 20 % wurden bei der Bewertung der Gesamtbelastung angewendet.

Die verkehrlichen und umweltbezogenen Wirkungsanalysen sowie die Bewertungen bzw. Vergleiche der einzelnen Szenarien untereinander erfolgen für jede Beispielstadt in derselben Weise (Bild 43).

6 Wirkungsanalyse zur Beispielstadt Gütersloh

6.1 Kenngrößen der Ausgangslage

Die strukturelle und verkehrliche Ausgangslage der Beispielstadt Gütersloh wird anhand der Auszüge aus dem Verkehrsentwicklungsplan im Anhang I dargestellt. Die Ausgangslage entspricht der Analyse unter Berücksichtigung der strukturellen und gesicherten infrastrukturellen Veränderungen bis zum Jahr 2015 (Prognose-Nullfall). Zusammenfassend können dabei bezüglich des Verkehrssystems Fahrrad auf Basis der durchgeführten Analysen folgende Befunde abgeleitet werden:

An fast allen Hauptverkehrsstraßen ist eine Anlage für den Radverkehr vorhanden. Außerhalb der besiedelten Flächen handelt es sich hierbei hauptsächlich um einseitige gemeinsame Geh- und Radwege. Innerorts gibt es außer an den Hauptverkehrsstraßen auch an vielen Hauptsammelstraßen Radverkehrsanlagen, meist in Form eines straßenbegleitenden Radwegs. Vereinzelt sind auch Radfahrstreifen angelegt. Der überwiegende Anteil der Radverkehrsanlagen entspricht in ihrer Ausführung jedoch nicht den gültigen Regelwerken.

In der Ausgangslage sind rund 69 % aller Wege im Gesamtverkehr (ohne Durchgangsverkehr) dem MIV zuzuordnen. Der Radverkehr hat, bezogen auf

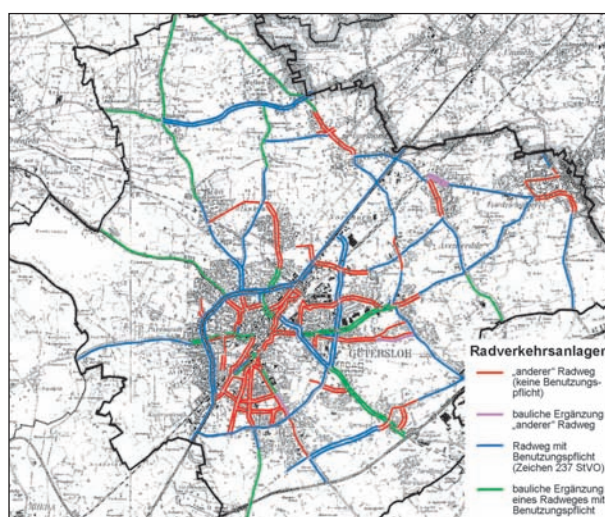


Bild 44: Ausgangssituation der Radverkehrsanlagen, Beispielstadt Gütersloh

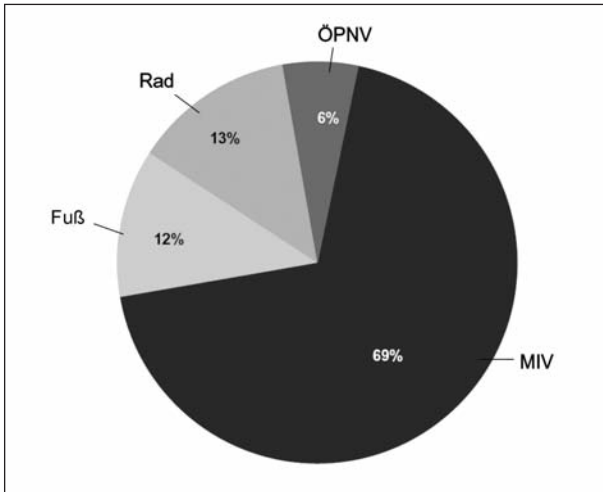


Bild 45: Modal-Split für die Ausgangssituation (Gesamtverkehr ohne Durchgangsverkehr), Beispielstadt Gütersloh

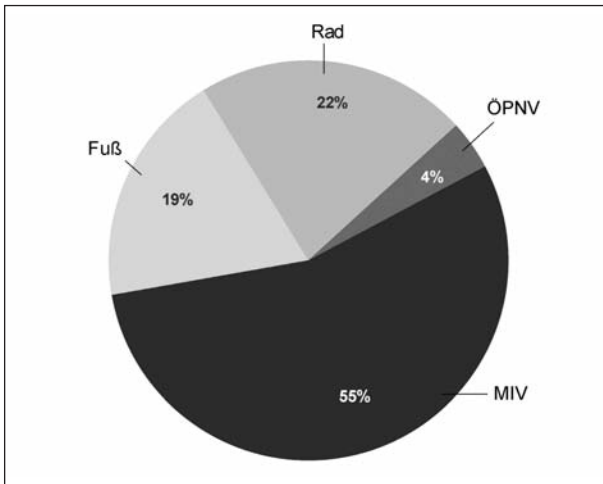


Bild 46: Modal-Split für die Ausgangssituation (Binnenverkehr), Beispielstadt Gütersloh

den Gesamtverkehr, einen Anteil von ca. 13 % (Bild 45). Auch im Binnenverkehr ist der Modal-Split-Anteil des MIV mit ca. 55 % am höchsten. Der Radverkehrsanteil hat bezogen auf den Binnenverkehr einen Anteil von 22 % (Bild 46).

Insgesamt finden in Gütersloh täglich ca. 418.000 Kfz-Fahrten im Gesamtverkehr statt. Hiervon sind 121.000 Kfz-Fahrten (dies entspricht einem Anteil von 29 %) dem Binnenverkehr zuzuordnen. 71 % aller Kfz-Fahrten ergeben sich aus dem Ziel- und Quellverkehr (Bild 47).

Die Verteilung der Kfz-Wege im Binnenverkehr über die entsprechenden Wegelängen zeigt, dass etwa 80 % dieser Wege in einem Entfernungsbereich bis 5 km liegen (Bild 48).

Die durchschnittliche Wegelänge im Radverkehr für den Wegezweck Wohnen – Arbeiten beträgt in der

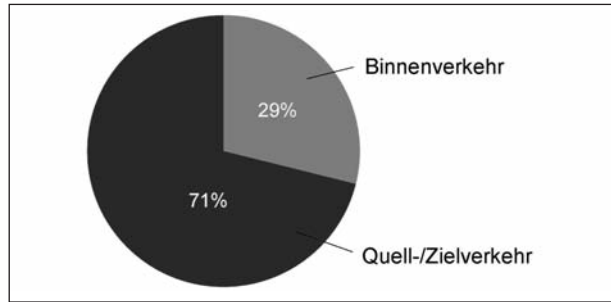


Bild 47: Aufteilung der Kfz-Fahrten im Gesamtverkehr (ohne Durchgangsverkehr) nach Binnenverkehr und Quell-/Zielverkehr; Beispielstadt Gütersloh

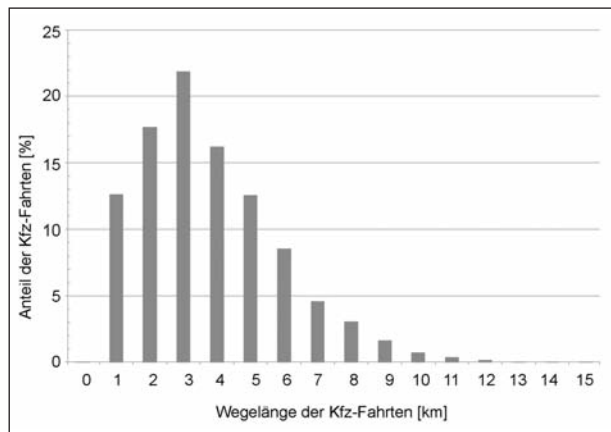


Bild 48: Verteilung der Wegelängen im Kfz-Verkehr (Binnenverkehr), Beispielstadt Gütersloh

Ausgangssituation 3,9 km und für den Wegezweck Wohnen – Freizeit 3,8 km.

Ein Kfz-Belastungsbild (DTV) des Straßennetzes von Gütersloh ist für die Ausgangslage im Anhang II dargestellt.

6.2 Definition der Szenarien

Ausgehend von der Ausgangslage werden die Szenarien im Sinne einer gestuften Umsetzung formuliert. Aus den Analysen wurde deutlich, dass die vorhandenen Radverkehrsanlagen oftmals nicht den geltenden Regelwerken genügen. Daher beinhaltet das erste Szenario („Weiche und harte Maßnahmen“) eine regelwerkkonforme Umgestaltung der vorhandenen Radverkehrsanlagen unter Einbindung von Kampagnen zur Förderung des Radverkehrs. Die modelltechnische Umsetzung basiert auf einer Implementierung der zuvor ermittelten Fahrtgeschwindigkeiten im Radverkehr bezogen auf die entsprechenden Radverkehrsanlagen (vgl. Tabelle 21).

Ein hierauf aufbauendes Szenario beinhaltet die „Pedelectrisierung“ der gesamten Bevölkerung von

Szenarien				
Ausgangssituation	➔	„Weiche und harte“ Maßnahmen	➔	„Pedelectrisierung“
Ausgehend von der Analyse Berücksichtigung der gesicherten Maßnahmen (Siedlungsstruktur und Infrastruktur) bis 2015		Regelwerkskonforme Umgestaltung der bestehenden Radverkehrsanlagen, Kampagnen zur Förderung des Radverkehrs		Annahme eines Idealfalls: Schutzstreifen und Pedelectverfügbarkeit für alle Bürger

Bild 49: Definition von Szenarien für die Wirkungsanalysen, Beispielstadt Gütersloh³

Gütersloh. D. h., jedem Einwohner steht für seinen Reisezweck ein Pedelec zur Verfügung und er nutzt dieses, wenn sich dadurch für den jeweiligen Weg ein Reisezeitvorteil gegenüber den anderen Verkehrsmitteln ergibt. In diesem Idealfall wird zusätzlich unterstellt, dass im gesamten Straßennetz regelwerkskonforme Schutzstreifen vorhanden sind. Die modelltechnische Umsetzung basiert auf einer Implementierung einer Fahrtgeschwindigkeit im Radverkehr (hier ausschließlich Pedelects) von 22 km/h (Bild 49).

6.3 Verkehrliche Wirkung

Die Betrachtung der Modal-Split-Verteilungen der einzelnen Szenarien zeigt, dass die angesetzten Maßnahmen sich sowohl im Gesamtverkehr als auch im Binnenverkehr im Wesentlichen auf eine Verschiebung der MIV-Anteile hin zu den Radverkehrsanteilen auswirken (Bild 50 und Bild 51).

Durch das Szenario „Weiche und harte Maßnahmen“ wird bezogen auf den Gesamtverkehr eine Reduzierung des MIV-Anteils von ca. 3 % erreicht. Eine zusätzliche Reduzierung um 3 % ergibt sich aus dem Szenario der „Pedelectrisierung“. Im Gegenzug hierzu findet in dem Szenario „Weiche und harte Maßnahmen“ eine Erhöhung des Radverkehrsanteils um 4 % statt. Das Szenario der „Pedelectrisierung“ bewirkt eine zusätzliche Erhöhung des Radverkehrsanteils um 4 % (Tabelle 33).

Durch das Szenario „Weiche und harte Maßnahmen“ wird, bezogen auf den Binnenverkehr, eine Reduzierung des MIV-Anteils von ca. 5 % erreicht. Eine zusätzliche Reduzierung um 4 % ergibt sich aus dem Szenario der „Pedelectrisierung“. Im Ge-

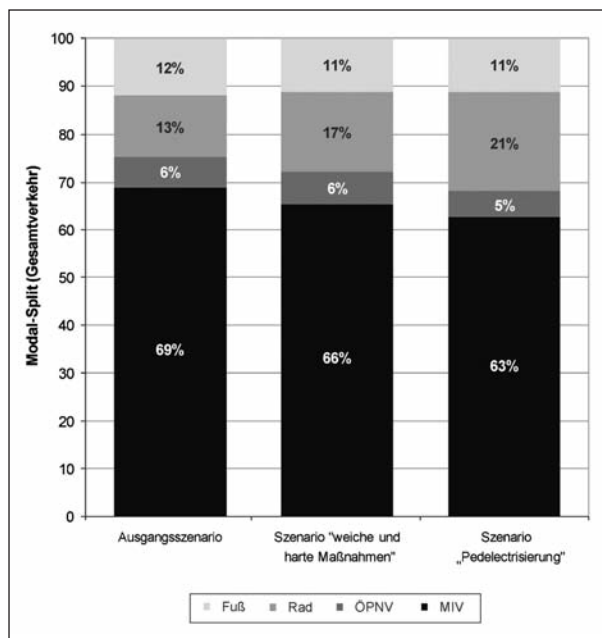


Bild 50: Modal-Split (Gesamtverkehr) für die unterschiedlichen Szenarien, Beispielstadt Gütersloh

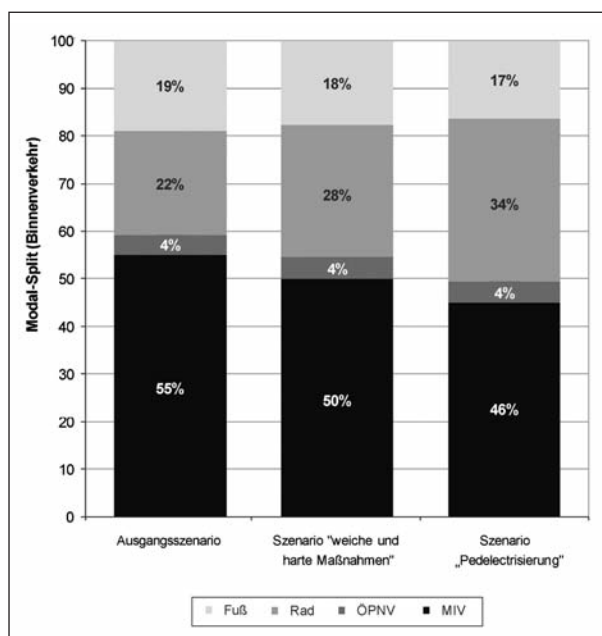


Bild 51: Modal-Split (Binnenverkehr) für die unterschiedlichen Szenarien, Beispielstadt Gütersloh

³ Die Simulationsrechnungen der Szenarien (vgl. Bild 49) werden auf Basis des vorhandenen Verkehrsmodells mit dem makroskopischen Verkehrssimulationsmodell VISUM der PTV AG durchgeführt.

Szenario	Änderung im Modal-Split [%]			
	MIV	ÖPNV	Rad	Fuß
„Weiche und harte Maßnahmen“	-3	±0	+4	-1
„Pedelectrisierung“	-6	-1	+8	-1

Tab. 33: Änderung im Modal-Split (Gesamtverkehr) der Szenarien gegenüber der Ausgangssituation, Beispielstadt Gütersloh

Szenario	Änderung im Modal-Split [%]			
	MIV	ÖPNV	Rad	Fuß
„Weiche und harte Maßnahmen“	-5	±0	+6	-1
„Pedelectrisierung“	-9	-1	+12	-2

Tab. 34: Änderung im Modal-Split (Binnenverkehr) der Szenarien gegenüber der Ausgangssituation, Beispielstadt Gütersloh

genzug hierzu findet in dem Szenario „Weiche und harte Maßnahmen“ eine Erhöhung des Radverkehrsanteils um 6 % statt. Das Szenario der „Pedelectrisierung“ bewirkt eine zusätzliche Erhöhung des Radverkehrsanteils um 6 %. (Tabelle 34)

Durch die Änderung der Modal-Split-Verteilung ergeben sich entsprechend Reduzierungen in der Anzahl der durchgeführten Kfz-Fahrten. Durch das Szenario „Weiche und harte Maßnahmen“ reduzieren sich die Kfz-Fahrten im Binnenverkehr gegenüber dem Ausgangsszenario um 9.000 (ca. 8 %) Fahrten auf 111.000 Kfz-Fahrten. Eine weitere Reduzierung um 9.000 Kfz-Fahrten ergibt sich aus dem Szenario der „Pedelectrisierung“. Insgesamt ist unter Berücksichtigung der aufeinander aufbauenden Szenarien eine Reduzierung von 18.000 Kfz-Fahrten im Binnenverkehr (15,0 %) gegenüber der Ausgangssituation zu verzeichnen. In der gleichen Größenordnung wie im Binnenverkehr sind bezogen auf die Absolutwerte auch Reduzierungen der Kfz-Fahrten im Quell- und Zielverkehr festzustellen. Bezogen auf den Gesamtverkehr ergibt sich unter Berücksichtigung der aufeinander aufbauenden Szenarien eine Reduzierung von insgesamt ca. 36.000 Kfz-Fahrten (8,6 %) (Bild 52).

Die Reduzierung der Kfz-Fahrten verteilt sich auf unterschiedliche Wegelängen. So entfallen z. B. im Binnenverkehr für das Szenario „Weiche und harte Maßnahmen“ ca. 80 % der Reduzierung auf Wegelängen bis 5 km (Bild 53). Im Szenario der „Pedelectrisierung“ finden auch Reduzierungen in Berei-

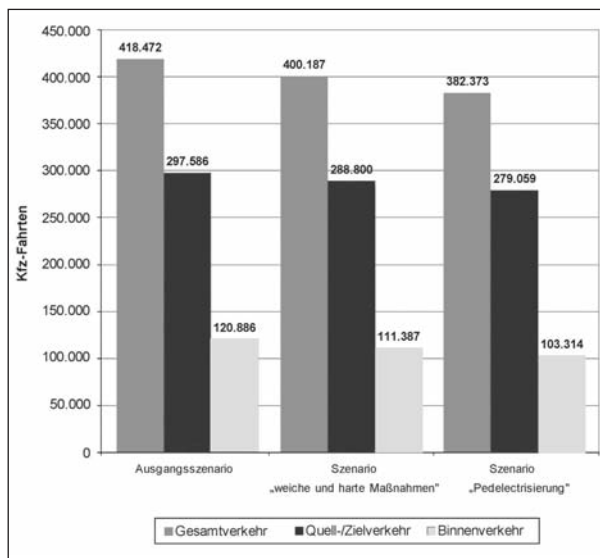


Bild 52: Kfz-Fahrten im Gesamt- und Binnenverkehr für die unterschiedlichen Szenarien, Beispielstadt Gütersloh

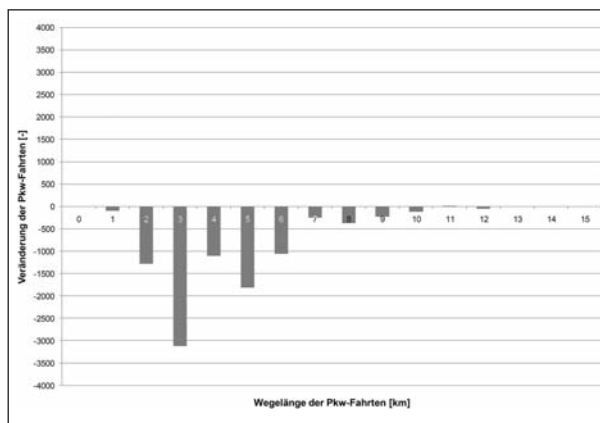


Bild 53: Reduzierung der Kfz-Fahrten im Binnenverkehr; Szenario „Weiche und harte Maßnahmen“, Beispielstadt Gütersloh

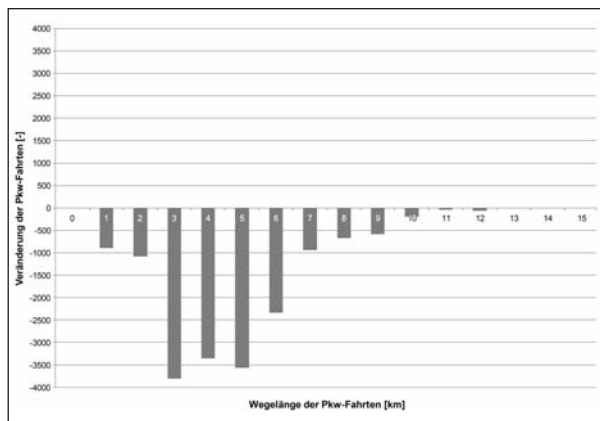


Bild 54: Reduzierung der Kfz-Fahrten im Binnenverkehr; Szenario „Pedelectrisierung“, Beispielstadt Gütersloh

chen mit höheren Wegelängen statt. Ca. 30 % der Reduzierungen liegen im Bereich von Wegelängen größer 5 km. (Bild 54).

Szenario	durchschnittliche Wegelänge im Radverkehr für den Wegezweck	
	Wohnen – Arbeiten	Wohnen – Freizeit
Weiche und harte Maßnahmen	5,2 km	4,6 km
Pedelectrisierung	6,1 km	5,4 km

Tab. 35: Durchschnittliche Wegelängen im Radverkehr für unterschiedliche Wegezwecke, Beispielstadt Gütersloh



Bild 55: Differenzbild der Verkehrsbelastung für das Szenario „Weiche und harte Maßnahmen“ zum Ausgangsszenario (Darstellung der Entlastungen > 1.000 Kfz/24h); Beispielstadt Gütersloh



Bild 56: Differenzbild der Verkehrsbelastung für das Szenario „Pedelectrisierung“ zum Ausgangsszenario (Darstellung der Entlastungen > 1.000 Kfz/24h); Beispielstadt Gütersloh

Die Verlagerung von Kfz-Fahren hin zu Fahrten mit dem Fahrrad/Pedelec führt im Radverkehr entsprechend zu durchgeführten Wegen mit höheren Entfernungen (Tabelle 35).

Eine Entlastung des Kfz-Verkehrs im Straßennetz von Gütersloh findet im Szenario „Weiche und harte Maßnahmen“ insbesondere auf den radialen Hauptverkehrsstraßen und teilweise den Ringstraßen statt (Bild 55). Geschlossen und verdichtet wird dieses Netz der Entlastungen durch das Szenario der „Pedelectrisierung“ (Bild 56).

Die Änderungen in der Fahrleistung der einzelnen Szenarien werden im Zusammenhang der Umweltwirkungen aufgezeigt.

6.4 Umweltwirkung

6.4.1 Fahrleistung

Das Verkehrsnetz in Gütersloh enthält 879 Strecken. Eine Darstellung des Verkehrsnetzes findet sich in Bild 57.

Die resultierende Fahrleistung im Gesamtnetz in der Ausgangssituation ist differenziert nach Straßentyp in Bild 58 dargestellt.

In den folgenden Abbildungen sind die Fahrleistungen aller Fahrzeuge (vgl. Bild 59) und die Fahrleistung im LOS 4 (Stop-and-go) (vgl. Bild 61) im Hauptstraßennetz von Gütersloh dargestellt. Dabei wird die Ausgangssituation den zwei Szenarien gegenübergestellt.

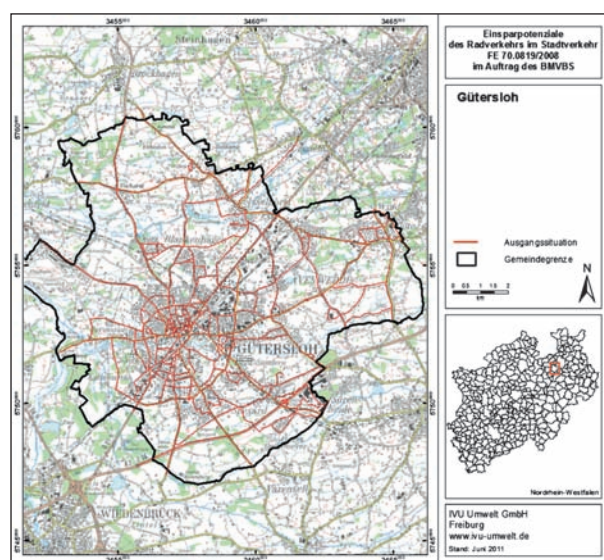


Bild 57: Verkehrsnetz, Beispielstadt Gütersloh

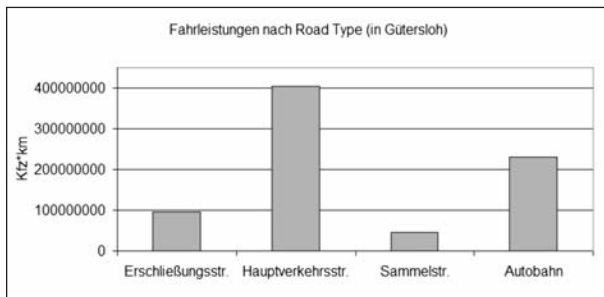


Bild 58: Jährliche Fahrleistung nach Straßentyp für die Ausgangssituation, Beispielstadt Gütersloh

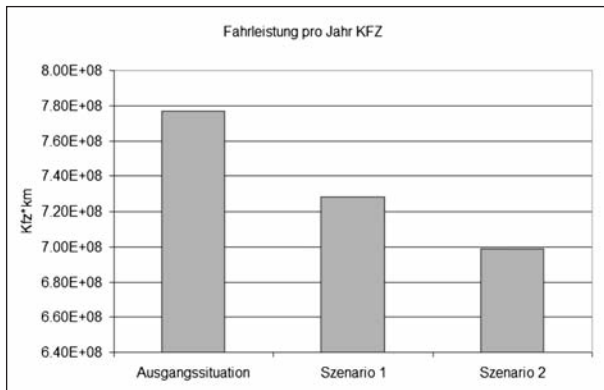


Bild 59: Jährliche Fahrleistung in der Ausgangssituation und der Szenarien, Beispielstadt Gütersloh

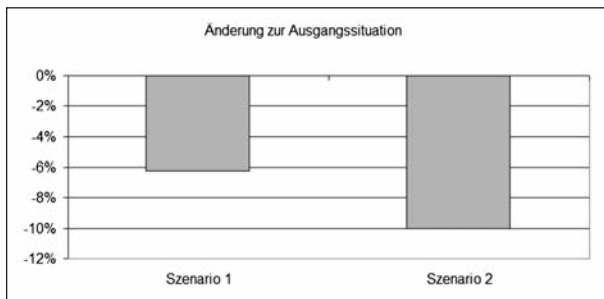


Bild 60: Änderungen der jährlichen Fahrleistung im Vergleich zur Ausgangssituation, Beispielstadt Gütersloh

Zusätzlich sind jeweils (vgl. Bild 60 und Bild 62) die prozentualen Änderungen der Szenarien gegenüber der Ausgangssituation abgebildet.

Szenario 1 entspricht dem Szenario „harte und weiche Maßnahmen“ und Szenario 2 dem der Pedelektisierung.

Betrachtet man die Änderung der Fahrleistung aller Fahrzeuge (vgl. Bild 60), führen die Szenariostufen zu einer Verminderung der Fahrleistung um etwas über 6 % bzw. knapp 10 %.

Wird nur die Änderung der Fahrleistung der vierten Stufe des Level of Service (Stop-and-go) ausgewertet, stellt sich ein ähnliches Bild dar (vgl. Bild 62). Die Fahrleistung der Fahrzeuge im LOS 4

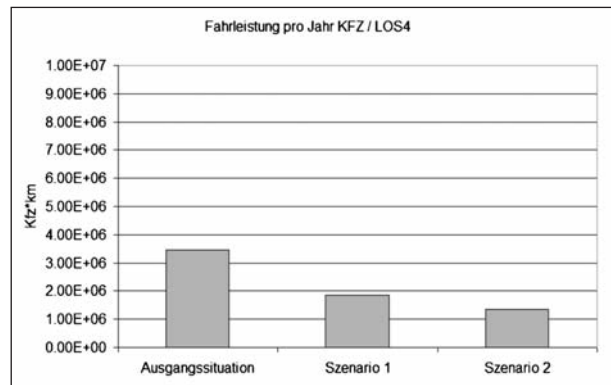


Bild 61: Jährliche Fahrleistung im LOS 4 (Stop-and-go) in der Ausgangssituation und den Szenarien, Beispielstadt Gütersloh

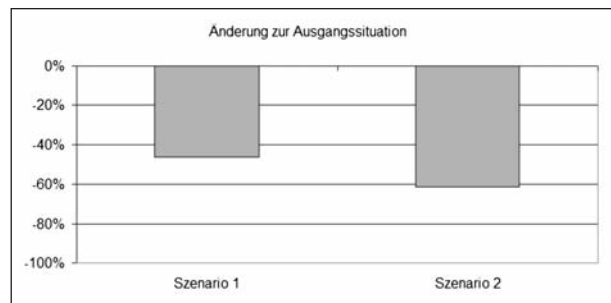


Bild 62: Änderungen der jährlichen Fahrleistung im LOS 4 im Vergleich zur Ausgangssituation, Beispielstadt Gütersloh

nimmt im Vergleich zur Ausgangssituation in der ersten Szenariostufe um fast die Hälfte und in der zweiten Szenariostufe deutlich über die Hälfte ab.

6.4.2 Emissionen für CO₂ und Luftschadstoffe

Die Emissionsbilanzen für das Gesamtnetz sind in Bild 63 für CO₂, Bild 65 für NO_x, Bild 67 für Partikel und Bild 69 für PM10 dargestellt.

Die Einführung der zwei Szenariostufen mindert die Emissionen von CO₂ und der Luftschadstoffe unter das Niveau der Ausgangssituation. Die Reduktion der Emissionen von CO₂, NO_x, Auspuffpartikel und PM10 folgen dabei der Reduktion der Kfz-Fahrleistung. Die Reduktion wird verstärkt durch eine Verringerung des Stop-and-go-Anteils. Die Änderungen zur Ausgangssituation sind für alle Schadstoffe ähnlich ausgeprägt und bewegen sich für „Szenario 1“ zwischen 6 % und 8 % und für „Szenario 2“ zwischen 10 % und 13 %. Aufgrund des hohen Anteils von Aufwirbelungs- und Abriebemissionen an den PM10-Gesamtemissionen, die mit sinkender Fahrleistung und geringeren Fahrleistungsanteilen im Stop-and-go abnehmen, sind bei PM10 die Minderungen am größten.

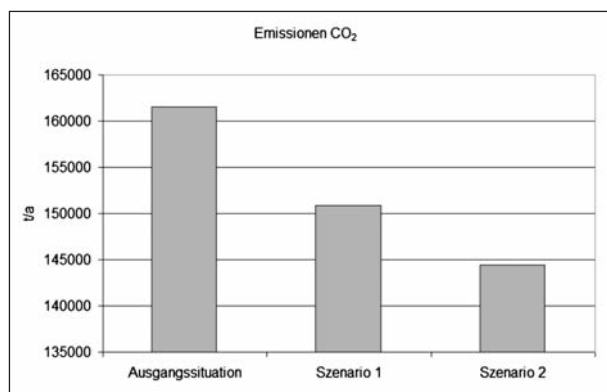


Bild 63: CO₂-Jahresemissionen in der Ausgangssituation und den Szenarien, Beispielstadt Gütersloh

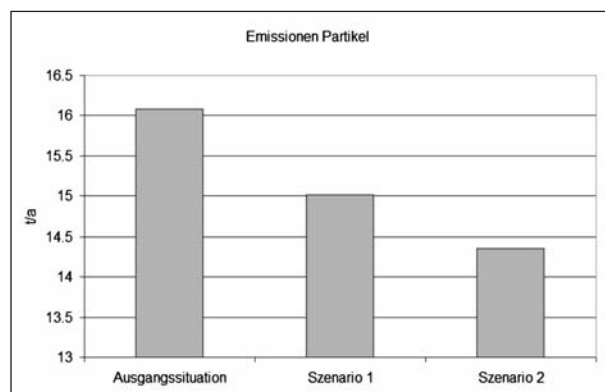


Bild 67: Partikel-Jahresemissionen in der Ausgangssituation und den Szenarien, Beispielstadt Gütersloh

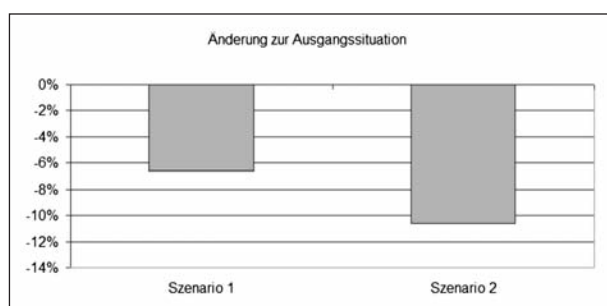


Bild 64: Änderungen der CO₂-Jahresmissionen im Vergleich zur Ausgangssituation, Beispielstadt Gütersloh

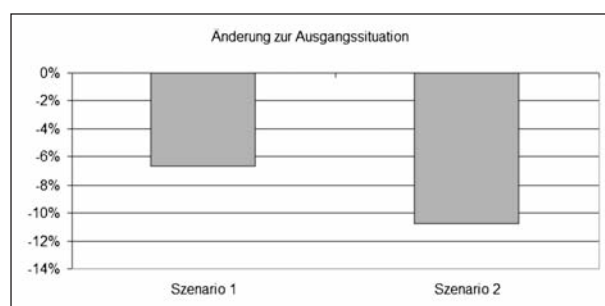


Bild 68: Änderung der Partikel-Jahresemissionen im Vergleich zur Ausgangssituation, Beispielstadt Gütersloh

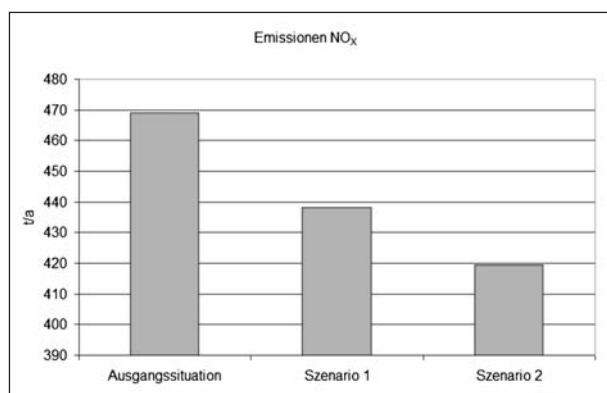


Bild 65: NO_x-Jahresemissionen in der Ausgangssituation und den Szenarien, Beispielstadt Gütersloh

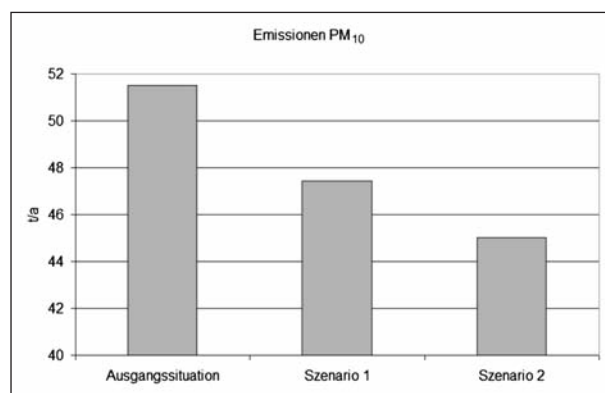


Bild 69: PM10-Jahresemissionen in der Ausgangssituation und den Szenarien, Beispielstadt Gütersloh

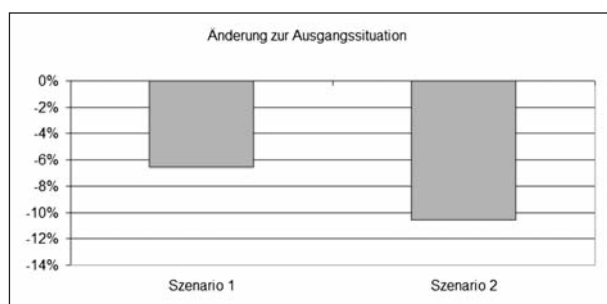


Bild 66: Änderungen der NO_x-Jahresemissionen im Vergleich zur Ausgangssituation, Beispielstadt Gütersloh

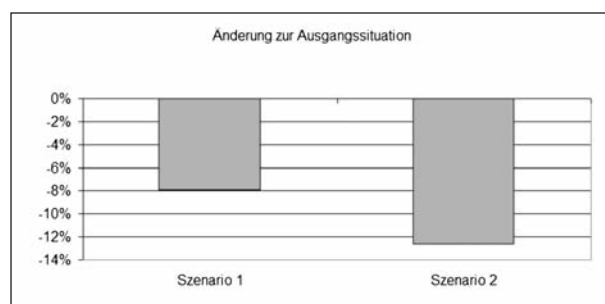


Bild 70: Änderung der PM10-Jahresemissionen im Vergleich zur Ausgangssituation; Beispielstadt Gütersloh

6.4.3 Lärmemissionen

Die resultierende Längenverteilung der Emissionspegel für den Tag für alle Szenarien ist in Bild 71 dargestellt.

Die Abschnittslänge in der kleinsten Emissionspegelklasse steigt mit jeder Einführung der einzelnen Szenariostufen an.

Eine kartografische Darstellung der Emissionspegel für Tag und Nacht für die Beispielstadt Gütersloh befindet sich im Anhang III.

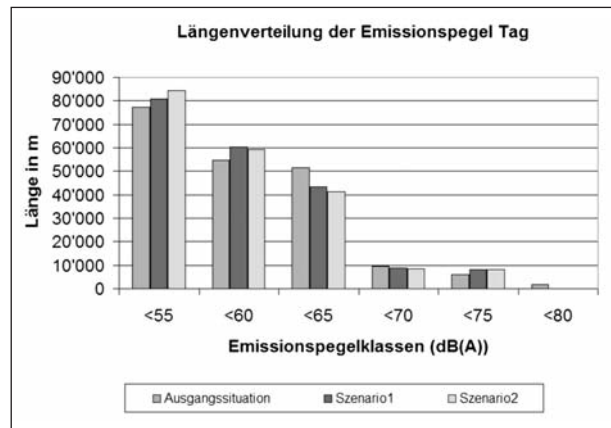


Bild 71: Bilanz der Lärmemissionen, Beispielstadt Gütersloh

6.4.4 Immissionsbelastung

Die Bilanzen der Immissionsbelastung für NO₂ und PM10 für die berechneten Szenarien sind in Bild 72 und Bild 73 dargestellt. Im Anhang III befindet sich eine kartografische Darstellung des NO₂-Jahresmittelwertes in der Ausgangssituation.

Die Modellrechnungen weisen für keinen Straßenabschnitt eine NO₂-Grenzwertüberschreitung aus. Unter Berücksichtigung einer Fehlertoleranz von 20 % wird in der Ausgangssituation an Abschnitten mit einer Gesamtlänge von 1 km eine NO₂-Jahresgrenzwertüberschreitung prognostiziert. In den Szenarien sinken die Belastungen auf 750 m und 500 m.

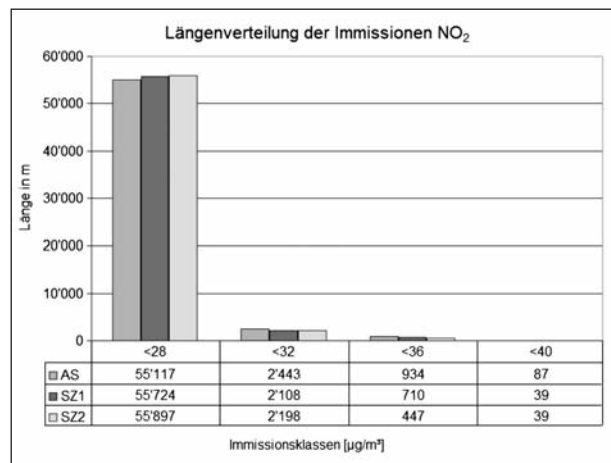


Bild 72: Bilanz der NO₂-Immissionsbelastung für die IMMIS_{luft}-Abschnitte, Beispielstadt Gütersloh

In Bezug auf die NO₂-Immissionen (vgl. Bild 72) ist die Abschnittslänge sowohl in der Ausgangssituation als auch in den zwei Szenariostufen in der kleinsten Immissionsklasse (< 28 µg/m³) am größten, nimmt dann deutlich ab und ist in der größten Klasse (von 36 bis 40 µg/m³) am geringsten.

Die Abschnittslänge in der kleinsten Immissionsklasse (< 28 µg/m³) steigt mit jeder Einführung der einzelnen Szenariostufen an. Dementsprechend sinkt mit jeder Einführung der einzelnen Szenariostufen die Abschnittslänge in den restlichen Immissionsklassen (> 32 µg/m³).

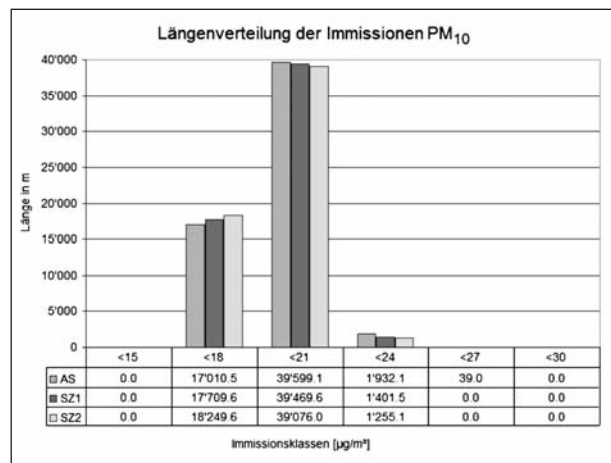


Bild 73: Bilanz der PM10-Immissionsbelastung für die IMMIS_{luft}-Abschnitte, Beispielstadt Gütersloh

Auch der PM10-Jahresmittelwert von 30 µg/m³, bei dem davon ausgegangen werden kann, dass der Tagesgrenzwert von 35 überschritten wird, wird schon in der Ausgangssituation an keinem Abschnitt erreicht (vgl. Bild 73). Beide Szenarien führen nochmals zu einer minimalen Absenkung der schon geringen PM10-Belastungen um maximal 1,5 µg/m³, der höchste Wert in der Ausgangssituation verringert sich um 1 µg/m³.

Erst unter Berücksichtigung einer Fehlertoleranz von 20 % wird in der Ausgangssituation an einem Abschnitt mit einer Länge von 40 m eine mögliche PM10-Tagesgrenzwertüberschreitung prognostiziert. In den Szenarien fallen die PM10-Jahresmittelwerte auf unter 24 µg/m³.

Im Anhang III findet sich für Mönchenglöblich, Gütersloh und Coburg eine Darstellung für: Verkehrsnetz, Streckenattributierung getrennt nach Gebiet, Straßentyp und Tempolimit, DTV, Anteile schwerer Lkw, Anteile LOS gesättigt und LOS Stop-and-go und Jahresmittelwert NO₂ (abschnittsbezogen).

7 Wirkungsanalysen zur Beispielstadt Coburg

7.1 Kenngrößen der Ausgangslage

Die strukturelle und verkehrliche Ausgangslage der Beispielstadt Coburg wird anhand der Auszüge aus dem Verkehrsentwicklungsplan im Anhang I dargestellt. Die Ausgangslage entspricht der Analyse unter Berücksichtigung der strukturellen und gesicherten infrastrukturellen Veränderungen bis zum Jahr 2015 (Prognose-Nullfall). Zusammenfassend können dabei bezüglich des Verkehrssystems Fahrrad auf Basis der durchgeführten Analysen folgende Befunde abgeleitet werden:

Im Radverkehr sind noch Potenziale zu erschließen. Eine Basisstruktur von Radverkehrsanlagen ist vorhanden, diese weichen in ihrer Gestaltung oftmals von den gängigen Regelwerken ab. Das Radverkehrsnetz ist insbesondere im Innenstadtbereich noch sehr lückenhaft. Die topografischen Verhältnisse in Coburg können bezogen auf den Radverkehr für Teile der Bevölkerung als schwierig bezeichnet werden. So sind teilweise relativ kurze

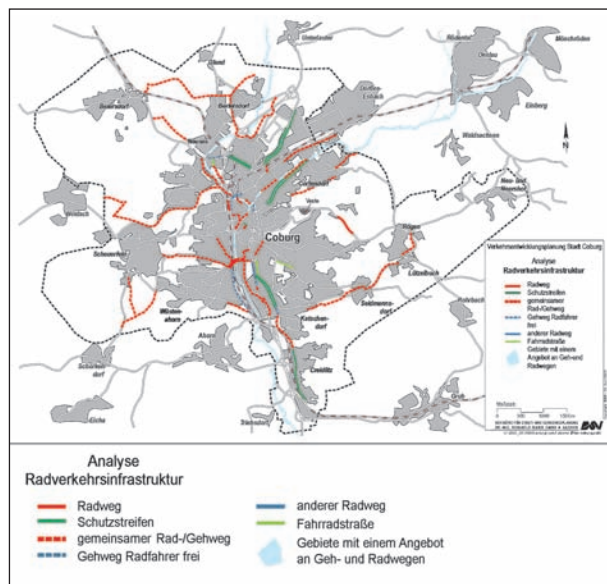


Bild 74: Ausgangssituation der Radverkehrsanlagen, Beispielstadt Coburg

und steile Abschnitte oder längere und etwas flachere Abschnitte zu überwinden.

In der Ausgangslage liegt der Modal-Split-Anteil für den MIV im Gesamtverkehr (ohne Durchgangsverkehr) bei rund 85 %. Der Radverkehr hat, bezogen auf den Gesamtverkehr, einen Anteil von ca. 3 % (Bild 75). Im Binnenverkehr weist der Radverkehr allerdings einen Anteil von 11 % auf, der MIV einen Anteil von 45 % (Bild 76).

Insgesamt finden in Coburg täglich ca. 214.000 Kfz-Fahrten im Gesamtverkehr statt. Hiervon sind 86.000 Kfz-Fahrten (dies entspricht einem Anteil von 40 %) dem Binnenverkehr zuzuordnen. 60 % aller Kfz-Fahrten ergeben sich aus dem Quell- und Zielverkehr (Bild 77).

Die Verteilung der Kfz-Fahrten im Binnenverkehr über die entsprechenden Wegelängen zeigt, dass etwa 85 % dieser Wege in einem Entfernungsbereich bis 5 km liegen (Bild 78).

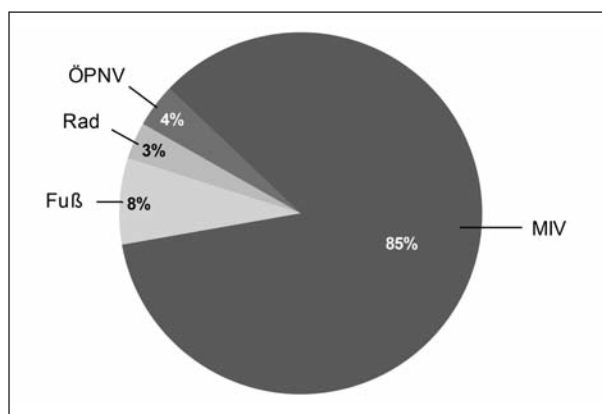


Bild 75: Modal-Split für die Ausgangssituation (Gesamtverkehr), Beispielstadt Coburg

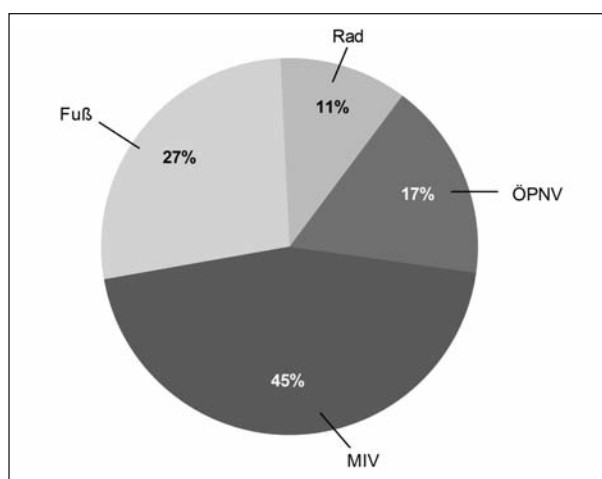


Bild 76: Modal-Split für die Ausgangssituation (Binnenverkehr), Beispielstadt Coburg

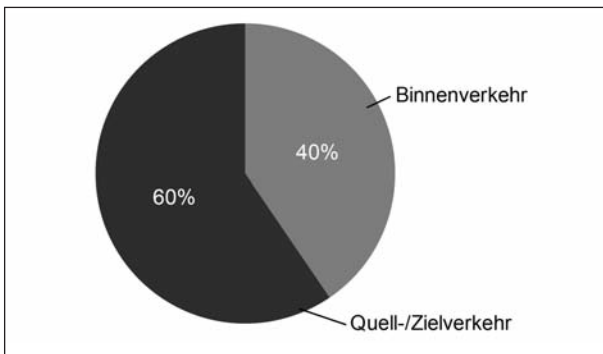


Bild 77: Aufteilung der Kfz-Fahrten im Gesamtverkehr (ohne Durchgangsverkehr) nach Binnenverkehr und Quell-/Zielverkehr, Beispielstadt Coburg

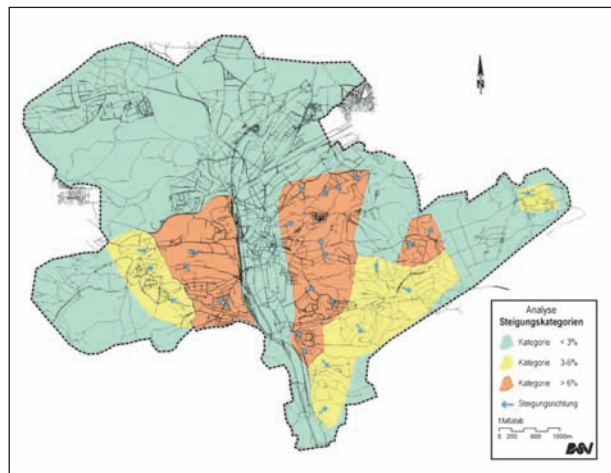


Bild 79: Einteilung der topografischen Verhältnisse in Steigungskategorien, Beispielstadt Coburg

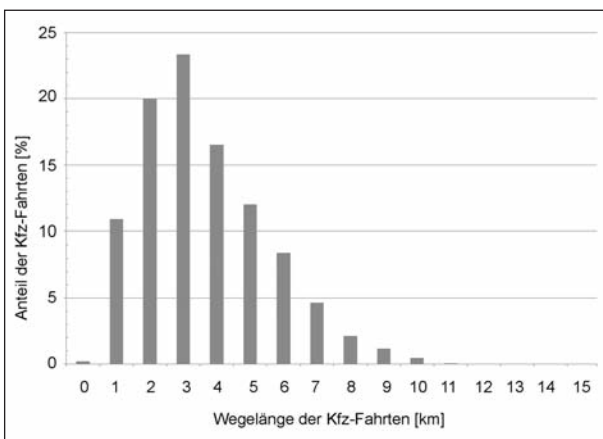


Bild 78: Verteilung der Wegelängen im Kfz-Verkehr (Binnenverkehr), Beispielstadt Coburg

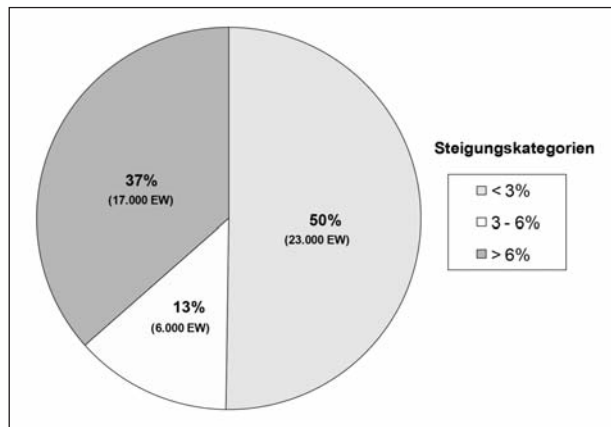


Bild 80: Einwohner innerhalb einer Steigungskategorie, Beispielstadt Coburg

Die durchschnittliche Wegelänge im Radverkehr über alle Wegezwecke beträgt für die Ausgangssituation im Binnenverkehr 3,2 km und im Gesamtverkehr 5,0 km.

Ein Kfz-Lastenbild (DTV) des Straßennetzes von Coburg ist für die Ausgangslage im Anhang II dargestellt.

7.2 Definition der Szenarien

Die Szenarien werden im Sinne einer gestuften Umsetzung formuliert. Aus den Analysen wurde deutlich, dass die vorhandenen Radverkehrsanlagen oftmals nicht den geltenden Regelwerken genügen und das Radverkehrsnetz im Innenstadtbereich noch erhebliche Lücken aufweist. Daher beinhaltet das erste Szenario („Weiche und harte Maßnahmen“) eine regelwerkskonforme Umgestaltung der vorhandenen Radverkehrsanlagen und Ergänzungen im Radverkehrsnetz. Begleitet werden diese Maßnahmen von Kampagnen zur Förderung des Radverkehrs.

Zur Berücksichtigung der Gebietsanteile mit topografisch schwierigen Verhältnisse für den Radverkehr wurde das gesamte Untersuchungsgebiet in Steigungskategorien eingeteilt (Bild 79).

Die modelltechnische Umsetzung basiert auf einer Implementierung der nach Steigungsklassen differenzierten Fahrtgeschwindigkeiten im Radverkehr (vgl. Tabelle 24). Hierbei wird jedem Streckenabschnitte, der innerhalb einer Steigungskategorie liegt, eine entsprechende Steigungsklasse zugeordnet (vgl. Tabelle 22).

Ein weiteres Szenario „Pedelectrisierung am Berg“ geht davon aus, dass alle Bevölkerungsteile, die auf ihren Wegen eine Steigung bzw. ein Gefälle der Steigungsklasse II oder III überwinden müssen, ein Pedelec zur Verfügung haben und dieses nutzen, wenn sich dadurch für den jeweiligen Weg ein Reisezeitgewinn gegenüber den anderen Verkehrsmitteln ergibt. Dies trifft auf ca. 50 % der Einwohner zu (Bild 80).

Szenarien				
Ausgangssituation	➔	„Weiche und harte“ Maßnahmen	➔	„Pedelectrisierung am Berg“
Ausgehend von der Analyse Berücksichtigung der gesicherten Maßnahmen (Siedlungsstruktur und Infrastruktur) bis 2015		Regelwerkskonforme Umgestaltung der bestehenden Radverkehrsanlagen, Kampagnen zur Förderung des Radverkehrs		Pedelectrifizierung für alle Bürger, die auf ihren Wegen eine Steigung überwinden müssen

Bild 81: Definition von Szenarien für die Wirkungsanalysen, Beispielstadt Coburg⁴

Die modelltechnische Umsetzung des Szenarios „Pedelectrisierung am Berg“ basiert auf einer Implementierung der nach Steigungsklassen und Radverkehrsanlagen differenzierten Fahrtgeschwindigkeiten im Radverkehr (vgl. Tabelle 25).

7.3 Verkehrliche Wirkung

Die Betrachtung der Modal-Split-Verteilungen der einzelnen Szenarien zeigt, dass die angesetzten Maßnahmen sich sowohl im Binnenverkehr als auch im Gesamtverkehr im Wesentlichen auf eine Verschiebung der MIV-Anteile und Zufuß-Anteile hin zu den Radverkehrsanteilen auswirken (Bild 82 und Bild 83).

Durch das Szenario „Weiche und harte Maßnahmen“ wird bezogen auf den Gesamtverkehr eine Reduzierung des MIV-Anteils von ca. 1 % erreicht. Eine zusätzliche Reduzierung um 1 % ergibt sich aus dem Szenario der „Pedelectrisierung am Berg“. Im Gegenzug hierzu findet in dem Szenario „Weiche und harte Maßnahmen“ eine Erhöhung des Radverkehrsanteils um 2 % statt. Das Szenario der „Pedelectrisierung am Berg“ bewirkt eine zusätzliche Erhöhung des Radverkehrsanteils um 1 % (Tabelle 36).

Durch das Szenario „Weiche und harte Maßnahmen“ wird bezogen auf den Binnenverkehr eine Reduzierung des MIV-Anteils von ca. 2 % erreicht. Eine zusätzliche Reduzierung um 2 % ergibt sich aus dem Szenario der „Pedelectrisierung am Berg“. Reduzierungen sind auch für den ÖPNV und das Zufußgehen erkennbar. Im Gegenzug hierzu findet in dem Szenario „Weiche und harte Maßnahmen“

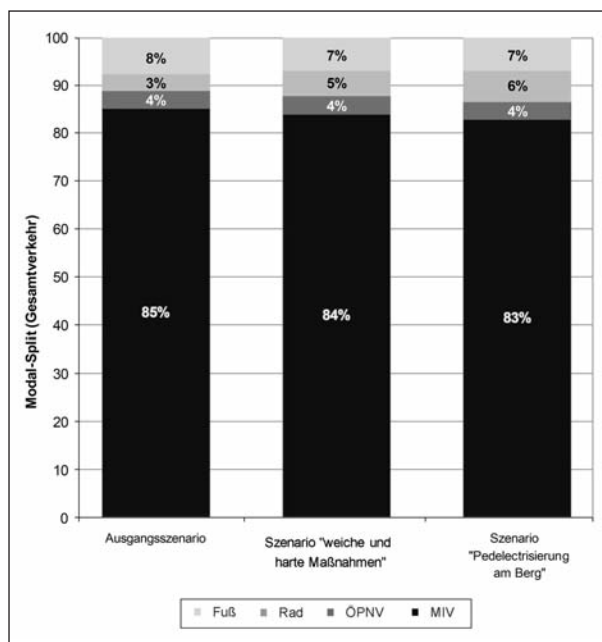


Bild 82: Modal-Split (Gesamtverkehr) für die unterschiedlichen Szenarien, Beispielstadt Coburg

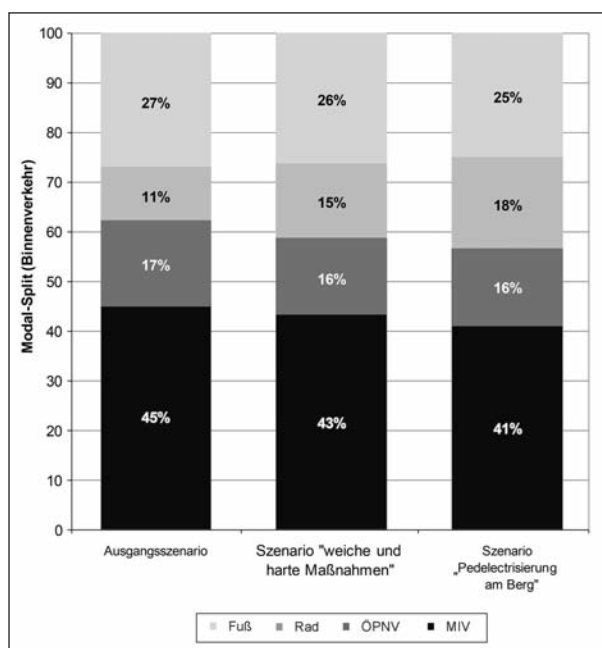


Bild 83: Modal-Split (Binnenverkehr) für die unterschiedlichen Szenarien, Beispielstadt Coburg

⁴ Die Simulationsrechnungen der Szenarien (vgl. Bild 81) werden auf Basis des vorhandenen Verkehrsmodells mit dem makroskopischen Verkehrsmodell VISUM der PTV AG durchgeführt.

Szenario	Änderung im Modal-Split [%]			
	MIV	ÖPNV	Rad	Fuß
„Weiche und harte Maßnahmen“	-1	±0	+2	-1
„Pedelectrisierung am Berg“	-2	±0	+3	-1

Tab. 36: Änderung im Modal-Split (Gesamtverkehr) der Szenarien gegenüber der Ausgangssituation, Beispielstadt Coburg

Szenario	Änderung im Modal-Split [%]			
	MIV	ÖPNV	Rad	Fuß
„Weiche und harte Maßnahmen“	-2	-1	+4	-1
„Pedelectrisierung am Berg“	-4	-1	+7	-2

Tab. 37: Änderung im Modal-Split (Binnenverkehr) der Szenarien gegenüber der Ausgangssituation, Beispielstadt Coburg

eine Erhöhung des Radverkehrsanteils um 4 % statt. Das Szenario der „Pedelectrisierung am Berg“ bewirkt eine zusätzliche Erhöhung des Radverkehrsanteils um 3 % (Tabelle 37).

Durch die Änderung der Modal-Split-Verteilung ergeben sich entsprechend Reduzierungen in der Anzahl der durchgeführten Kfz-Fahrten. Im Szenario „Weiche und harte Maßnahmen“ reduzieren sich die Kfz-Fahrten im Binnenverkehr gegenüber dem Ausgangsszenario um 1.800 Kfz-Fahrten (ca. 2 %) auf 85.000 Kfz-Fahrten. Eine weitere Reduzierung um 1.600 Kfz Fahrten ergibt sich aus dem Szenario der „Pedelectrisierung am Berg“. Insgesamt ist unter Berücksichtigung der aufeinander aufbauenden Szenarien eine Reduzierung von 3.400 Kfz-Fahrten im Binnenverkehr (ca. 4 %) gegenüber der Ausgangssituation zu verzeichnen.

Im Quell- und Zielverkehr wirken sich entsprechend den „angesprochenen“ Bevölkerungsteilen die Maßnahmen im Szenario „Weiche und harte Maßnahmen“ deutlich höher aus als im Szenario der „Pedelectrisierung am Berg“. So werden bei den „Weichen und harten Maßnahmen“ ca. 5.400 Kfz-Fahrten und bei der „Pedelectrisierung am Berg“ weitere 1.400 Kfz-Fahrten reduziert.

Bezogen auf den Gesamtverkehr ergibt sich unter Berücksichtigung der aufeinander aufbauenden Szenarien eine Reduzierung von insgesamt ca. 10.000 Kfz-Fahrten (5 %) (Bild 86).

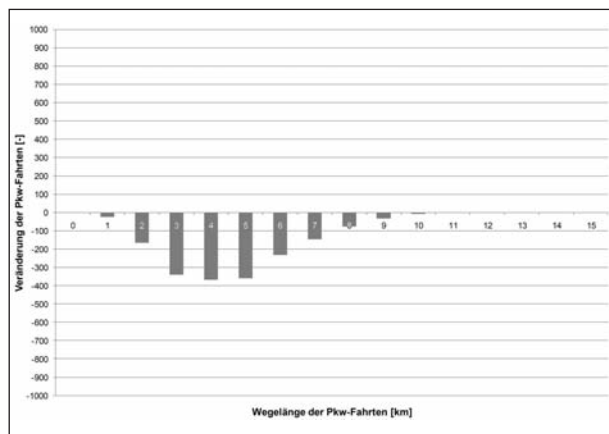


Bild 84: Reduzierung der Kfz-Fahrten im Binnenverkehr; Szenario „Weiche und harte Maßnahmen“, Beispielstadt Coburg

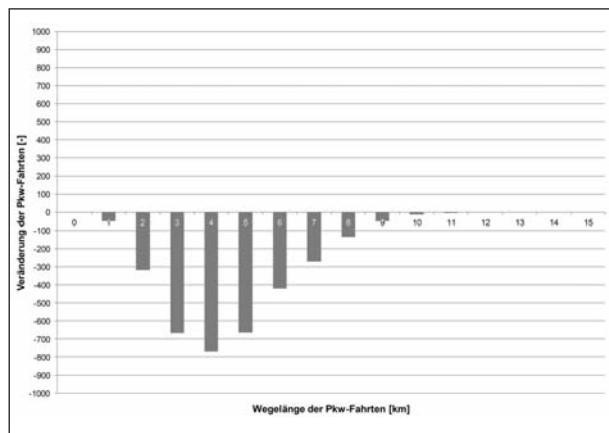


Bild 85: Reduzierung der Kfz-Fahrten im Binnenverkehr; Szenario „Pedelectrisierung am Berg“, Beispielstadt Coburg

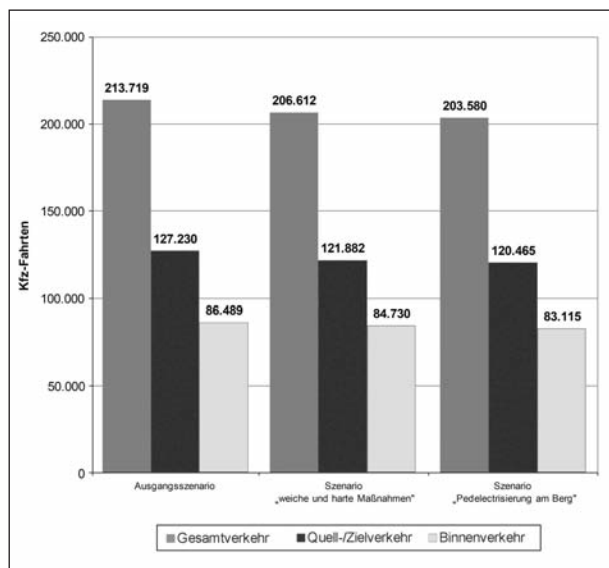


Bild 86: Anzahl der Kfz-Fahrten im Gesamt- und Binnenverkehr für die unterschiedlichen Szenarien, Beispielstadt Coburg

Die Reduzierung der Kfz-Fahrten verteilt sich auf unterschiedliche Wegelängen. So entfallen z. B. im Binnenverkehr für das Szenario „Weiche und harte Maßnahmen“ als auch für das Szenario der „Pedelectrisierung am Berg“ ca. 70 % der Reduzierung auf Wegelängen bis 5 km. Die relativen Verteilungen der Reduzierung über die Wegelänge sind in beiden Szenarien ähnlich (Bild 85 und Bild 86).

Die Verlagerung von Kfz-Fahrten hin zu Fahrten mit dem Fahrrad/Pedelec führt im Radverkehr zu durchgeführten Wegen mit höheren Entfernungen.

Für das Szenario „Weiche und harte Maßnahmen“ beträgt die durchschnittliche Fahrtweite 3,4 km im Binnenverkehr und 6,7 km im Gesamtverkehr. Für

das Szenario „Pedelectrisierung am Berg“ beträgt die durchschnittliche Fahrtweite 3,5 km im Binnenverkehr und 6,7 km im Gesamtverkehr.

Eine Entlastung des Straßennetzes vom Kfz-Verkehr findet im Szenario „Weiche und harte Maßnahmen“ vorwiegend auf den ebenen Streckenabschnitten in der Tallage statt (Bild 87). Durch das Szenario der „Pedelectrisierung am Berg“ wird das Netz der Straßen mit Reduzierungen durch die Verbindungen zwischen den Höhenlagen und der Ebene ergänzt (Bild 88).

Die Änderungen in der Fahrleistung der einzelnen Szenarien werden im Zusammenhang der Umweltwirkungen aufgezeigt.



Bild 87: Differenzbild der Verkehrsbelastung für das Szenario „Weiche und harte Maßnahmen“ zum Ausgangsszenario (Darstellung der Veränderung > 250 Kfz/24h); Beispielstadt Coburg



Bild 88: Differenzbild der Verkehrsbelastung für das Szenario „Pedelectrisierung am Berg“ zum Ausgangsszenario (Darstellung der Veränderung > 250 Kfz/24h); Beispielstadt Coburg

7.4 Umweltwirkung

7.4.1 Fahrleistung

Das Verkehrsnetz in Coburg enthält 995 Strecken. Eine Darstellung des Verkehrsnetzes findet sich in Bild 89.

Die resultierende Fahrleistung im Gesamtnetz in der Ausgangssituation differenziert nach Straßentyp ist in Bild 90 dargestellt.

In den folgenden Abbildungen sind die Fahrleistungen aller Fahrzeuge (vgl. Bild 91) und die Fahrleistung im LOS 4 (vgl. Bild 93) im Hauptstraßennetz von Coburg dargestellt. Dabei wird die Ausgangssituation den zwei Szenarien gegenübergestellt. Zusätzlich sind jeweils darunter die prozentualen

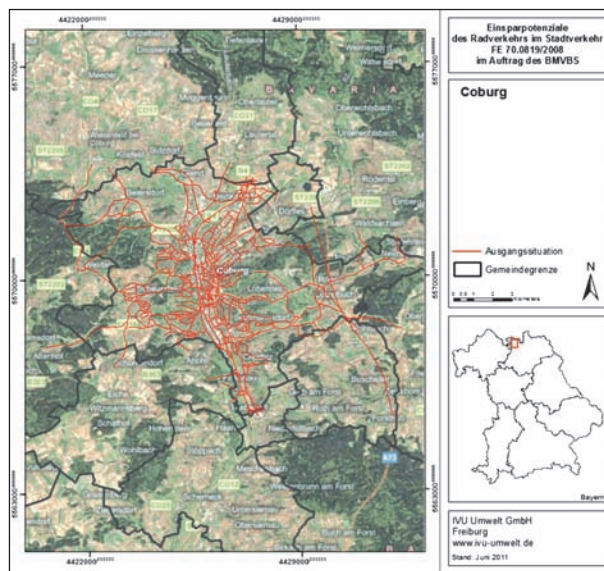


Bild 89: Verkehrsnetz, Beispielstadt Coburg

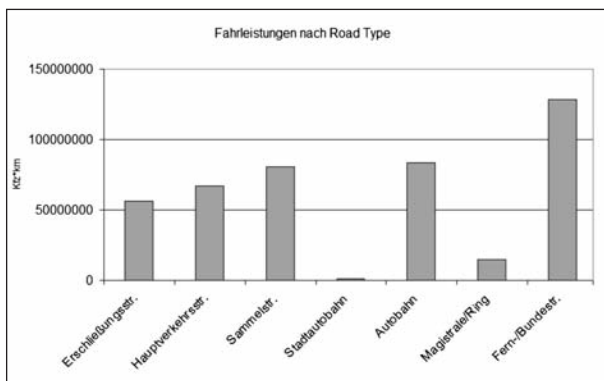


Bild 90: Jährliche Fahrleistung nach Straßentyp für die Ausgangssituation, Beispielstadt Coburg

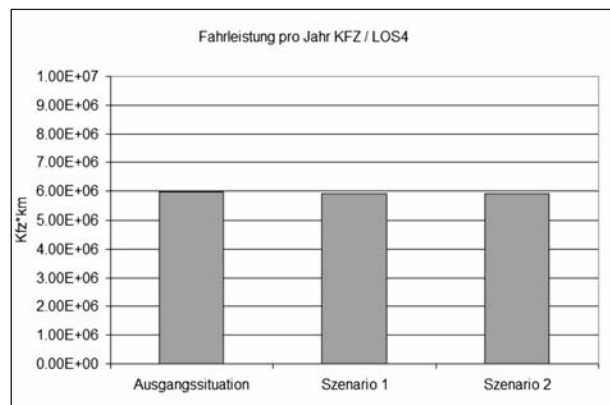


Bild 93: Jährliche Fahrleistung im LOS 4 (Stop-and-go) in der Ausgangssituation und den Szenarien, Beispielstadt Coburg

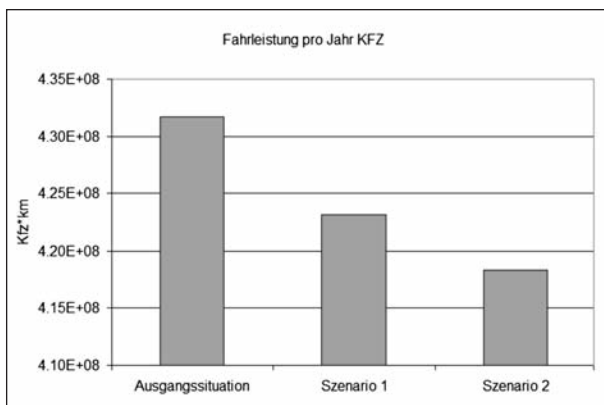


Bild 91: Jährliche Fahrleistung in der Ausgangssituation und der Szenarien, Beispielstadt Coburg

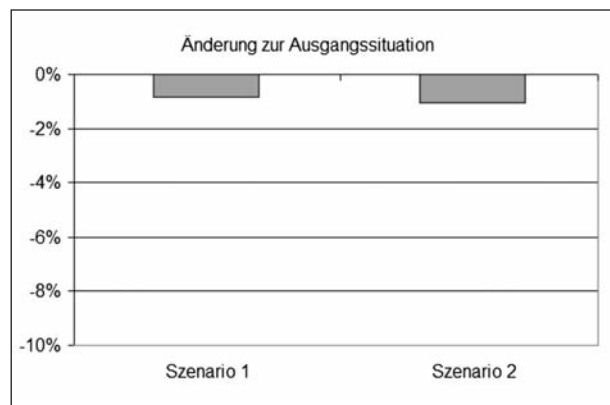


Bild 94: Änderungen der jährlichen Fahrleistung im LOS 4 im Vergleich zur Ausgangssituation, Beispielstadt Coburg

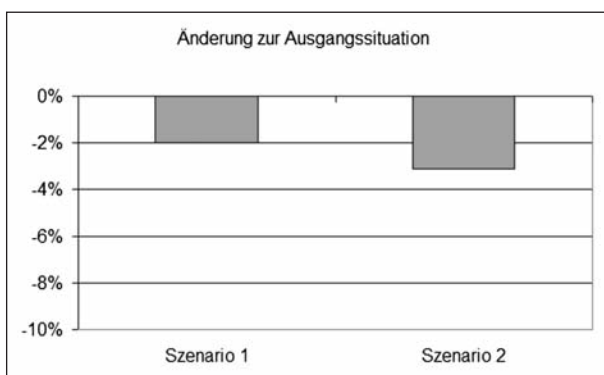


Bild 92: Änderungen der jährlichen Fahrleistung im Vergleich zur Ausgangssituation, Beispielstadt Coburg

Änderungen der Szenarien gegenüber der Ausgangssituation abgebildet.

Szenario 1 entspricht der Umsetzung „Weiche und harte Maßnahmen“. Szenario 2 beinhaltet die „Pedelectrisierung am Berg“.

Betrachtet man die Fahrleistung aller Fahrzeuge (vgl. Bild 91), ist zu erkennen, dass beide Szenariostufen mit einer Verminderung der Fahrleistung

einhergehen. Die Abweichung zur Ausgangssituation beträgt dabei 2 % bzw. 3 % (vgl. Bild 92).

Die Fahrleistung in der vierten Stufe des Level of Service und damit im Stop-and-go verändert sich dagegen durch die Einführung der Szenariostufen geringer (vgl. Bild 94). Das begründet sich in der geringen Anzahl von Abschnitten in der Ausgangssituation, auf denen sich Fahrzeuge im Stop-and-go befinden.

7.4.2 Emissionen für CO₂ und Luftschadstoffe

Die Emissionsbilanzen für das Gesamtnetz unterscheiden sich für CO₂ (vgl. Bild 95), NO_x (vgl. Bild 97), Partikel (vgl. Bild 99) und PM₁₀ (vgl. Bild 101) nur minimal. Für alle Schadstoffe ergibt sich eine Minderung unter das Niveau der Ausgangssituation. Die Änderungen zur Ausgangssituation liegen zwischen 2 % und 4 %.

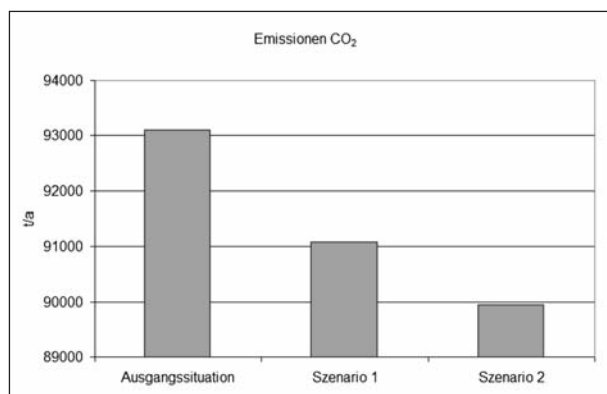


Bild 95: CO₂-Jahresemissionen in der Ausgangssituation und den Szenarien, Beispielstadt Coburg

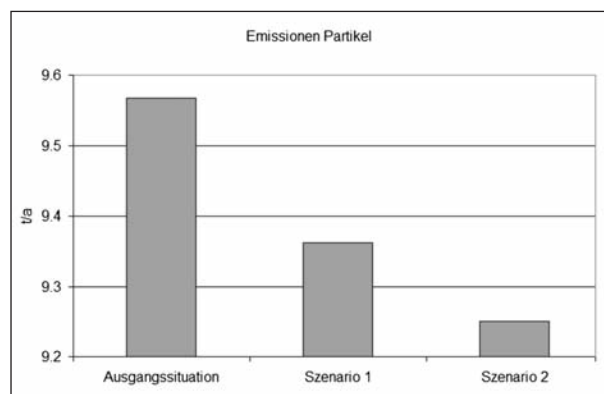


Bild 99: Partikel-Jahresemissionen in der Ausgangssituation und den Szenarien, Beispielstadt Coburg

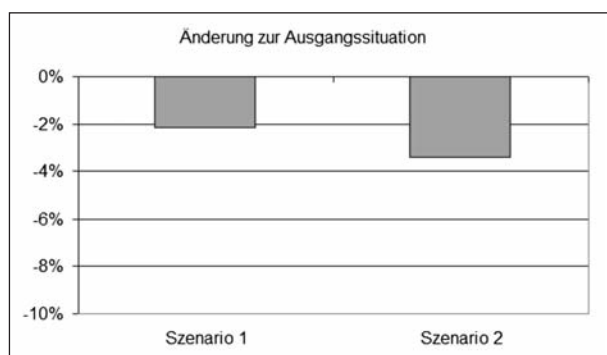


Bild 96: Änderungen der CO₂-Jahresemissionen im Vergleich zur Ausgangssituation, Beispielstadt Coburg

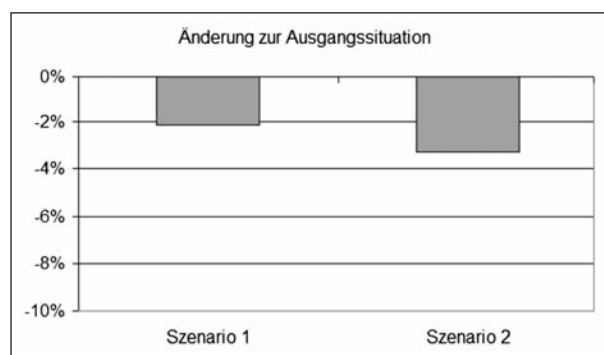


Bild 100: Änderung der Partikel-Jahresemissionen im Vergleich zur Ausgangssituation, Beispielstadt Coburg

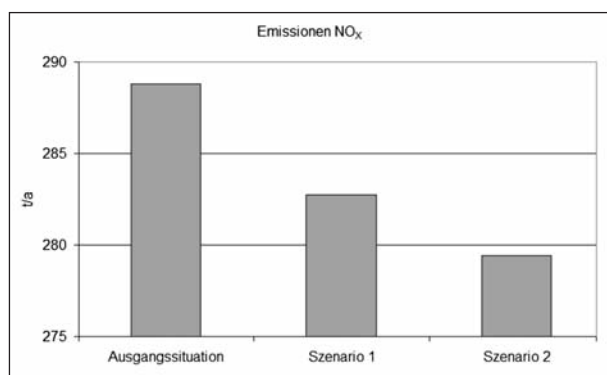


Bild 97: NO_x-Jahresemissionen in der Ausgangssituation und den Szenarien, Beispielstadt Coburg

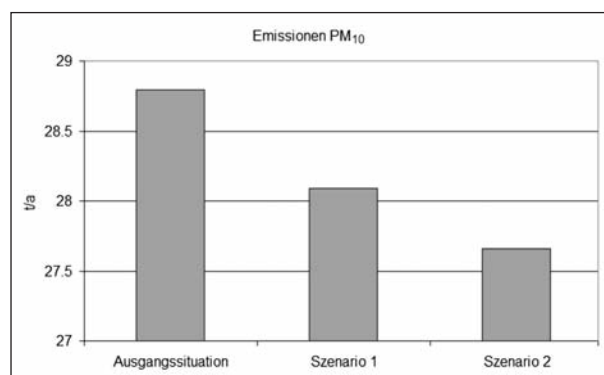


Bild 101: PM₁₀-Jahresemissionen in der Ausgangssituation und den Szenarien, Beispielstadt Coburg

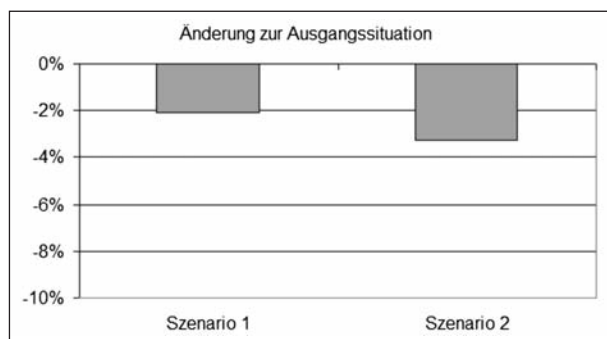


Bild 98: Änderungen der NO_x-Jahresemissionen im Vergleich zur Ausgangssituation, Beispielstadt Coburg

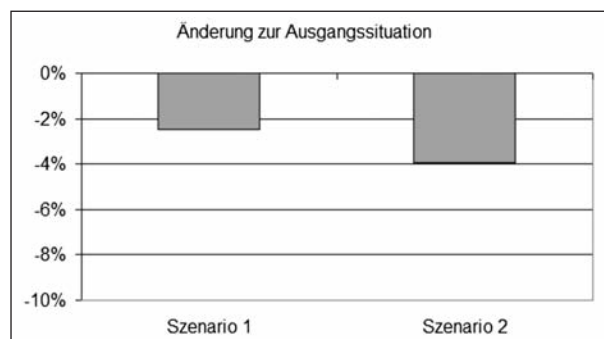


Bild 102: Änderung der PM₁₀-Jahresemissionen im Vergleich zur Ausgangssituation; Beispielstadt Coburg

7.4.3 Lärmemissionen

Die resultierende Längenverteilung der Emissionspegel für den Tag für alle Szenarien ist in Bild 103 dargestellt.

Insgesamt haben die untersuchten Szenarien nur eine geringe Wirkung, die sich in leichten Verschiebungen in den Pegelklassen bemerkbar machen.

Eine kartografische Darstellung der Emissionspegel für Tag und Nacht für die Beispielstadt Coburg befindet sich im Anhang III.

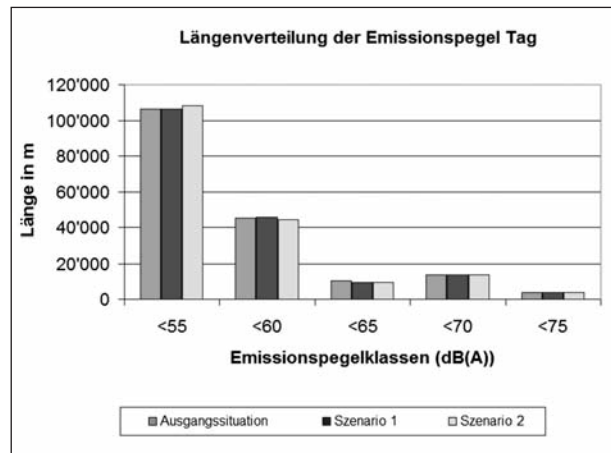


Bild 103: Bilanz der Lärmbelastung, Beispielstadt Coburg

7.4.4 Immissionsbelastung

Die Bilanzen der Immissionsbelastung für NO₂ und PM10 für die berechneten Szenarien sind in Bild 104 und Bild 105 dargestellt. Im Anhang III befindet sich eine kartografische Darstellung des NO₂-Jahresmittelwertes in der Ausgangssituation.

Bei NO₂ werden in der Ausgangssituation an ca. 1 km Überschreitungen des Jahresgrenzwertes prognostiziert. Unter Berücksichtigung einer Toleranz von 10 % bzw. 20 % können knapp 2 km bzw. 6 km von Überschreitungen betroffen sein. Beide Szenarien ändern nichts an der berechneten Abschnittslänge mit Grenzwertüberschreitung. Unter Berücksichtigung der Toleranz werden Minderungen von 100 m bis 200 m erreicht.

Bei PM10 wird für einen Abschnitt mit der Länge von knapp 100 m eine Überschreitung des zum Tagesgrenzwert korrespondierenden Jahresmittelwerts in Höhe von 30 µg/m³ prognostiziert. Verminderungen der PM10-Belastungen durch die Szenarien werden erst bei Jahresmittelwerten unter 28,5 µg/m³ erreicht.

Die Abschnittslänge in den kleinsten Immissionsklassen (< 28 µg/m³ und von 28 bis 32 µg/m³) steigt mit jeder Einführung der einzelnen Szenariostufen an. Dementsprechend sinkt mit jeder Einführung der einzelnen Szenariostufen die Abschnittslänge in den restlichen Immissionsklassen (> 32 µg/m³).

Die drei höchsten Immissionsklassen (> 40 µg/m³) enthalten die Abschnittslängen mit einer berechneten Überschreitung des Grenzwertes des NO₂-Jahresmittelwertes von 40 µg/m³. Wie in Bild 104 zu sehen, führen die Szenariostufen zu keiner Minderung der NO₂-Belastung in diesem Bereich und zu einer Verringerung von möglichen Grenzwertüberschreitungen. Trotzdem kommt es in Szenariostufe 2 auf einer erheblichen Abschnittslänge zu einer

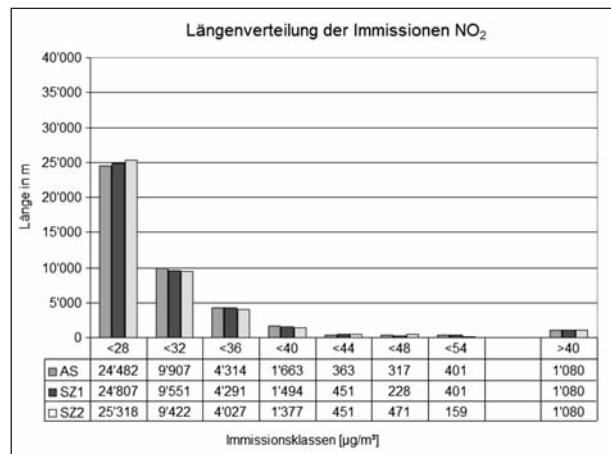


Bild 104: Bilanz der NO₂-Immissionsbelastung für die IMMIS^{luft}-Abschnitte; Beispielstadt Coburg

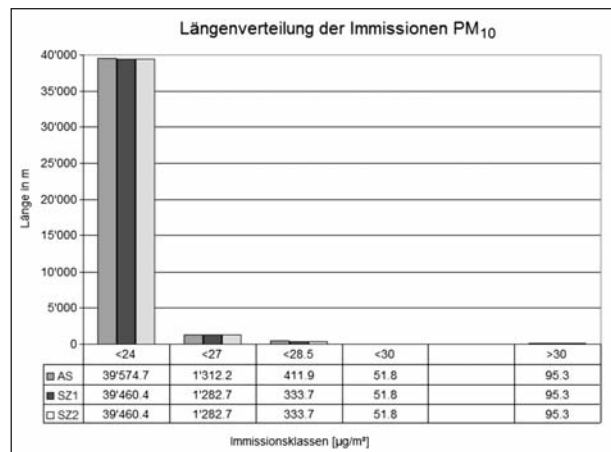


Bild 105: Bilanz der PM10-Immissionsbelastung für die IMMIS^{luft}-Abschnitte; Beispielstadt Coburg

Reduktion der Maxima in der höchsten Immissionsklasse und damit verbunden Verschiebung in die Immissionsklasse von 44 µg/m³ und 48 µg/m³.

Eine Erhöhung der PM10-Immissionsbelastung (Bild 105) erfolgt durch die Szenariostufe „Netzschlie-

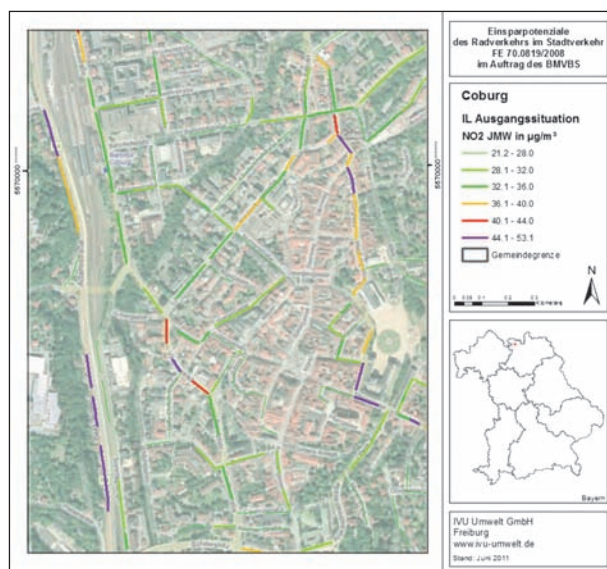


Bild 106: Ergebnis der Immissionsberechnung: NO₂-Jahresmittelwert für die Ausgangssituation im Bereich der Innenstadt; Beispielstadt Coburg

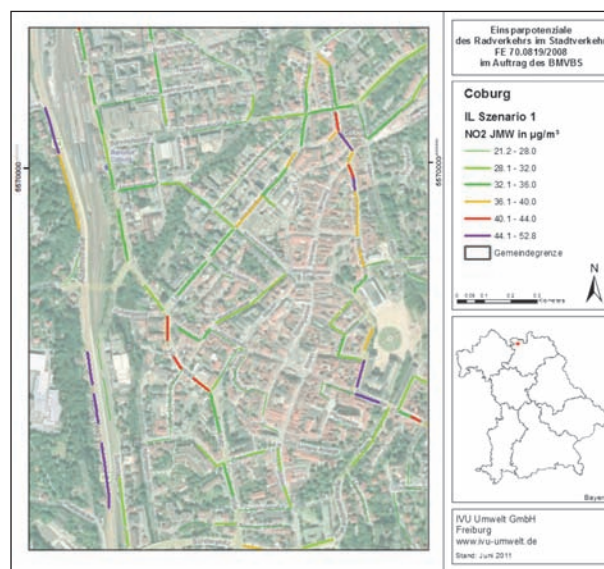


Bild 107: Ergebnis der Immissionsberechnung: NO₂-Jahresmittelwert für Szenario 2 (harte und weiche Maßnahmen) im Bereich der Innenstadt; Beispielstadt Coburg

ßung“, was sich in einer größeren Abschnittslänge in den zwei höchsten Immissionsklassen (> 32 µg/m³) für diese Stufe im Vergleich zu den weiteren Szenariostufen und der Ausgangssituation zeigt. Dabei handelt es sich in der Immissionsklasse > 34 µg/m³ nur um einen einzigen Abschnitt von ca. 30 m Länge, dessen PM10-Belastung bei dieser Szenariostufe sehr hoch ist.

Da bei einem PM10-Jahresmittelwert von 30 µg/m³ der Grenzwert von 35 Überschreitungen im Jahr erreicht wird, müssen Maßnahmen daraufhin bewertet werden, ob die PM10-Belastung im Straßennetz unter diesen Schwellwert gemindert werden kann. Wie bei NO₂ führt auch bei PM10 die Einführung aller Szenariostufen zu einer Verminderung der Abschnittslängen in den drei höchsten Immissionsklassen (> 30 µg/m³). Auch wenn es bei der Szenariostufe „Netzschließung“ eine leichte Verschiebung in die zwei höchsten Immissionsklassen (> 32 µg/m³) gibt, ist doch die Summe der Abschnittslängen > 30 µg/m³ in der Ausgangssituation am höchsten.

Einen kartografischen Vergleich des NO₂-Jahresmittelwertes in der Ausgangssituation mit der Szenariostufe „Weiche und harte Maßnahmen“ im Bereich der Innenstadt ermöglichen Bild 106 und Bild 107. Dabei ist zu sehen, dass die Einführung der ersten Szenariostufe mit Reduktion der Fahrleistung auf einigen Abschnitten in der Innenstadt auch zu einer Reduktion der Immissionsbelastung führt.

Ein vergrößerter Ausschnitt der Karten befindet sich im Anhang III.

8 Wirkungsanalysen zur Beispielstadt Mönchengladbach

8.1 Kenngrößen der Ausgangslage

Die strukturelle und verkehrliche Ausgangslage der Beispielstadt Mönchengladbach wird anhand der Auszüge aus dem Verkehrsentwicklungsplan im Anhang I dargestellt. Die Ausgangslage entspricht der Analyse unter Berücksichtigung der strukturellen und gesicherten infrastrukturellen Veränderungen bis zum Jahr 2015 (Prognose-Nullfall), Zusammenfassend können dabei bezüglich des Verkehrssystems Fahrrad auf Basis der durchgeführten Analysen folgende Befunde abgeleitet werden:

Der Anlagentyp des baulichen Radwegs bzw. gemeinsamen Geh- und Radwegs macht den größten Teil der Radverkehrsanlagen aus. Es gibt erhebliche Netzlücken in der Radverkehrsinfrastruktur. Diese Netzlücken beeinträchtigen die Attraktivität des Verkehrssystems Fahrrad. Zudem entsprechen die vorhandenen Radverkehrsanlagen hinsichtlich Führung und Dimensionierung oftmals nicht den geltenden Regelwerken.

In der Ausgangslage sind rund 69 % aller Wege im Gesamtverkehr (ohne Durchgangsverkehr) dem

MIV zuzuordnen. Der Radverkehr hat, bezogen auf den Gesamtverkehr, einen Anteil von ca. 8 % (Bild 109). Auch im Binnenverkehr ist der Modal-Split-Anteil des MIV mit ca. 64 % am höchsten. Der Radverkehr hat bezogen auf den Binnenverkehr einen Anteil von 8 % (Bild 110).

Insgesamt finden in Mönchengladbach täglich ca. 611.000 Kfz-Fahrten im Gesamtverkehr (ohne Durchgangsverkehr) statt. Hiervon sind 404.000 Kfz-Fahrten (dies entspricht einem Anteil von 66 %) dem Binnenverkehr zuzuordnen. 34 % aller Kfz-Fahrten ergeben sich aus dem Ziel- und Quellverkehr (Bild 111).

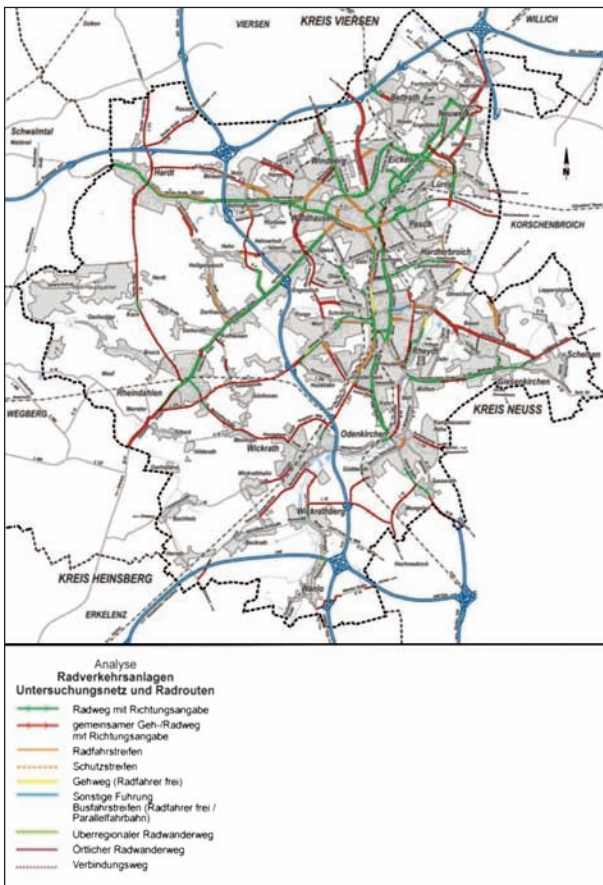


Bild 108: Ausgangssituation der Radverkehrsanlagen, Beispielstadt Mönchengladbach

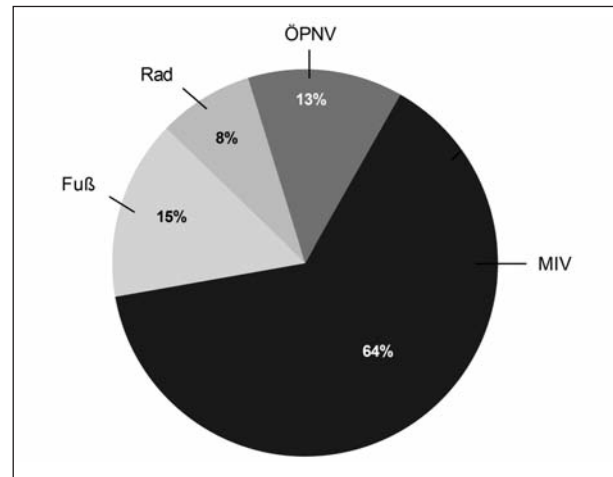


Bild 110: Modal-Split für die Ausgangssituation (Binnenverkehr), Beispielstadt Mönchengladbach

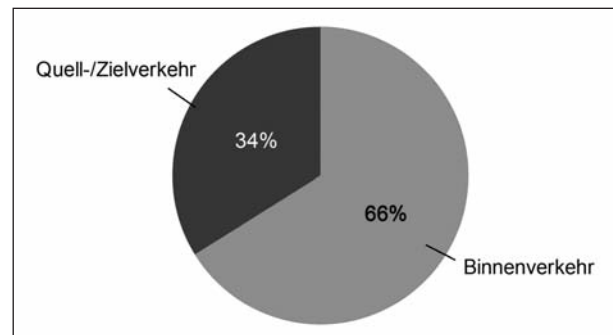


Bild 111: Aufteilung der Kfz-Fahrten im Gesamtverkehr nach Binnenverkehr und Quell-/Zielverkehr; Beispielstadt Mönchengladbach

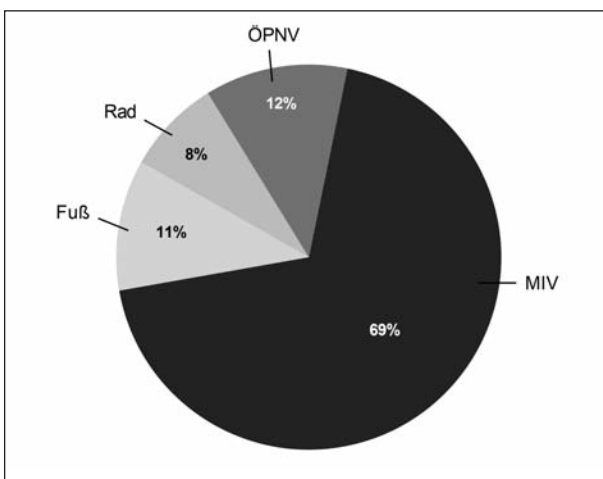


Bild 109: Modal-Split für die Ausgangssituation (Gesamtverkehr ohne Durchgangsverkehr), Beispielstadt Mönchengladbach

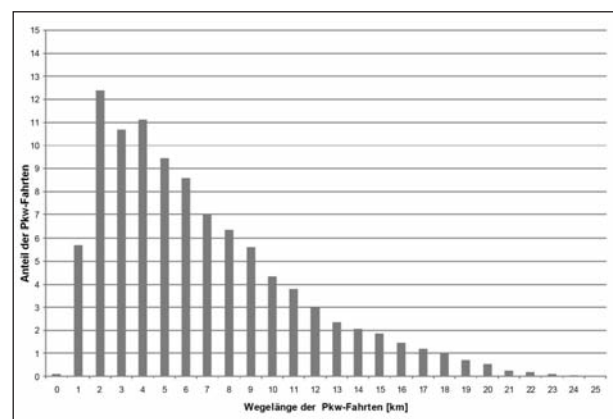


Bild 112: Verteilung der Wegelängen im Kfz-Verkehr (Binnenverkehr), Beispielstadt Mönchengladbach

Die Verteilung der Kfz-Wege im Binnenverkehr über die entsprechenden Wegelängen zeigt, dass etwa 50 % dieser Wege in einem Entfernungsbereich bis 5 km liegen (Bild 112).

Die durchschnittliche Wegelänge im Radverkehr für den Wegezweck Wohnen – Arbeiten beträgt 4,1 km, für den Wegezweck Wohnen – Freizeit 5,1 km.

Ein Kfz-Belastungsbild (DTV) des Straßennetzes von Mönchengladbach ist für die Ausgangslage im Anhang II dargestellt.

8.2 Definition der Szenarien

Die Szenarien für die Beispielstadt Mönchengladbach werden im Sinne einer gestuften Umsetzung formuliert. In einem ersten Szenario erfolgt die „Schließung von Netzlücken“ unter Berücksichtigung des Gesamtverkehrssystems. Auf Basis der Erkenntnisse der Verkehrsentwicklungsplanung werden die Zielkonzepte bezogen auf die zu schließenden Netzlücken für den Radverkehr, aber auch für den Kfz-Verkehr umgesetzt.

Aus den Analysen wurde deutlich, dass die vorhandenen Radverkehrsanlagen oftmals nicht den geltenden Regelwerken genügen. Daher beinhaltet ein weiteres Szenario „Weiche und harte Maßnahmen“ eine regelwerkskonforme Umgestaltung der vorhandenen Radverkehrsanlagen unter Einbindung von Kampagnen zur Förderung des Radverkehrs. Die

modelltechnische Umsetzung basiert auf einer Implementierung der ermittelten Fahrtgeschwindigkeiten im Radverkehr bezogen auf die entsprechenden bestehenden Radverkehrsanlagen (Tabelle 21).

Die Verteilung der Binnenwege im Kfz-Verkehr zeigt einen deutlichen Anteil (50 %) an Wegen im Entfernungsbereich < 5 km. Anhand von Analysen von Verflechtungsspinnen bezogen auf den Wegezweck werden Relationen in diesem Entfernungsbereich herausgefiltert. Diese Strecken werden im dritten Szenario „Fahrradstraßen“ aufbauend auf den Szenarien „Schließung von Netzlücken“ und „Weiche und harte Maßnahmen“ als Fahrradstraßen umgesetzt (Bild 113).

Aufbauend auf den vorgenannten Szenarien wird im vierten Szenario „Fahrradstraße +“ zusätzlich eine im Kfz-Verkehr hoch belastete innerörtliche Hauptverkehrsstraße als Fahrradstraße angesetzt (Bild 114).

Aufbauend auf dem Szenario „Fahrradstraße +“ erfolgt in einem weiteren Szenario „bewusste Mobilität +“ eine integrative Betrachtung durch das Zusammenführen der Bereiche „Verhalten“, „Infrastruktur“ und „Siedlungsstruktur“.

Hierzu erfolgt eine Optimierung der infrastrukturellen und siedlungsstrukturellen Randbedingungen zur Maximierung der Bevölkerungsteile, für die das Verkehrsverhalten von Personen ohne Pkw-Besitz (vgl. Tabelle 27) angesetzt werden kann. Die Um-

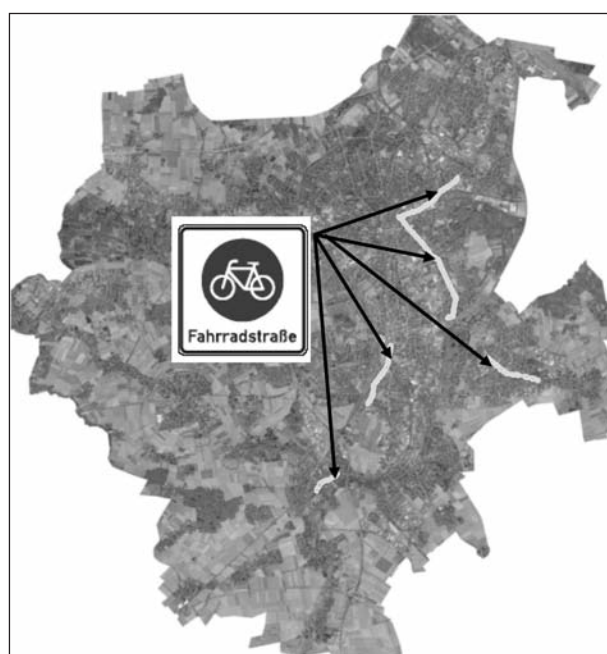


Bild 113: Infrastrukturelle Umsetzung des Szenarios „Fahrradstraßen“

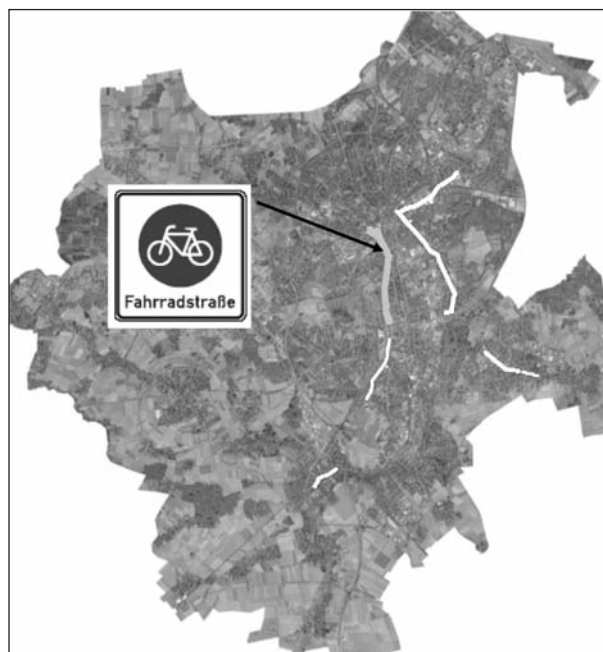


Bild 114: Infrastrukturelle Umsetzung des Szenarios „Fahrradstraße +“ (Verbindung zwischen den beiden Stadtzentren)

setzung der erforderlichen Randbedingungen wird gestuft in weiteren Zwischenszenarien dargestellt.

Die Überlagerung der Kenngrößen aus der Siedlungsstruktur (Einwohnerdichte und das Verhältnis Einwohner/Beschäftigte) ergibt die Zellen mit Potenzial zur „bewussten Mobilität“.

Die Ermittlung der „Potenzialzellen“ der Beispielstadt Mönchengladbach erfolgte durch eine Analyse der Bezirke nach Einwohnerdichten (Bild 115) und einem entsprechenden Verhältnis Einwohner/Beschäftigte. Als günstig wurden Einwohnerdichten mit mehr als 10.000 EW/km² und Verhältnisse Einwohner/Beschäftigte von 80 % zu 20 % bis 50 % zu 50 % ermittelt.

Für die Beispielstadt Mönchengladbach stellen die ermittelten Potenzialzellen eine Verknüpfung von zwei Stadtzentren (Mönchengladbach und Rheydt), der City-Ost und weiteren Stadtteilen dar. Von den insgesamt 260.000 Einwohnern leben ca. 38.000 Einwohner (15 %) in diesen Potenzialzellen (Bild 116).

Eine direkte und erzwungene Zuordnung des Verkehrsverhaltens von Personen ohne Pkw-Besitz auf die ermittelten Potenzialzellen erscheint nicht zielführend. Vielmehr müssen weitere Maßnahmen im Modell implementiert werden, damit dieses Verhalten begründet abgeleitet werden kann.

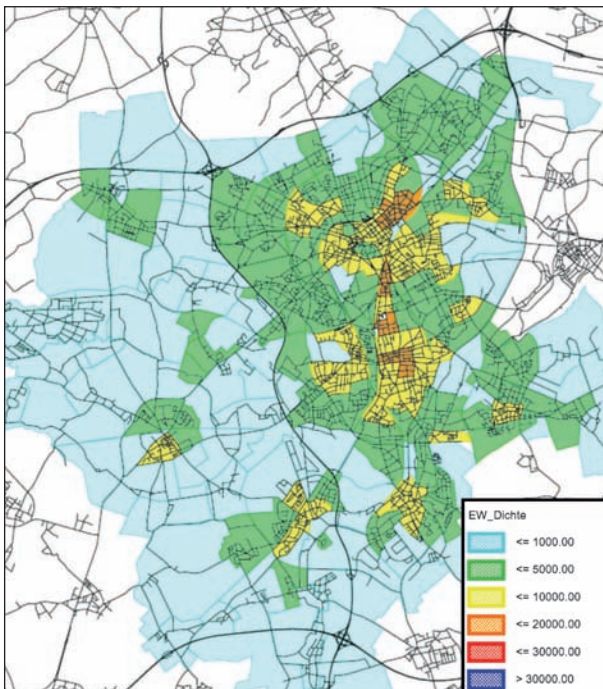


Bild 115: Analyse der Einwohnerdichten; Beispielstadt Mönchengladbach

In einem ersten Zwischenszenario „ÖPNV-Maßnahmen“ wird für die ermittelten Potenzialzellen das Angebot im ÖPNV erweitert. Durch zusätzliche Bahnhaltepunkte, Verdichtung der Bedienung und optimale Verknüpfung von Bus und Bahn werden für größere Wegelängen Alternativen zum Pkw in dem Modell integriert (Bild 117).

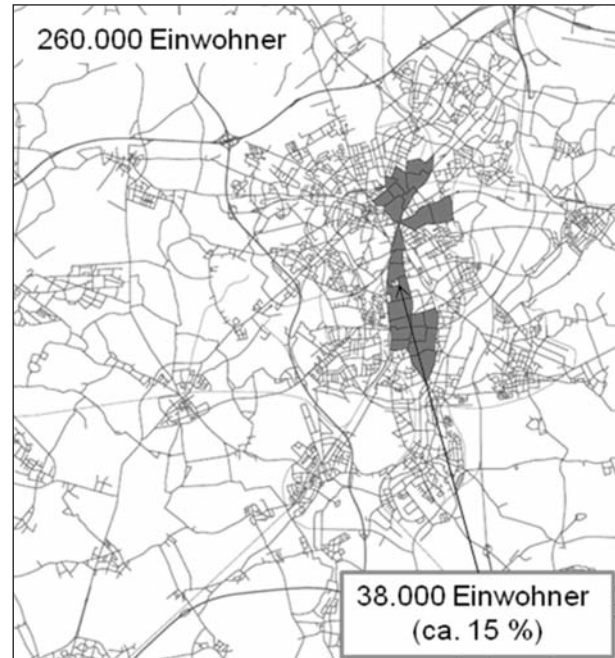


Bild 116: Potenzialzellen für den Ansatz der „bewussten Mobilität“; Beispielstadt Mönchengladbach

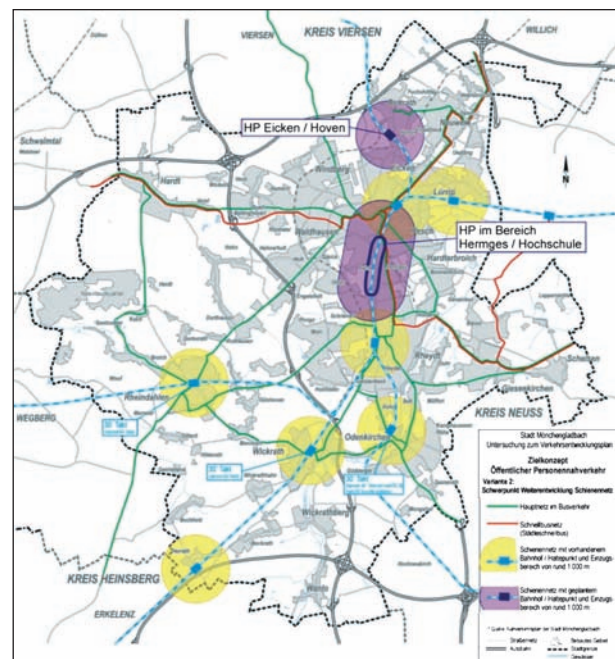


Bild 117: Erweiterung des ÖPNV-Angebots im Zwischenszenario „ÖPNV-Maßnahmen“; Beispielstadt Mönchengladbach

Ein weiteres Zwischenszenario auf dem Weg „zur bewussten Mobilität +“ ist die Einführung der „Pedelectrisierung“ der Bevölkerung. D. h., jedem Einwohner (auch dem Einwohner außerhalb der Potenzialzellen) steht für seinen Reisezweck ein Pe-delec zur Verfügung und er nutzt dieses, wenn sich dadurch für den jeweiligen Weg ein Reisezeitvorteil gegenüber den anderen Verkehrsmitteln ergibt. In diesem Idealfall wird zusätzlich unterstellt, dass im gesamten Straßennetz regelwerkkonforme Schutzstreifen vorhanden sind. Die modelltechnische Um-

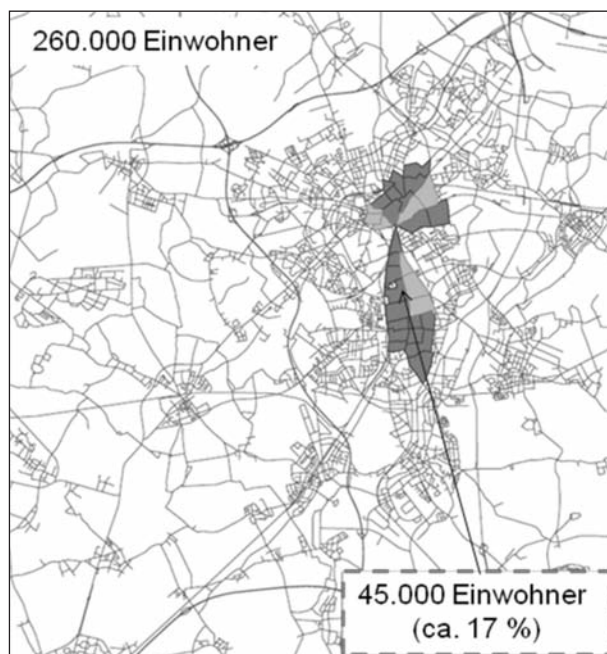


Bild 118: Erweiterung der Potenzialzellen durch Verdichtung für das Szenario „bewussten Mobilität +“; Beispielstadt Mönchengladbach

setzung basiert auf einer Implementierung einer Fahrtgeschwindigkeit im Radverkehr von 22 km/h.

In einem dritten Zwischenszenario „bewusste Mobilität“ soll zunächst ohne Veränderung der Siedlungsstruktur das Verkehrsverhalten der Personengruppe ohne Pkw-Besitz auf die Bevölkerung der Potenzialzellen übertragen werden. Abweichend von der Verhaltensmatrix nach Tabelle 27 wird lediglich für den MIV die Verhaltensstruktur als „gesetztes“ Verhalten übernommen („trip end-modal split“). Im Umweltverbund wird die „freie Wahl des Verkehrsmittels“ auf der Basis des wegesspezifischen Reisezeitverhältnisses beibehalten („trip interchange-modal split“). Außerhalb der Potenzialzellen erfolgt keine Änderung der Verhaltensparameter.

Für das Szenario „bewusste Mobilität +“ wurden zusätzlich siedlungsstrukturelle Maßnahmen unterstellt. Angesetzt wurden Innenentwicklung und Nachverdichtung der Potenzialzellen durch Umzug. Die Nachverdichtung schließt dabei an die vorhandenen Potenzialzellen derart an, dass die Kriterien der Einwohnerdichte ($> 10.000 \text{ EW/km}^2$) und das Verhältnis Einwohner/Beschäftigte (20/80 bis 50/50) erfüllt werden (Bild 118). Durch die Nachverdichtung steigt die Einwohnerzahl in den Potenzialzellen um 7.000 gegenüber dem Szenario „be-

⁵ Die Simulationsrechnungen der aufeinander aufbauenden Szenarien (vgl. Bild 119 und Bild 120) werden auf Basis des vorhandenen Verkehrsmodells mit dem makroskopischen Verkehrssimulationsmodell VISUM der PTV AG durchgeführt.

Szenarien				
Ausgangssituation	„Schließung von Netzlücken“	„Weiche und harte“ Maßnahmen	„Fahrradstraßen“	„Fahrradstraßen +“
Ausgehend von der Analyse 2005 Berücksichtigung der gesicherten Maßnahmen (Siedlungsstruktur und Infrastruktur) bis 2015	Im Rahmen einer Gesamtverkehrsplanung Schließung von Netzlücken für den MIV und den Radverkehr	Regelwerkkonforme Umgestaltung der bestehenden Radverkehrsanlagen, Kampagnen zur Förderung des Radverkehrs	Betrachtung von Wegzwecken in bestimmten Entfernungsbereichen, Umsetzung von Fahrradstraßen	Umsetzung einer Fahrradstraße für eine im Kfz-Verkehr hochbelastete innerörtliche Hauptverkehrsstraße

Bild 119: Definition von Szenarien für die Wirkungsanalysen (Infrastruktur); Beispielstadt Mönchengladbach

Szenarien und Zwischenszenarien				
„Fahrradstraßen +“	„ÖPNV-Maßnahmen“	„Pedelectrisierung“	„bewusste Mobilität“	„bewusste Mobilität +“
Umsetzung einer Fahrradstraße für eine im Kfz-Verkehr hochbelastete innerörtliche Hauptverkehrsstraße	Angebotsverweiterung: zusätzliche Bahnhaltdepunkte, Verdichtung der Bedienung, optimale Verknüpfung Bus/Bahn	Annahme eines Idealfalls: Schutzstreifen und Pe-delecs für alle Bürger	Mobilitätsverhalten der Personengruppen ohne Pkw-Zugang für die Potenzialzellen	Innenentwicklung und Nachverdichtung, Mobilitätsverhalten der Personengruppen ohne Pkw-Zugang für die Potenzialzellen

Bild 120: Definition von Szenarien für die Wirkungsanalysen (Siedlungsstruktur); Beispielstadt Mönchengladbach⁵

wusste Mobilität“ auf insgesamt 45.000 Einwohner (17 % der Gesamteinwohner von Mönchengladbach).

Der Bevölkerung der Potenzialzellen wird das Verkehrsverhalten der Personengruppe ohne Pkw-Besitz zugeordnet. Dabei wird abweichend von der Verhaltensmatrix nach Tabelle 27 lediglich für den MIV die Verhaltensstruktur als „gesetztes“ Verhalten übernommen („trip end-modal split“). Im Umweltverbund wird die „freie Wahl des Verkehrsmittels“ auf der Basis des wegespezifischen Reisezeitverhältnisses beibehalten („trip interchange-modal split“). Außerhalb der Potenzialzellen erfolgt keine Änderung der Verhaltensparameter.

Insgesamt werden für die Beispielstadt Mönchengladbach fünf Szenarien und drei Zwischenszenarien definiert (Bild 119 und Bild 120).

8.3 Verkehrliche Wirkung

Die Betrachtung der Modal-Split-Verteilungen der einzelnen Zwischenszenarien und Szenarien zeigt, dass die angesetzten Maßnahmen sich sowohl im Gesamtverkehr als auch im Binnenverkehr im Wesentlichen auf eine Verschiebung der MIV-Anteile hin zu den Radverkehrsanteilen auswirken (Bild 121 und Bild 122).

Die höchsten Reduzierungen des MIV-Anteils im Gesamtverkehr werden gegenüber dem Ausgangsszenario in dem Szenario „Weiche und harte Maßnahmen mit 6 % und dem Zwischenszenario der „Pedelectrisierung“ mit zusätzlichen 8 % erreicht. Im Radverkehr finden dagegen im Szenario „Weiche und harte Maßnahmen“ eine Erhöhung um 9 % und im Szenario der „Pedelectrisierung“ eine weitere Erhöhung um 10 % statt. Anzumerken ist, dass diese beiden Szenarien mit ihren Maßnahmen flächendeckend, und somit für die Gesamtbevölkerung, angesetzt wurden. Die lokal angesetzten Maßnahmen wie die Fahrradstraßen bewirken eine Reduzierung des MIV-Anteils um 1 % und eine entsprechende Erhöhung des Radverkehrsanteils um 1 %. Im Szenario „bewusste Mobilität +“, das auf allen anderen Szenarien aufbaut, wird eine Gesamtreduzierung des MIV-Anteils gegenüber der Ausgangssituation von 19 % erreicht. Der Anteil der Wege, die zu Fuß durchgeführt werden, reduziert sich insgesamt um 2 %. Der ÖPNV-Anteil reduziert sich insgesamt um 1 %. Der Radverkehr erfährt dagegen eine Zunahme von 22 % (Tabelle 38).

Durch die Änderungen der Modal-Split-Verteilung ergeben sich entsprechende Reduzierungen in der Anzahl der durchgeführten Kfz-Fahrten. Im Binnenverkehr reduzieren sich die Kfz-Fahrten im Szenario „Schließung von Netzlücken“ gegenüber dem Ausgangsszenario um insgesamt 4.000 Fahrten auf ca. 400.000 Kfz-Fahrten. Eine weitere Reduzierung um 36.000 Kfz Fahrten ergibt sich aus dem Szenario „Weiche und harte Maßnahmen“. Die Szenarien „Fahrradstraßen“ und „Fahrradstraße +“ weisen jeweils eine zusätzliche Reduzierung um 2.000 Kfz-Fahrten im Binnenverkehr auf. Über die definierten Zwischenszenarien („ÖPNV-Maßnahmen“, „Pedelectrisierung“, „bewusste Mobilität“) bis zum Szenario „bewusste Mobilität +“ erfolgt eine zusätzliche Reduzierung um 75.000 Kfz-Fahrten. Insgesamt ist unter Berücksichtigung der aufeinander aufbauenden Szenarien eine Reduzierung von 119.000 Kfz-Fahrten im Binnenverkehr (30 %) gegenüber der Ausgangssituation zu verzeichnen. Ca. 80.000 dieser reduzierten Kfz-Fahrten sind das Resultat aus den „weichen und harten Maßnahmen“ (36.000 Kfz-Fahren) sowie der „Pedelectrisierung“ (44.000 Kfz-Fahrten).

Im Quell- und Zielverkehr ergeben sich aus den Szenarien „Schließung von Netzlücken“, „Fahrradstraßen“ und Fahrradstraßen +“ keine Reduzierungen der Kfz-Fahrten. Diese Maßnahmen wirken demnach primär im Binnenverkehr. Aus dem Szenario „Weiche und harte Maßnahmen“ ergibt sich im Quell-/Zielverkehr eine Reduzierung um ca. 14.000 Kfz-Fahrten gegenüber der Ausgangssituation. Das Zwischenszenario „ÖPNV-Maßnahmen“ bewirkt eine zusätzliche Reduzierung um 3.000

Szenario bzw. Zwischenszenario	Änderung im Modal-Split [%]			
	MIV	ÖPNV	Rad	Fuß
„Schließung von Netzlücken“	±0	±0	±0	±0
„Weiche und harte Maßnahmen“	-6	-2	+9	-1
„Fahrradstraßen“	-7	-2	+10	-1
„Fahrradstraße +“	-7	-2	+10	-1
„ÖPNV-Maßnahmen“	-8	±0	+10	-2
„Pedelectrisierung“	-15	-2	+20	-3
„bewusste Mobilität“	-18	-1	+22	-3
„bewusste Mobilität +“	-19	-1	+22	-2

Tab. 38: Änderung im Modal-Split (Gesamtverkehr ohne Durchgangsverkehr) der Szenarien gegenüber der Ausgangssituation

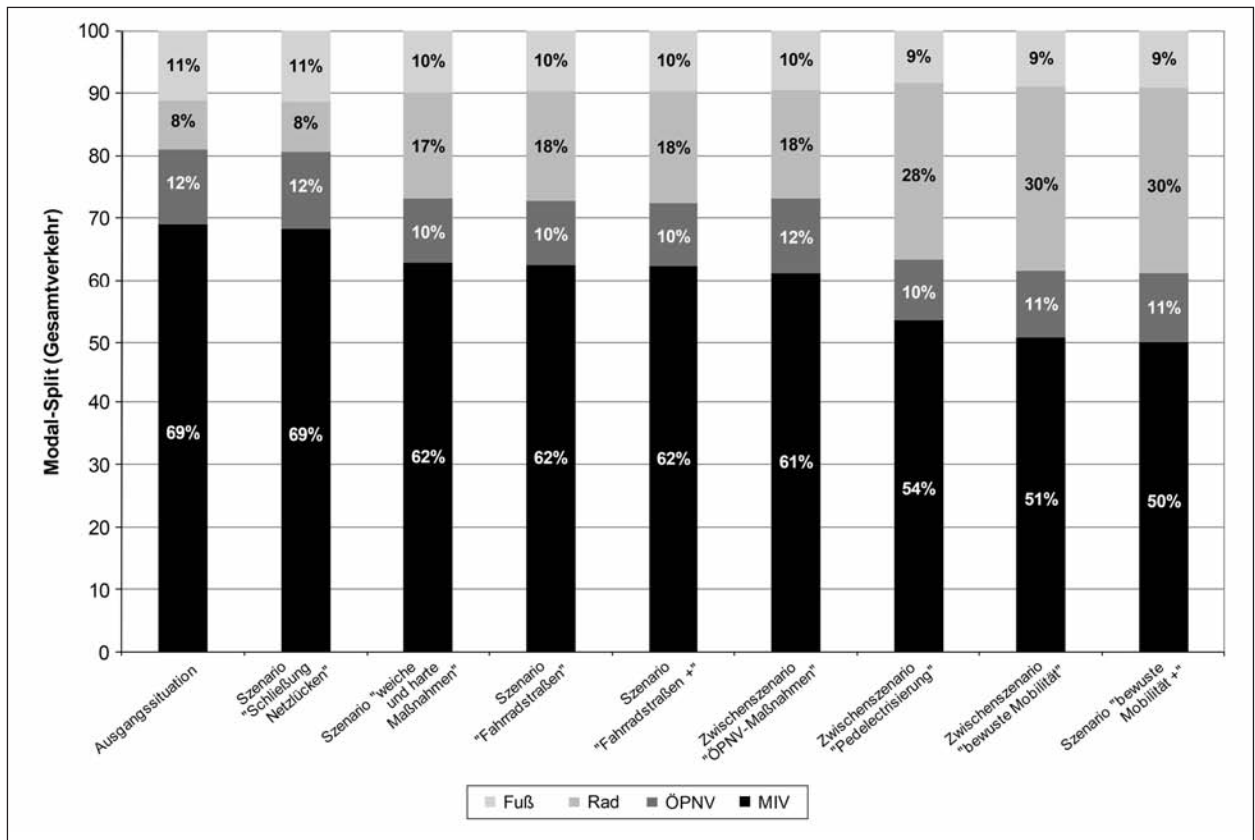


Bild 121: Modal-Split (Gesamtverkehr ohne Durchgangsverkehr) für die unterschiedlichen Zwischenszenarien und Szenarien; Beispielstadt Mönchengladbach

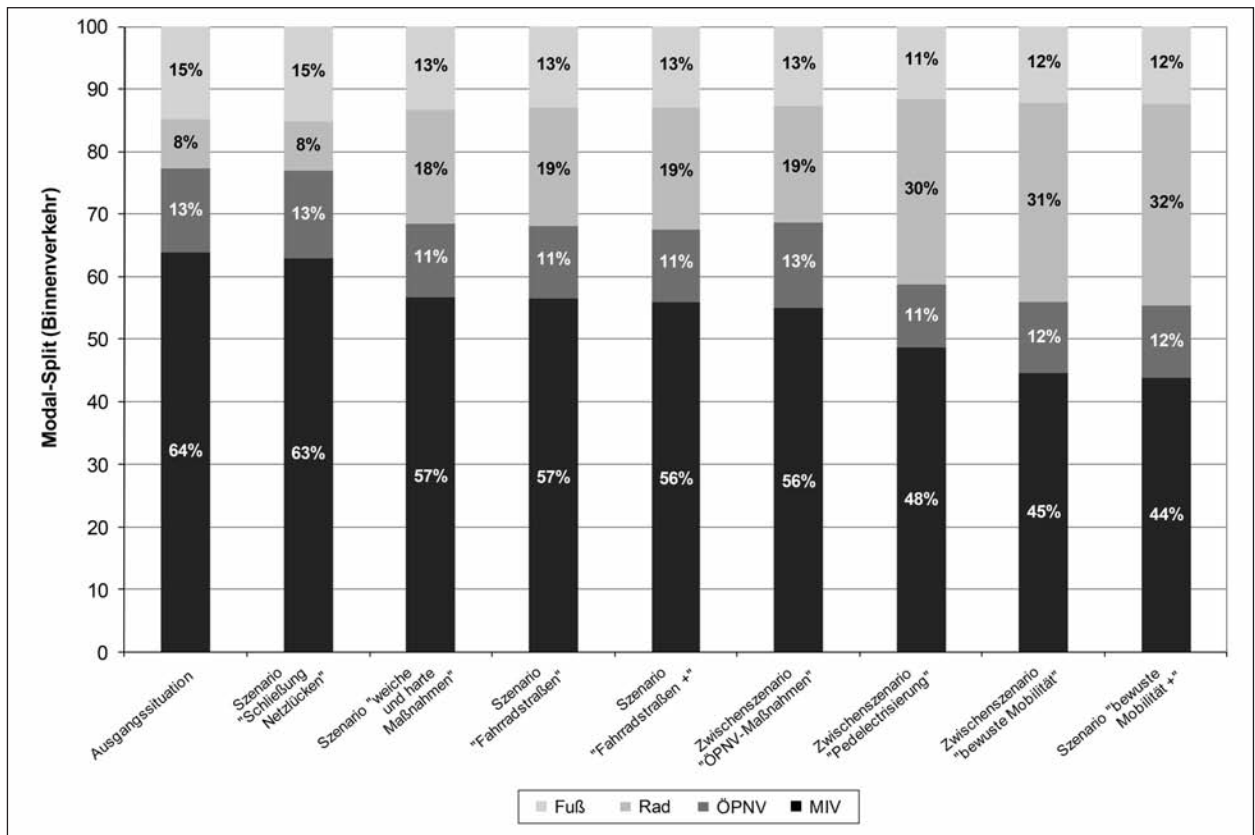


Bild 122: Modal-Split (Binnenverkehr) für die unterschiedlichen Zwischenszenarien und Szenarien; Beispielstadt Mönchengladbach

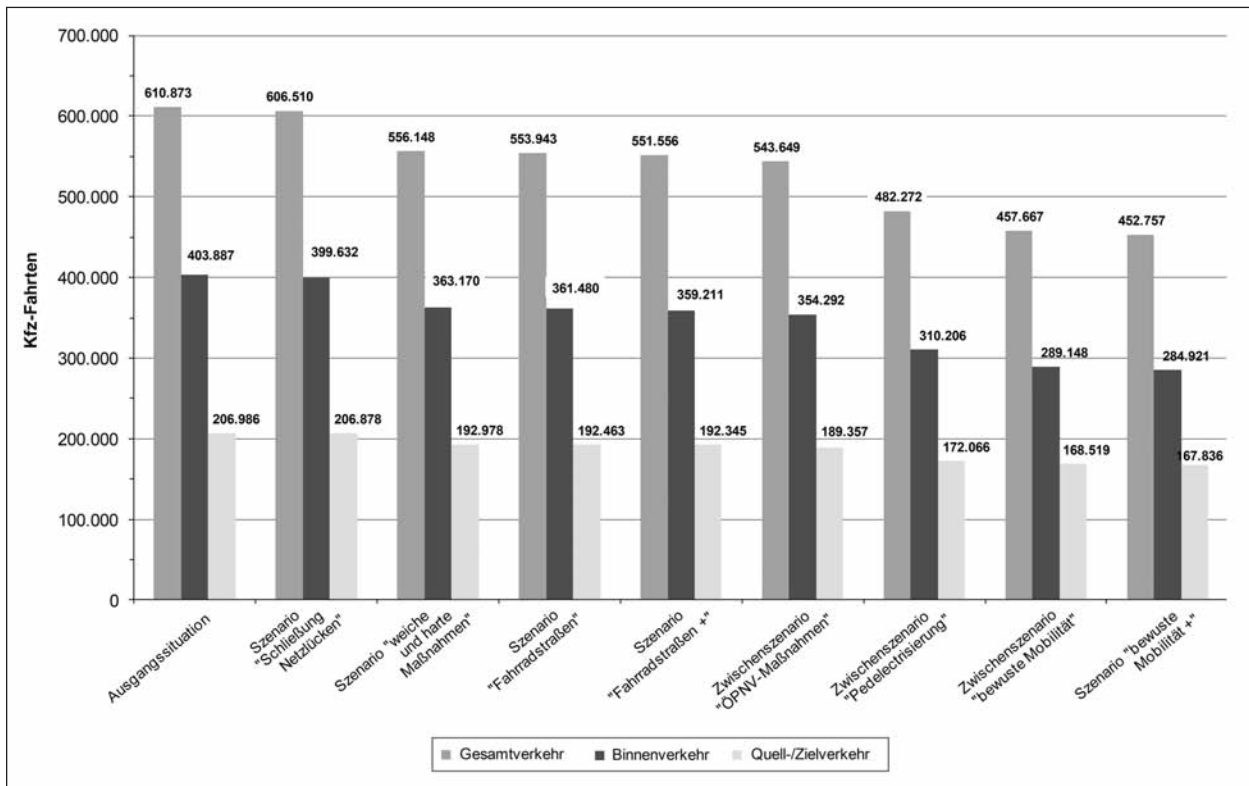


Bild 123: Anzahl und Änderung der Kfz-Fahrten im Gesamt-, Binnen- und Quell-/Zielverkehr für die unterschiedlichen Szenarien und Zwischenszenarien; Beispielstadt Mönchengladbach

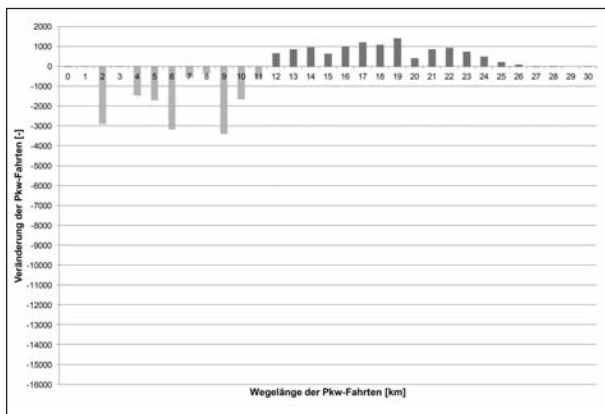


Bild 124: Reduzierung der Kfz-Fahrten im Binnenverkehr; Szenario „Schließung von Netzlücken“

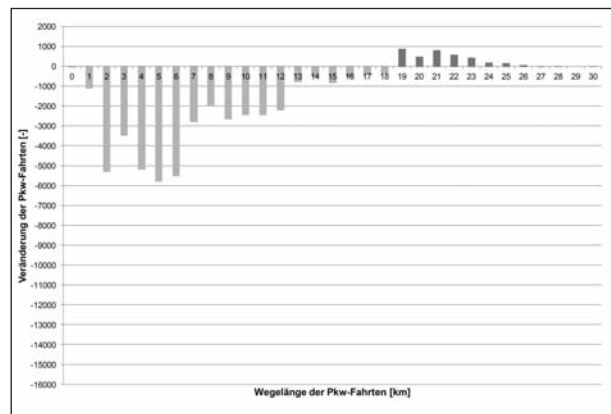


Bild 125: Reduzierung der Kfz-Fahrten im Binnenverkehr; Szenario „Weiche und harte Maßnahmen“

Kfz-Fahrten. In dem Zwischenszenario der „Pedelectrisierung“ werden weitere 17.000 Kfz-Fahrten im Quell-/Zielverkehr reduziert. Durch das unterstellte Mobilitätsverhalten in dem Zwischenszenario „bewusste Mobilität“ erfolgt eine Reduzierung von 4.000 Kfz-Fahrten, in dem Szenario „bewusste Mobilität +“ um weitere 1.000 Kfz-Fahrten. Insgesamt ergibt sich im Quell-/Zielverkehr über alle Szenarien und Zwischenszenarien eine Reduzierung um ca. 39.000 Kfz-Fahrten (20 %).

Im Gesamtverkehr ergibt sich in Bezug auf die Ausgangslage und die aufeinander aufbauenden Szenarien durch die angesetzten Maßnahmen eine Gesamtentlastung von ca. 158.000 Kfz-Fahrten (25 %) (Bild 123).

Die Veränderung der Anzahl der Kfz-Fahrten verteilt sich auf unterschiedliche Wegelängen. In dem Szenario „Schließung von Netzlücken“ ergibt sich die Reduzierung ausschließlich durch die Verringerung der Kfz-Fahrten mit Fahrtweiten zwischen 2 km und 11 km. Durch die Schließung von Netzlücken, die sich u. a. auch für den Kfz-Verkehr ergeben, erhöht sich sogar der Anteil der Kfz-Fahrten bei Fahrtweiten ab 12 km (Bild 124).

In dem Szenario „Weiche und harte Maßnahmen“ ergibt sich die Reduzierung der Kfz-Fahrten im Binnenverkehr hauptsächlich durch die Verringerung der Kfz-Fahrten mit Fahrtweiten zwischen 4 km und 6 km. Durch die Schließung von Netzlücken, die sich u. a. auch für den Kfz-Verkehr ergeben, erhöht sich sogar der Anteil der Kfz-Fahrten bei Fahrtweiten ab 12 km (Bild 125).

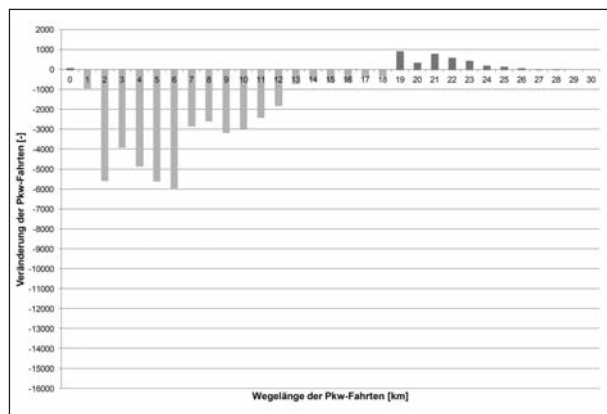


Bild 126: Reduzierung der Kfz-Fahrten im Binnenverkehr; Szenario „Fahrradstraßen“

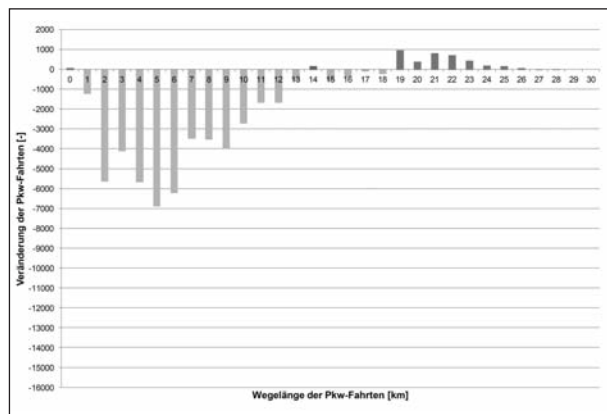


Bild 127: Reduzierung der Kfz-Fahrten im Binnenverkehr; Szenario „Fahrradstraße +“

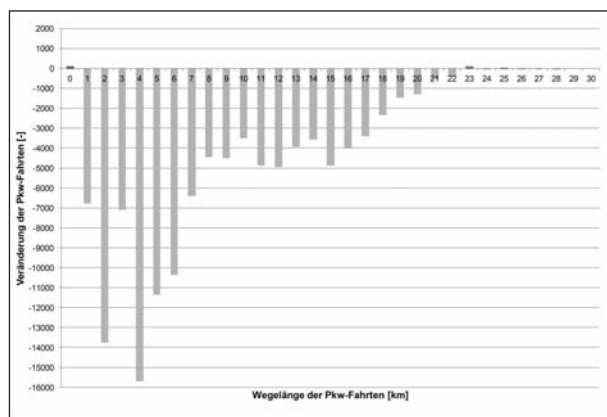


Bild 128: Reduzierung der Kfz-Fahrten im Binnenverkehr; Szenario „bewusste Mobilität +“

Die sich in dem Szenario „Schließung von Netzlücken“ ergebende Erhöhung der Kfz-Fahrten ab Wegelängen mit 12 km wird über die angesetzten Maßnahmen in den nachfolgenden Szenarien und Zwischenszenarien weitestgehend wieder ausgeglichen. Im Szenario „bewusste Mobilität +“ ist auch in diesen Bereichen eine deutliche Reduzierung an Kfz-Fahrten festzustellen (Bild 128).

Szenario	durchschnittliche Wegelänge im Radverkehr für den Wegezweck	
	Wohnen-Arbeiten	Wohnen-Freizeit
Schließung von Netzlücken	4,9 km	6,2 km
„Weiche und harte Maßnahmen“	5,1 km	6,2 km
Fahrradstraßen	5,2 km	6,2 km
Fahrradstraße +	5,2 km	6,3 km
bewusste Mobilität +	5,6 km	6,7 km

Tab. 39: Durchschnittliche Wegelängen im Radverkehr für unterschiedliche Wegezwecke

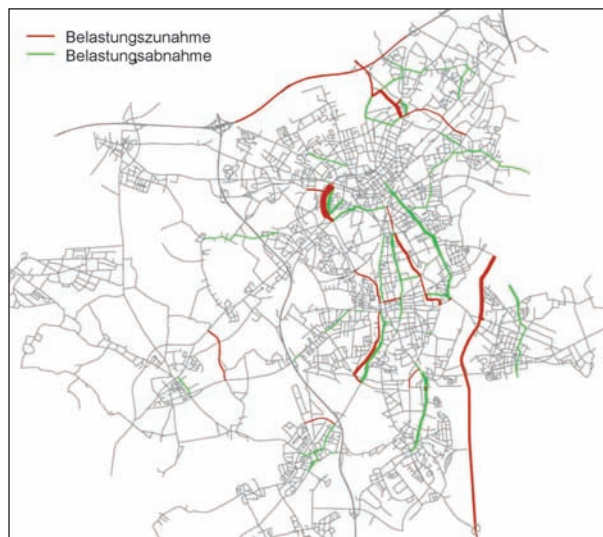


Bild 129: Differenzbild der Verkehrsbelastung für das Szenario „Schließung von Netzlücken“ zum Ausgangsszenario (Darstellung der Veränderung > 100 Kfz/24h); Beispielstadt Mönchengladbach

Bei einer isolierten Betrachtung der ausschließlich reduzierten Kfz-Fahrten ist festzustellen, dass sich die Reduzierung in allen Szenarien zu 50 % auf Wegelängen bis 5 km bezieht.

Für die Wegezwecke Wohnen – Arbeiten und Wohnen – Freizeit wurden die durchschnittlichen Wegelängen im Radverkehr bezogen auf die einzelnen Szenarien ausgewertet. Die Verlagerung von Kfz-Fahrten hin zu Fahrten mit dem Fahrrad/Pedelec führt im Radverkehr zu durchgeführten Wegen mit höheren Entfernungen (Tabelle 39).

Durch die Maßnahmen in dem Szenario „Schließung von Netzlücken“ sind Belastungszunahmen insbesondere für die zusätzlich implementierten Streckenabschnitte zur Netzschließung im Straßennetz zu verzeichnen. Die Entlastungen finden zum

Ausgleich zumeist auf parallelen Streckenabschnitten statt (Bild 129). Durch die Maßnahmen in den folgenden Szenarien bis zum Szenario „bewusste Mobilität“ entsteht ein relativ dichtes Netz mit Belastungsabnahmen (Bild 130).



Bild 130: Differenzenbild der Verkehrsbelastung für das Szenario „bewusste Mobilität +“ zum Ausgangsszenario (Darstellung der Veränderung > 100 Kfz/24h); Beispielstadt Mönchengladbach

Die Auswertung der Fahrleistung in den einzelnen Szenarien und Zwischenszenarien verdeutlicht, dass durch die Schließung von Netzlücken die Fahrleistung zunächst ansteigt. Durch die „weichen und harten Maßnahmen“ sowie die angesetzte „Pedelectrisierung“ können deutliche Reduzierungen erreicht werden (Bild 131).

8.4 Umweltwirkung

8.4.1 Fahrleistung

In Mönchengladbach wurden Berechnungen für die Ausgangssituation und die Umweltwirkung von 5 stufig aufeinander aufsetzenden Szenariostufen „Netzschließung“, „Weiche und harte Maßnahmen“, „Fahrradstraße“, „Fahrrad Plus“ und „Bewusste Mobilität +“ durchgeführt. In den Szenariostufen für Mönchengladbach ändern sich außer den Verkehrsbelastungen teilweise auch Attribute wie die Kapazität, Tempolimit und Straßentyp.

Das zu Grunde liegende Verkehrsnetz in Mönchengladbach enthält 7.540 Strecken (vgl. Bild 132).

Die Fahrleistung des Kfz-Verkehrs im Gesamtnetz in der Ausgangssituation ist differenziert nach dem

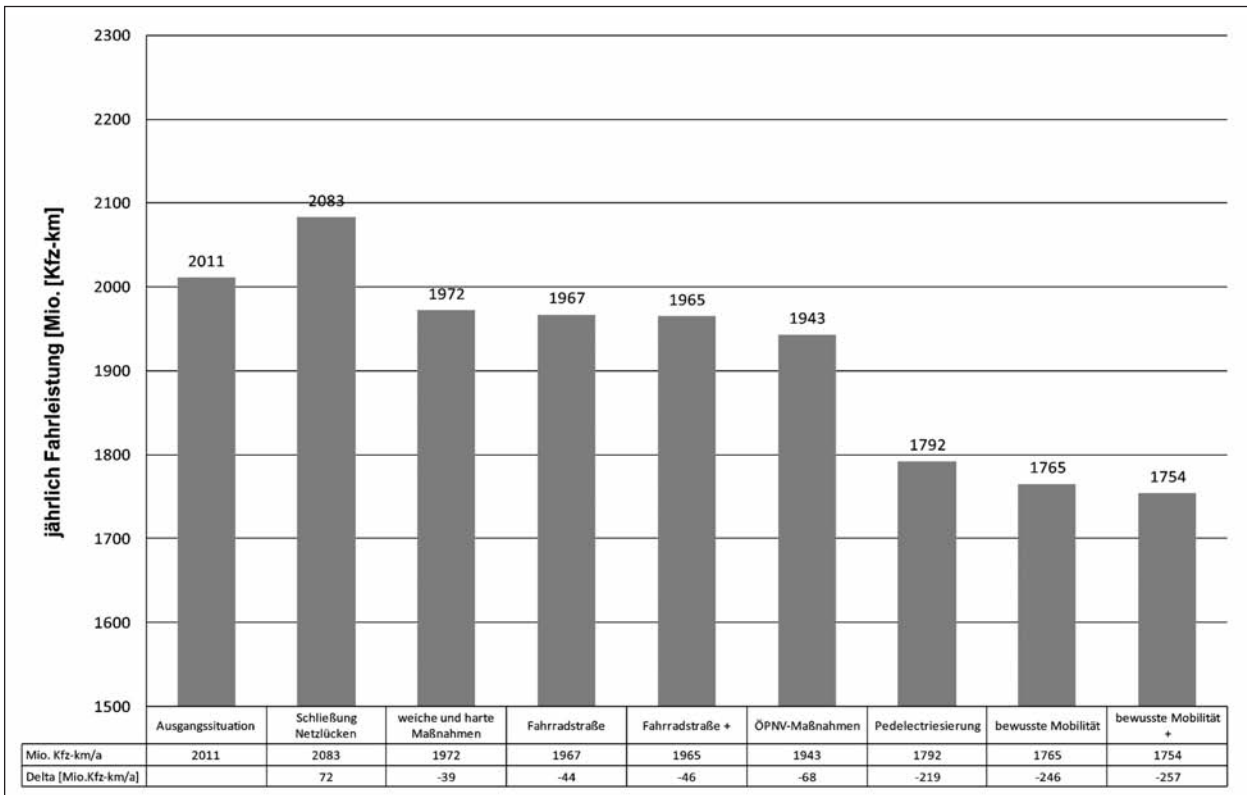


Bild 131: Jährliche Fahrleistung (Gesamtverkehr) im Kfz-Verkehr für die unterschiedlichen Zwischenszenarien und Szenarien; Beispielstadt Mönchengladbach

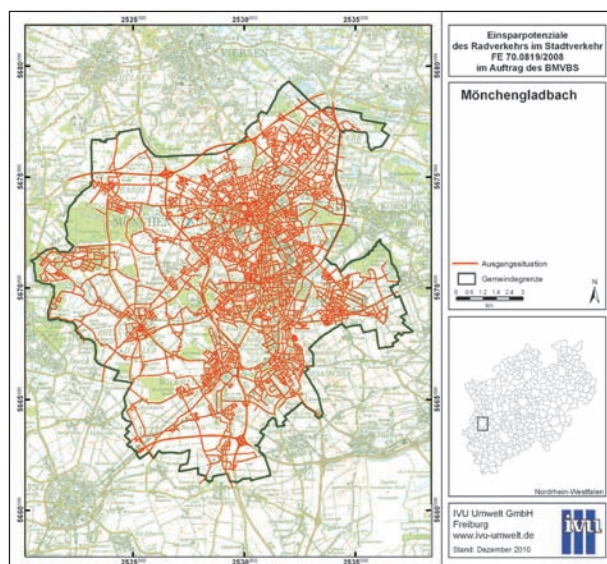


Bild 132: Verkehrsnetz, Beispielstadt Mönchengladbach

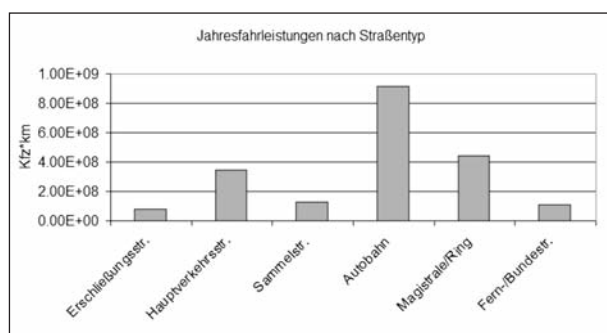


Bild 133: Jährliche Fahrleistung nach Straßentyp für die Ausgangssituation, Beispielstadt Mönchengladbach

Straßentyp in Bild 133 dargestellt. Eine kartografische Darstellung des Straßentyps findet sich in Anhang III.

In den folgenden Abbildungen sind die Fahrleistungen aller Fahrzeuge (vgl. Bild 134) und die Fahrleistung im LOS 4 (Stop-and-go) (vgl. Bild 136) im Hauptstraßennetz von Mönchengladbach dargestellt. Dabei wird die Ausgangssituation den fünf Szenarien gegenübergestellt. Zusätzlich sind jeweils (vgl. Bild 135 und Bild 137) die prozentualen Änderungen der Szenarien gegenüber der Ausgangssituation abgebildet.

Betrachtet man die Änderung der Fahrleistung aller Fahrzeuge (vgl. Bild 135), kommt es in der ersten Szenariostufe „Netzschließung“ zu einer Erhöhung der Fahrleistung im Vergleich zur Ausgangssituation um 3,5 %. Die Einführung der Szenariostufe „Weiche und harte Maßnahmen“ führt dagegen zu einer Abnahme der Fahrleistung im Gesamtnetz in Höhe von 2 %. Die dann folgenden Szenariostufen

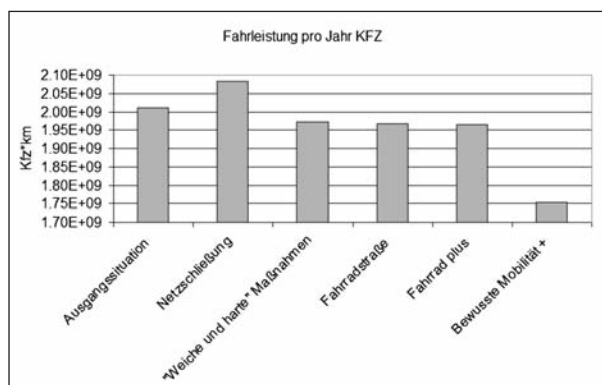


Bild 134: Jährliche Fahrleistung in der Ausgangssituation und den Szenarien, Beispielstadt Mönchengladbach

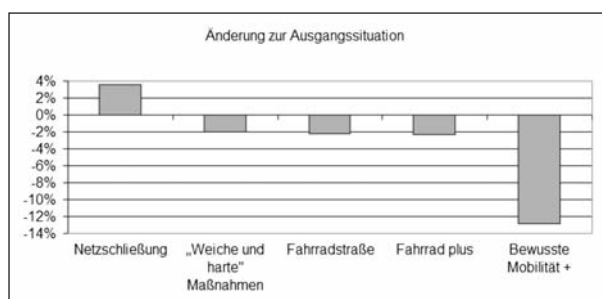


Bild 135: Änderungen der jährlichen Fahrleistung im Vergleich zur Ausgangssituation, Beispielstadt Mönchengladbach

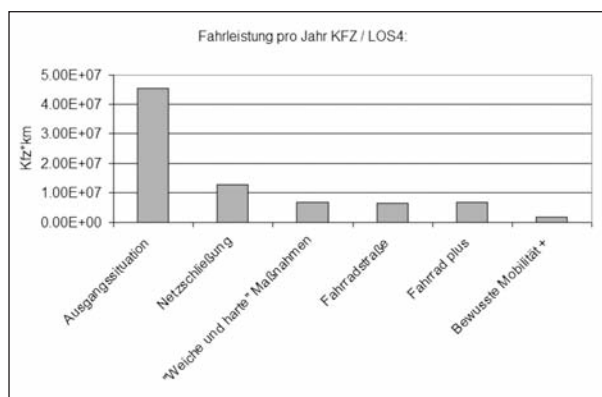


Bild 136: Jährliche Fahrleistung im LOS 4 (Stop-and-go) in der Ausgangssituation und den Szenarien, Beispielstadt Mönchengladbach

„Fahradstraße“ und „Fahrad Plus“ gehen mit einer weiteren, aber deutlich geringeren Verminderung der Fahrleistung einher. Eine Verringerung um fast 13 % der Fahrleistung wird in der Szenariostufe „Bewusste Mobilität +“ erreicht.

Wird die Änderung der Fahrleistung in der vierten Stufe des Level of Service (Stop-and-go) ausgewertet, stellt sich ein etwas anderes Bild dar (vgl. Bild 137). Die Fahrleistung im LOS 4 nimmt in allen Szenariostufen im Vergleich zur Ausgangssituation

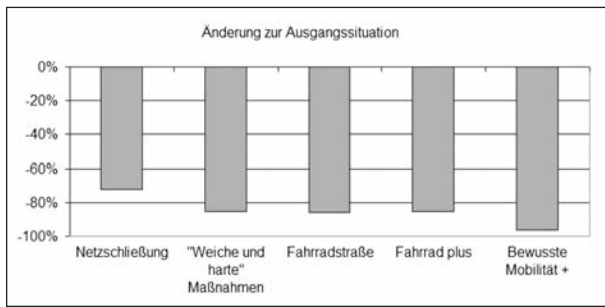


Bild 137: Änderungen der jährlichen Fahrleistung im LOS 4 im Vergleich zur Ausgangssituation, Beispielstadt Mönchengladbach

um 70 % bis fast 100 % ab. Die Einführung der Szenariostufe „Fahrrad Plus“ bringt im Vergleich zur vorhergehenden Stufe „Fahrradstraße“ zwar wieder eine leichte Erhöhung der Fahrleistung im Stop-and-go, der Unterschied ist aber gering. Die größte Abnahme der Fahrleistung im LOS 4 wird für die Szenariostufe „Bewusste Mobilität +“ erreicht.

8.4.2 Emissionen für CO₂ und Luftschadstoffe

In den folgenden Abbildungen sind die Emissionsbilanzen von CO₂, NO_x, Partikel und PM10 des Verkehrs im Hauptstraßennetz von Mönchengladbach dargestellt. Dabei wird die Ausgangssituation den fünf Szenarien gegenübergestellt. Zusätzlich sind die prozentualen Änderungen der Berechnung der Szenarien gegenüber der Ausgangssituation abgebildet (vgl. Bild 138 bis Bild 145).

Die Einführung der Szenariostufe „Netzschließung“ führt als Folge der steigenden Fahrleistung zu einer Zunahme aller Emissionen. Die Einführung der weiteren Szenariostufen mindert dann die Emissionen unter das Niveau der Ausgangssituation.

Die Unterschiede zwischen den Szenariostufen „Weiche und harte Maßnahmen“, „Fahrradstraße“ und „Fahrrad Plus“ sind gering. Die Änderung beträgt für diese drei Szenariostufen bis fast 2 % bei Partikel, bis 3 % bei CO₂, über 4 % bei NO_x und 6 % bei PM10.

Die Abnahmen in den Emissionen folgen grundsätzlich den Abnahmen in den Fahrleistungen. Da die Verringerung der Verkehrsbelastung außer mit der Reduktion der Fahrleistung auch noch mit einer Abnahme im LOS 4 verbunden ist, verstärkt sich der emissionsreduzierende Effekt.

Neben den Änderungen der Fahrleistung haben auch Änderungen bei Tempolimit und Straßentyp in

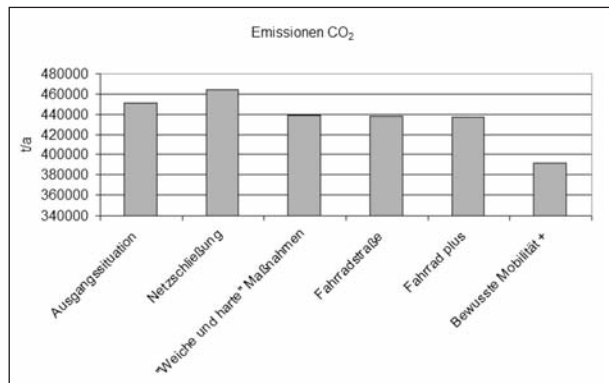


Bild 138: CO₂-Jahresemissionen in der Ausgangssituation und den Szenarien, Beispielstadt Mönchengladbach

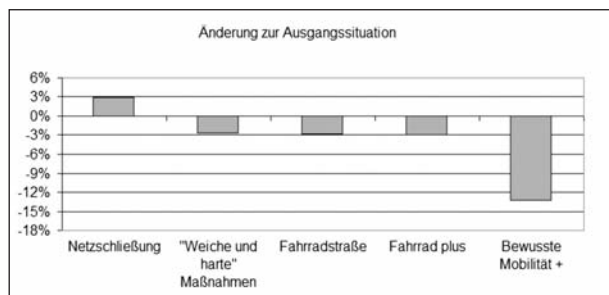


Bild 139: Änderungen der CO₂-Jahresemissionen im Vergleich zur Ausgangssituation, Beispielstadt Mönchengladbach

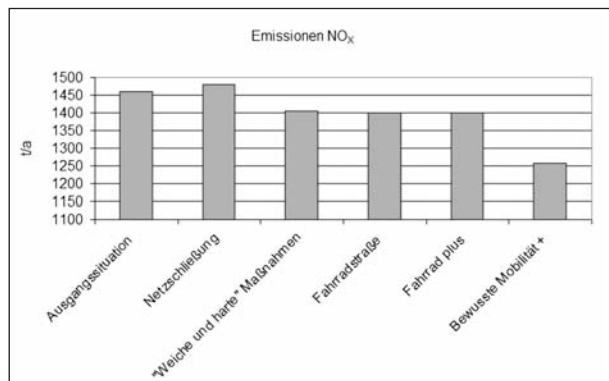


Bild 140: NO_x-Jahresemissionen in der Ausgangssituation und den Szenarien, Beispielstadt Mönchengladbach

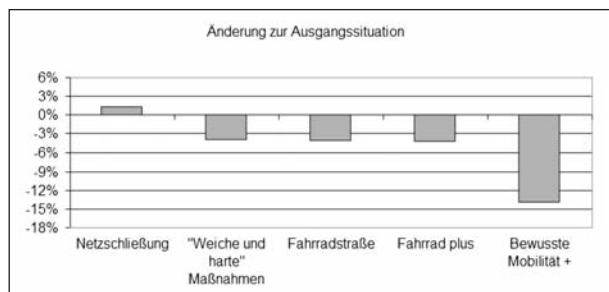


Bild 141: Änderungen der NO_x-Jahresemissionen im Vergleich zur Ausgangssituation, Beispielstadt Mönchengladbach

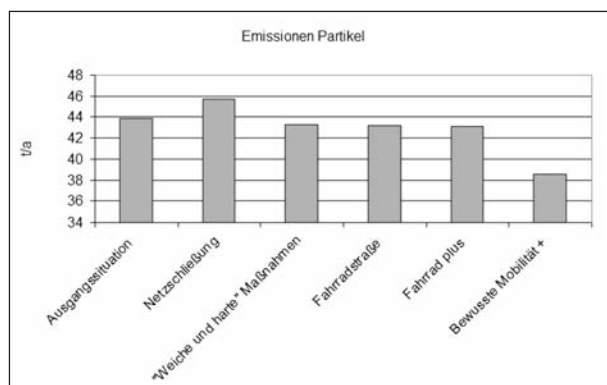


Bild 142: Partikel-Jahresemissionen in der Ausgangssituation und den Szenarien, Beispielstadt Mönchengladbach

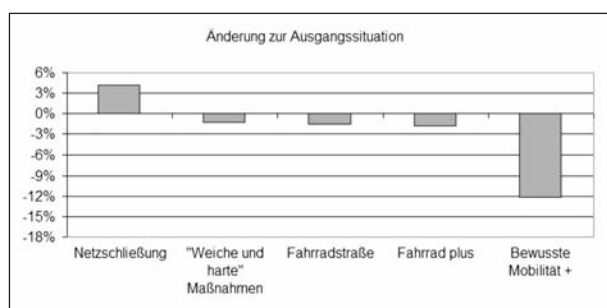


Bild 143: Änderung der Partikel-Jahresemissionen im Vergleich zur Ausgangssituation, Beispielstadt Mönchengladbach

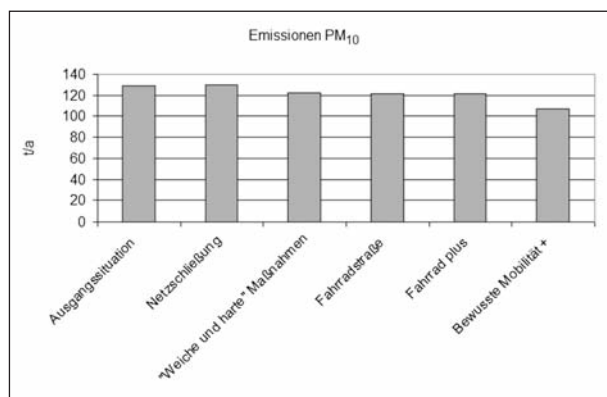


Bild 144: PM10-Jahresemissionen in der Ausgangssituation und den Szenarien, Beispielstadt Mönchengladbach

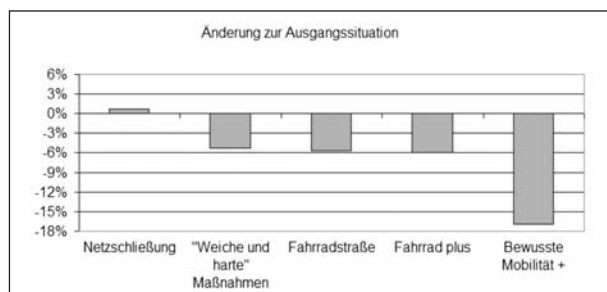


Bild 145: Änderung der PM10-Jahresemissionen im Vergleich zur Ausgangssituation; Beispielstadt Mönchengladbach

den Szenariostufen eine Auswirkung auf die Emissionen.

Die größten Änderungen gegenüber der Ausgangssituation in Höhe von 12 % bei Partikel, mehr als 13 % bei CO₂ und NO_x und bis zu knapp 17 % bei PM10 werden durch die Einführung der Szenariostufe „Bewusste Mobilität +“ erreicht.

8.4.3 Lärmemissionen

In Bild 146 sind die für die einzelnen Abschnitte berechneten Emissionspegel längengewichtet in Pegelklassen eingeteilt für die verschiedenen Szenarien der Ausgangssituation gegenübergestellt.

Die Abschnittslänge in der kleinsten Emissionspegelklasse steigt mit der Einführung der einzelnen Szenariostufen an. In den Szenariostufen treten bei einigen wenigen sehr langen Straßen (ausschließlich Autobahnen) geringe Zunahmen der Abschnittslänge in der größten Klasse (zwischen 70 und 75 dB (A)) im Vergleich zu der Emissionspegelklasse von 65 bis 70 dB (A) auf.

Eine kartografische Darstellung der Emissionspegel für Tag und Nacht befindet sich im Anhang III.

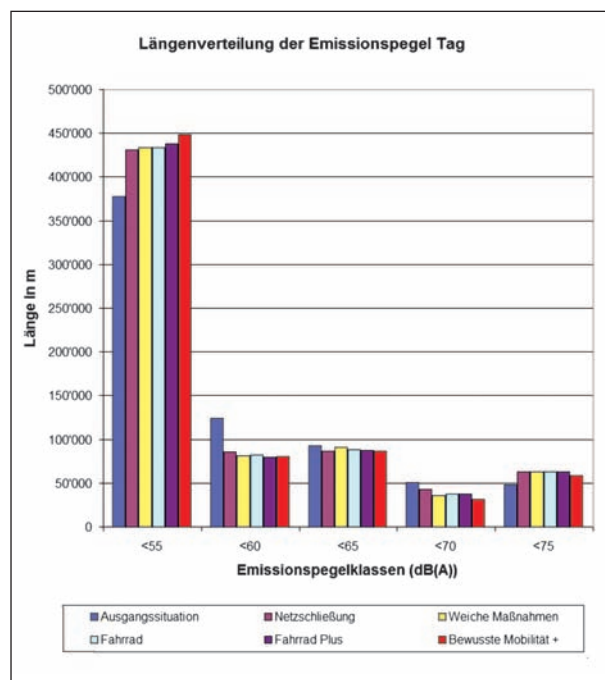


Bild 146: Bilanz der Lärmemissionen, Beispielstadt Mönchengladbach

8.4.4 Immissionsbelastung

Die Bilanzen der Immissionsbelastung für NO₂ und PM₁₀ für die berechneten Szenarien sind in Bild 147 und Bild 148 dargestellt. Im Anhang befindet sich eine kartografische Darstellung des NO₂-Jahresmittelwertes in der Ausgangssituation.

In der Ausgangssituation wird an Abschnitten mit einer Gesamtlänge von 6 km eine NO₂-Jahresgrenzwertüberschreitung prognostiziert. Durch entsprechende Verkehrsverlagerungen im Szenario „Netzschließung“ sinkt diese Länge auf knapp 4 km. Die weiteren drei Szenarien senken die Belastung auf 2,5 km bis 2 km. Im Szenario „Bewusste Mobilität“ wird nur noch an 11 Abschnitten mit einer Gesamtlänge von 720 m eine Grenzwertüberschreitung errechnet.

Die Abschnittslänge in den kleinsten Immissionsklassen (< 28 µg/m³ bis 32 µg/m³) steigt mit jeder Einführung der einzelnen Szenariostufen an. Am deutlichsten erfolgt diese Zunahme für die Szenariostufen „Weiche und harte Maßnahmen“, „Fahrradstraße“, „Fahrrad Plus“ und „Bewusste Mobilität +“, die mit einer Verringerung der Fahrleistung im Gesamtnetz verbunden sind. Dementsprechend sinkt mit jeder Einführung der einzelnen Szenariostufen die Abschnittslänge in den höheren Immissionsklassen (> 32 µg/m³).

In der Immissionsklasse unter dem Grenzwert in Höhe von 40 µg/m³ und in der höchsten Immissionsklasse führt die Einführung der Szenariostufe „Netzschließung“ mit einer Erhöhung der Fahrleistung im Gesamtnetz auch zu einer Erhöhung der NO₂-Belastung auf einem größeren Anteil des Netzes.

Die zwei höchsten Immissionsklassen (> 40 µg/m³) enthalten die Abschnittslängen mit einer berechneten Überschreitung des Grenzwertes des NO₂-Jahresmittelwertes von 40 µg/m³. Wie in Bild 147 zu sehen, führen die Szenariostufen zu einer deutlichen Minderung der NO₂-Belastung in diesem Bereich und zu einer Verringerung von möglichen Grenzwertüberschreitungen. Dieses Ergebnis wird bereits in der Szenariostufe „Netzschließung“ erreicht, trotz der damit verbundenen Erhöhung der Fahrleistung.

In der Ausgangssituation wird an Abschnitten mit einer Gesamtlänge von 750 m eine PM₁₀-Tagesgrenzwertüberschreitung prognostiziert. Durch entsprechende Verkehrsverlagerungen im Szenario

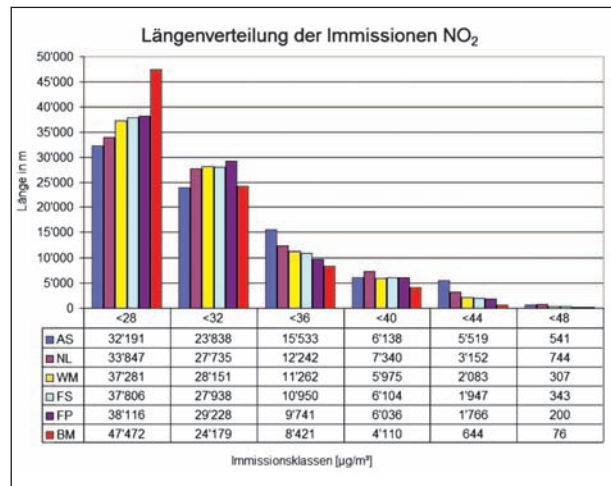


Bild 147: Bilanz der NO₂-Immissionsbelastung für die IMMIS_{luft}-Abschnitte, Beispielstadt Mönchengladbach

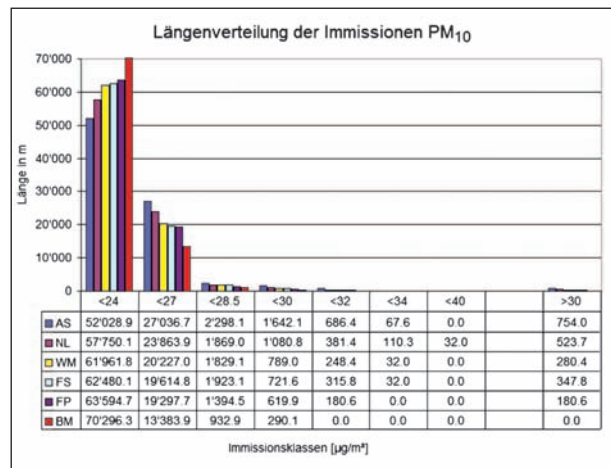


Bild 148: Bilanz der PM₁₀-Immissionsbelastung für die IMMIS_{luft}-Abschnitte, Beispielstadt Mönchengladbach

„Netzschließung“ sinkt diese Länge auf etwas über 500 m. Die weiteren drei Szenarien senken die Belastung auf 300 m bis unter 200 m. Im Szenario „Bewusste Mobilität“ wird keine Grenzwertüberschreitung errechnet.

Eine Erhöhung der PM₁₀-Immissionsbelastung in den zwei höchsten Immissionsklassen (> 32 µg/m³) erfolgt durch die Szenariostufe „Netzschließung“. Dabei handelt es sich in der Immissionsklasse > 34 µg/m³ nur um einen einzigen Abschnitt von ca. 30 m Länge, dessen PM₁₀-Belastung bei dieser Szenariostufe höher als in den anderen Varianten ist.

Kartenausschnitte im Bereich des Hotspots Friedrich-Ebert-Straße mit Abschnitten hoher NO₂-Belastungen sind für die Ausgangssituation und die

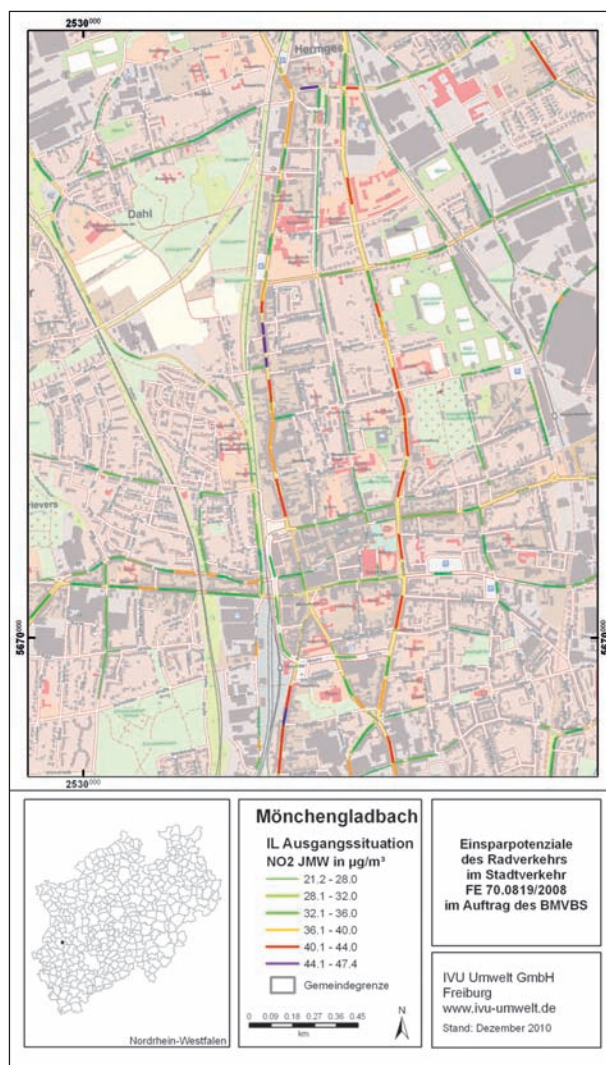


Bild 149: Ergebnis der Immissionsberechnung: NO₂-Jahresmittelwert für die Ausgangssituation im Bereich der Friedrich-Ebert-Straße (Hotspot) in Mönchengladbach



Bild 150: Ergebnis der Immissionsberechnung: NO₂-Jahresmittelwert für das Szenario „Fahrrad Plus“ im Bereich der Friedrich-Ebert-Straße (Hotspot) in Mönchengladbach

Szenariostufe „Fahrrad Plus“ in Bild 149 und in Bild 150 dargestellt.

Die Verlagerung des Kfz-Verkehrs auf andere Routen in der Szenariostufe „Fahrrad Plus“ führt zu einer flächenhaften Abnahme der NO₂-Belastung. Diese Verlagerung ist allerdings mit dem Entstehen eines neuen Hotspots mit gesteigerter NO₂-Belastung verbunden.

9 Zusammenfassung und Fazit

Zielsetzung des Vorhabens war es, die Umweltlastungspotenziale des Radverkehrs bei einer wirksamen Radverkehrsförderung auf kommunaler Ebene anhand von gezielt ausgewählten Fallbei-

spielen (Beispielstädte) exemplarisch zu quantifizieren.

Hierzu erfolgten zunächst eine Aufbereitung und Zusammenstellung relevanter Strukturmerkmale von Kommunen. Die Aufbereitung der Strukturmerkmale erfolgte dabei im Hinblick auf die für eine Wirkungsanalyse erforderliche Auswahl an Beispielstädten. Sowohl die zur Verfügung stehenden Auswahlstädte als auch die SrV-Städte wurden nach Strukturmerkmalen wie z. B. Raumstruktur, Raumlage, Siedlungsstruktur, Bevölkerungsstruktur oder vorhandener Verkehrs- bzw. Infrastruktur kategorisiert und dem Modal-Split sowie einzelnen Anteilen hiervon gegenübergestellt. Im Bereich der Siedlungsstruktur wurde zusätzlich der Begriff Kompaktheit über die Anzahl der Einwohner im Bezug auf die vorhandene Siedlungs- und Verkehrsfläche de-

finiert. Im Ergebnis lassen sich insbesondere Zusammenhänge zwischen den räumlichen Strukturen, den Strukturmerkmalen der Bevölkerung oder den verkehrlichen Strukturen und den Modal-Split-Anteilen des MIV, des ÖPNV und teilweise auch des Fußgängerverkehrs ableiten und erklären. Für den Radverkehr sind diese Zusammenhänge im Einzelnen nicht nachzuweisen.

Basis für die Auswahl der Beispielstädte bildet die durchgeführte Kategorisierung der Strukturmerkmale. Um ein möglichst breites Spektrum an unterschiedlichen Strukturmerkmalen für die weiteren Analysen einzubeziehen, eignet sich die Kombination der Städte Mönchengladbach, Gütersloh und Coburg. Diese Städte haben zudem den Vorteil, dass die entsprechenden Strukturmerkmale auch in dem vorhandenen Spektrum der SrV-Städte liegen.

Methodisch handelt es sich bei den Wirkungsanalysen in den Beispielstädten um szenarische Vorher-Nachher-Vergleiche, d. h., bezogen auf einen „Analysefall“ werden mehrere „Prognosefälle“ berechnet, die fortschreitende Umsetzungsstufen eines Szenarios „Optimale Radverkehrsförderung“ repräsentieren. Da die Potenzialermittlung auf Vergleichswerten basiert, konnte auf eine detaillierte Aktualisierung und Kalibrierung der angewandten Modelle (Verkehr, Luft, Lärm) verzichtet werden. Das verwendete Verkehrsmodell wurde jedoch dahingehend erweitert, dass für den Radverkehr nach Radsystem (Fahrrad/Pedelec), Radverkehrsanlagen und unterschiedlichen Steigungen differenzierte Fahrtgeschwindigkeiten berücksichtigt wurden.

Aus den Analysen der verkehrlichen Wirkung wurde deutlich, dass eine Reduzierung der Kfz-Fahrleistung in allen Beispielstädten möglich ist. Die Reduzierung der Fahrleistung in den einzelnen Städten ist im Wesentlichen von der Ausgangslage und den durchgeführten Szenarien abhängig (bis zu 3 % in Coburg, 10 % in Gütersloh und 13 % in Mönchengladbach).

Ebenso konnte durch Simulation der Szenarien eine eindeutige Änderung im Modal-Split festgestellt werden. Die Änderungen zeigten eine Verschiebung der mit dem Kfz durchgeführten Wege hin zum Radverkehr. Die Änderungen der Anteile im ÖPNV und der Wege, die zu Fuß zurückgelegt werden, sind dagegen nur gering.

Deutliche Wirkungen in allen Beispielstädten konnten schon in dem Szenario „Weiche und harte Maß-

nahmen“, welches eine regelwerkkonforme Umsetzung der vorhandenen Radverkehrsanlagen beinhaltet, nachgewiesen werden. Durch eine Pedelec-trisierung der Bevölkerung entstehen weitere hohe Potenziale. Diese könnten auch bei für den Radverkehr schwierigem Terrain nachgewiesen werden.

Durch die Einführung der Szenarien in den 3 Beispielstädten konnte im Vergleich zur Ausgangssituation eine Emissionsminderung erreicht werden, die grundsätzlich der Minderung der Fahrleistung im MIV entspricht. In Gütersloh und Mönchengladbach konnte der Minderungseffekt durch eine Verringerung der Verkehrsstörungen noch verstärkt werden, die mit einer geringeren Fahrleistung einhergeht.

Die berechneten Szenarien haben auf die Lärmemissionen nur einen geringen Effekt. Auf Grund der logarithmischen Abhängigkeit des Lärmemissionspegels von der Verkehrsstärke konnte nur eine geringe Verschiebung zu leiseren Emissionspegelklassen erreicht werden.

Auf Grundlage der Screeningberechnungen werden für Mönchengladbach und Coburg Grenzwertüberschreitungen für die Luftschadstoffe NO₂ und PM10 prognostiziert. Die Szenarien bringen z. T. deutliche Verschiebungen von höheren Konzentrationsklassen zu niedrigeren Klassen.

Speziell in Mönchengladbach konnte durch gezielte Verkehrsverlagerungen und weitere Minderungen der Emissionen in den Szenarien in allen Szenarien die Grenzwertproblematik verringert werden. In Coburg und in Gütersloh wird durch die Minderungen der Emissionen als Folge der betrachteten Szenarien eine Verbesserung bei der Immissionsbelastung prognostiziert.

Literatur

- AHRENS, G.-A., LIEßKE, F., WITTEW, R., HUBRICH, S.: Sonderauswertung zur Verkehrserhebung „Mobilität in Städten – SrV 2008“, Städtevergleich. Dresden, 2009
- ANGENENDT, W., WILKEN, M.: „Gehwege mit Benutzungsmöglichkeiten für Radfahrer“, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 737. Bonn, 1997

- APPEL, H.-P., HEBEL, C., WESTRICH, P.: Untersuchungen zum Verkehrsentwicklungsplan Mettmann – Schlussbericht. Aachen, 1993
- BAIER, R., GERBER, S., HÜSLER, W., KLINKHAMMER, L., WRASE, G.: Verkehrsentwicklungsplanung Ulm und Neu-Ulm, Neue Wege zu einem stadtverträglichen Verkehr – Vorrang für den Umweltverbund. Aachen, 1993
- BAIER, R., GERBER, S., HÜSLER, W., KLINKHAMMER, L., WRASE, G.: Verkehrsentwicklungsplanung Ulm und Neu-Ulm, Verkehr – Befunde und Bewertung – Stadtverkehr muss verträglich sein. Aachen, 1993
- BAIER, R., BRÖG, W., ERL, E., GERBER, S., HÜSLER, W., KLINKHAMMER, L., LINDEL, H., SCHÄFER, K.-H., WRASE, G.: Verkehrsentwicklungsplanung Ulm und Neu-Ulm, Schlussbericht der Gutachter – Neue Wege zu einem stadtverträglichen Verkehr. Aachen, 1994
- BAIER, R., BRAUN, W., HARLOFF, G., HENSEL, H., ULBORT, K.: Verkehrsentwicklungsplanung Aachen, Grundlagen – Das heutige Verkehrsgeschehen: Befunde und Bewertungen. Aachen, 1994
- BAIER, R., BRAUN, W., HARLOFF, G., HENSEL, H., ULBORT, K.: Verkehrsentwicklungsplanung Aachen, Konzepte und Wirkungen – Neue Wege zu einem stadtverträglichen Verkehr. Aachen, 1994
- BAIER, R., BRAUN, W., HARLOFF, G., HENSEL, H., ULBORT, K.: Verkehrsentwicklungsplanung Aachen, Mittelfristige Handlungskonzepte – Empfehlungen der Gutachter. Aachen, 1995
- BAIER, R., HEBEL, C.: Verkehrsentwicklungsplan Landeshauptstadt Wiesbaden – Gemeinsame Wege zu einem stadtverträglichen Verkehr. Aachen, 2000
- BAIER, R., HEBEL, C., MERHI, L., WRASE, G.: Untersuchungen zur Verkehrsentwicklungsplanung Marburger Nordstadt und Marburger Westen – Schlussbericht. Aachen, 2001
- BAIER, R., HEBEL, C.: Landeshauptstadt Wiesbaden, Untersuchungen zum Verkehrsentwicklungsplan, Fortschreibung – Schlussbericht. Aachen, 2004
- BAIER, R., GRUNOW, M., HEBEL, C., HESSE, B.: Untersuchungen zum Verkehrsentwicklungsplan Stadt Coburg – Schlussbericht. Aachen, 2005
- BENDER, U., HEBEL, C., BÜSCHER, J.: Untersuchungen zum Verkehrsentwicklungsplan Hückelhoven – Schlussbericht. Aachen, 1996
- BRACHER, T., BACKES, T., URISCHER, A.: Möglichkeiten der Umweltentlastung und Kostenreduzierung im Verkehr durch Verkehrsplanung – mit Leitfaden für die LCTP-Anwendung in Kommunen. Umweltbundesamt (Hrsg.), Texte 23/02, Berlin, 2002
- BRAUN, W., HEBEL, C.: Untersuchungen zum Verkehrsentwicklungsplan Stadt Fulda – Schlussbericht. Aachen, 2004
- BRENKE, L., KALLE, U., LINDER, F. P., ALRUTZ, D., GRÜNDEL, D., STELLMACHER-HEIN, J., WILLHAUS, E.: Begleitforschung zu den Fahrradfreundlichen Städten und Gemeinden in NRW – Maßnahmen und Wirksamkeitsuntersuchungen. Düsseldorf, 2000
- DIEGMANN, V., HARTMANN, U., PFÄFFLIN, F.: Landesweites Screening der Luftschadstoffsituation an Straßen in Nordrhein-Westfalen. Tagungsband zur Fachtagung Mettools V, 6.-8.10.2003, Essen, 2003
- DIEGMANN, V., WIEGAND, G.: FLADIS – Ein System zur Übertragung von an Messpunkten erfassten Daten in die Fläche. In: STROBL; BLASCHKE; GRIESEBNER (Hrsg.): Angewandte Geografische Informationsverarbeitung XIII – Beiträge zum AGIT-Symposium Salzburg 2001. Wichmann Verlag, Heidelberg, 2001
- Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA), Ausgabe 2010, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (Hrsg.), Köln, 2010
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (Hrsg.): Richtlinien für die integrierte Netzgestaltung (RIN): Ausgabe 2008, Köln, 2008
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (Hrsg.): Richtlinie für die Anlage von Stadtstraßen (RASt 06): Ausgabe 2006, Köln, 2006

- Glossar – Raumordnung, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS): [http://www.bmvbs.de/-,1582.20402/Glossar-Raumordnung, 12.03.2010](http://www.bmvbs.de/-,1582.20402/Glossar-Raumordnung,12.03.2010)
- GÖLZ, H.: Aufbau eines Radverkehrsmodells für die Radverkehrsplanung in Stuttgart. Diplomarbeit am Institut für Straßen- und Verkehrswesen, Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik, Universität Stuttgart, Stuttgart, 2007
- HEBEL, C., BENDER, U., BRAUN, W., PETERSEN, W., BÜSCHER, J.: Untersuchungen zum Verkehrsentwicklungsplan Stadt Gütersloh – Schlussbericht. Aachen, 1999
- HEBEL, C., WARNECKE, A.: Verkehrsentwicklungsplan der Stadt Grevenbroich – Schlussbericht. Aachen, 2003
- HEBEL, C., WARNECKE, A.: Untersuchungen zum Verkehrsentwicklungsplan Mönchengladbach – Schlussbericht. Aachen, 2006
- IVU Umwelt: Automatische Klassifizierung der Luftschadstoff-Immissionsmessungen aus dem LIMBA-Messnetz. FE-Vorhaben FKZ 200 42 265. Im Auftrag des Umweltbundesamtes, 2002
- IVU Umwelt: Maßnahmen zur Reduzierung von Feinstaub und Stickstoffdioxid. FKZ 204 42 222. Veröffentlichung UBA-Texte 22/07. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. Unter Mitarbeit von ifeu Heidelberg GmbH, 2006
- IVU Umwelt: Internetservice für ein landesweites kommunales Screening der Luftschadstoffsituation nach aktuellen EU-Richtlinien. Auftraggeber: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), 2007
- IVU Umwelt: Darstellung der landesweiten Immissionssituation in NRW auf der Basis von LUQS- und EURAD-Daten mit FLADIS für das Jahr 2008. Auftraggeber: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), 2010a
- IVU Umwelt: IMMIS^{em}/luft/lärm – Handbuch zur Version 5, IVU Umwelt GmbH Freiburg, 2010b
- KRAUSE, J., HILDEBRAND, E.: Modellvorhaben „Fußgänger- und fahrradfreundliche Stadt“, Chancen des Fuß- und Radverkehrs als Beitrag zur Umweltentlastung, Umweltbundesamt (Hrsg.), Texte 28/05, Berlin, 2005
- PFÄFFLIN, F., DIEGMANN, V.: Dynamisches Verkehrs-Emissionskataster Hessen auf Basis von ATKIS. In: STROBL; BLASCHKE; GRIESEBNER (Hrsg.): Angewandte Geografische Informationsverarbeitung XII – Beiträge zum AGIT-Symposium Salzburg 2000. Wichmann Verlag, Heidelberg, 2000
- Raumordnungsbericht 2005, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.), Berichte, Band 21, Bonn, 2005
- REUTTER, O.: Klimaschutz als Herausforderung für einen zukunftsfähigen Stadtverkehr, Runterfahren – Vorangehen – Weiterfragen. Wuppertal, 2009
- Richtlinien für die integrierte Netzgestaltung (RIN), Ausgabe 2008, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (Hrsg.), Köln, 2008
- Richtlinie für die Anlage von Stadtstraßen (RASt 06), Ausgabe 2006, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (Hrsg.), Köln, 2006
- RÖHLING, W., BURG, R., SCHÄFER, T., WALTHER, C.: Kosten-Nutzen-Analyse – Bewertung der Effizienz von Radverkehrsmaßnahmen. Forschungsprogramm Stadtverkehr (FoPS), Projekt 70.785/2006, Schlussbericht, Denzlingen/Karlsruhe, März, 2008
- SCHÄFER K. H.: Kommunale Agenda 21 – Ziele und Indikatoren einer nachhaltigen Mobilität: Anwendung in der Praxis. Umweltbundesamt (Hrsg.), Berlin, 2005a
- SCHÄFER, K. H.: Qualitätsziele und Indikatoren für eine nachhaltige Mobilität – Anwenderleitfaden. Umweltbundesamt (Hrsg.), Berlin, 2005b
- WILCKEN, S., JANSSEN, U.: Städte im Wandel – Klimaschutz als Herausforderung und Chance für Kommunen. Klima-Bündnis (Hrsg.), Frankfurt a. M., 2006

Schriftenreihe

Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

Unterreihe „Verkehrstechnik“

2008

V 165: Ermittlung des Beitrages von Reifen-, Kupplungs-, Brems- und Fahrbahnabrieb an den PM₁₀-Emissionen von Straßen
Quass, John, Beyer, Lindermann, Kuhlbusch, Hirner, Sulkowski, Sulkowski, Hippler € 14,50

V 166: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2006 – Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen
Fitschen, Kofmann € 26,00

V 167: Schadstoffe von Bankettmaterial – Bundesweite Datenauswertung
Kocher, Brose, Siebertz € 14,50

V 168: Nutzen und Kosten nicht vollständiger Signalisierungen unter besonderer Beachtung der Verkehrssicherheit
Frost, Schulze € 15,50

V 169: Erhebungskonzepte für eine Analyse der Nutzung von alternativen Routen in übergeordneten Straßennetzen
Wermuth, Wulff € 15,50

V 170: Verbesserung der Sicherheit des Betriebspersonals in Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Bundesautobahnen
Roos, Zimmermann, Riffel, Cyra € 16,50

V 171: Pilotanwendung der Empfehlungen für die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen (ESN)
Weinert, Vengels € 17,50

V 172: Luftschadstoffe an BAB 2007
Baum, Hasskelo, Siebertz, Weidner € 13,50

V 173: Bewertungshintergrund für die Verfahren zur Charakterisierung der akustischen Eigenschaften offener Straßenbeläge
Altreuther, Beckenbauer, Männel € 13,00

V 174: Einfluss von Straßenzustand, meteorologischen Parametern und Fahrzeuggeschwindigkeit auf die PM_x-Belastung an Straßen
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.
Düring, Lohmeyer, Moldenhauer, Knörr, Kutzner, Becker, Richter, Schmidt € 29,00

V 175: Maßnahmen gegen die psychischen Belastungen des Personals des Straßenbetriebsdienstes
Fastenmeier, Eggerdinger, Goldstein € 14,50

2009

V 176: Bestimmung der vertikalen Richtcharakteristik der Schallabstrahlung von Pkw, Transportern und Lkw
Schulze, Hübel € 13,00

V 177: Sicherheitswirkung eingefräster Rüttelstreifen entlang der BAB A24
Lerner, Hegewald, Löhe, Velling € 13,50

V 178: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2007 – Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen
Fitschen € 26,00

V 179: Straßenverkehrszählung 2005: Methodik
Kathmann, Ziegler, Thomas € 15,50

V 180: Verteilung von Tausalzen auf der Fahrbahn
Hausmann € 14,50

V 181: Voraussetzungen für dynamische Wegweisung mit integrierten Stau- und Reisezeitinformationen
Hülsemann, Krems, Henning, Thiemer € 18,50

V 182: Verkehrsqualitätsstufenkonzepte für Hauptverkehrsstraßen mit straßenbündigen Stadt-/Straßenbahnkörpern
Sümmermann, Lank, Steinauer, M. Baier, R. Baier, Klemps-Kohnen € 17,00

V 183: Bewertungsverfahren für Verkehrs- und Verbindungsqualitäten von Hauptverkehrsstraßen
Lank, Sümmermann, Steinauer, Baur, Kemper, Probst, M. Baier, R. Baier, Klemps-Kohnen, Jachtmann, Hebel € 24,00

V 184: Unfallrisiko und Regelakzeptanz von Fahrradfahrern
Alrut, Bohle, Müller, Prahlow, Hacke, Lohmann € 19,00

V 185: Möglichkeiten zur schnelleren Umsetzung und Priorisierung straßenbaulicher Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit
Gerlach, Kesting, Thiemeyer € 16,00

V 186: Beurteilung der Streustoffverteilung im Winterdienst
Badelt, Moritz € 17,00

V 187: Qualitätsmanagementkonzept für den Betrieb der Verkehrsrechnerzentralen des Bundes
Kirschfink, Aretz € 16,50

2010

V 188: Stoffeinträge in den Straßenseitenraum – Reifenabrieb
Kocher, Brose, Feix, Görg, Peters, Schenker € 14,00

V 189: Einfluss von verkehrsberuhigenden Maßnahmen auf die PM₁₀-Belastung an Straßen
Düring, Lohmeyer, Pöschke, Ahrens, Bartz, Wittwer, Becker, Richter, Schmidt, Kupiainen, Pirjola, Stojiljkovic, Malinen, Portin € 16,50

V 190: Entwicklung besonderer Fahrbahnbeläge zur Beeinflussung der Geschwindigkeitswahl
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.
Lank, Steinauer, Busen € 29,50

V 191: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2008
Fitschen, Nordmann € 27,00
Dieser Bericht ist als Buch und als CD erhältlich oder kann ferner als kostenpflichtiger Download unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.

V 192: Anprall von Pkw unter großen Winkeln gegen Fahrzeugrückhaltesysteme
Gärtner, Egelhaaf € 14,00

V 193: Anprallversuche an motorradfahrerfreundlichen Schutzeinrichtungen
Klöckner € 14,50

V 194: Einbindung städtischer Verkehrsinformationen in ein regionales Verkehrsmanagement
Ansorge, Kirschfink, von der Ruhren, Hebel, Johanning € 16,50

V 195: Abwasserbehandlung an PWC-Anlagen
Londong, Meyer € 29,50
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.

V 196: Sicherheitsrelevante Aspekte der Straßenplanung
Bark, Kutschera, Baier, Klemps-Kohnen € 16,00

V 197: Zählungen des ausländischen Kraftfahrzeugverkehrs auf den Bundesautobahnen und Europastraßen 2008
Lensing € 16,50

V 198: Stoffeintrag in Straßenrandböden – Messzeitraum 2005/2006
Kocher, Brose, Chlubek, Karagüzel, Klein, Siebertz € 14,50

V 199: Stoffeintrag in Straßenrandböden – Messzeitraum 2006/2007
Kocher, Brose, Chlubek, Görg, Klein, Siebertz € 14,00

V 200: Ermittlung von Standarts für anforderungsgerechte Datenqualität bei Verkehrserhebungen
Bäumer, Hautzinger, Kathmann, Schmitz,
Sommer, Wermuth € 18,00

V 201: Quantifizierung der Sicherheitswirkungen verschiedener Bau-, Gestaltungs- und Betriebsformen auf Landstraßen
Vieten, Dohmen, Dürhager, Legge € 16,00

2011

V 202: Einfluss innerörtlicher Grünflächen und Wasserflächen auf die PM₁₀-Belastung
Endlicher, Langner, Dannenmeier, Fiedler, Herrmann,
Ohmer, Dalter, Kull, Gebhardt, Hartmann € 16,00

V 203: Bewertung von Ortsumgehungen aus Sicht der Verkehrssicherheit
Dohmen, Vieten, Kesting, Dürhager, Funke-Akbiyik € 16,50

V 204: Einfluss von Straßenrandbegrünung auf die PM₁₀-Belastung
Bracke, Reznik, Mölleken, Berteilt, Schmidt € 22,00
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.

V 205: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2009
Fitschen, Nordmann € 27,50
Dieser Bericht ist sowohl als gedrucktes Heft der Schriftenreihe als auch als CD erhältlich oder kann außerdem als kostenpflichtiger Download unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.

V 206: Sicherheitspotenzialkarten für Bundesstraßen nach den ESN
Färber, Lerner, Pöppel-Decker € 14,50

V 207: Gestaltung von Notöffnungen in transportablen Schutzeinrichtungen
Becker € 16,00

V 208: Fahrbahnquerschnitte in baulichen Engstellen von Ortsdurchfahrten
Gerlach, Breidenbach, Rudolph, Huber, Brosch, Kesting € 17,50

V 209: Stoffeintrag in Straßenrandböden - Messzeitraum 2008/2009
Beer, Surkus, Kocher € 14,50

2012

V 210: Schmale zweibahnig vierstreifige Landstraßen (RQ 21)
Maier, Berger € 18,50

V 211: Innliegende Linkseinfädungstreifen an plangleichen Knotenpunkten innerorts und im Vorfeld bebauter Gebiete
Richter, Neumann, Zierke, Seebo € 17,00

V 212: Anlagenkonzeption für Meistereigehöfte – Optimierung von Arbeitsabläufen
Schmauder, Jung, Paritschkow € 19,00

V 213: Quantifizierung von Verkehrsverlagerungen durch Baustellen an BAB
Laffont, Mahmoudi, Dohmen, Funke-Akbiyik, Vieten € 18,00

V 214: Vernetzungseignung von Brücken im Bereich von Lebensraumkorridoren
Schmellekamp, Tegethof
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 215: Stauprävention auf BAB im Winter
Kirschfink, Poschmann, Zobel, Schedler € 17,00

V 216: Verbesserung der Verkehrssicherheit auf einbahnig zweistreifigen Außerortsstraßen (AOSI)
Lippold, Weise, Jähig € 17,50

V 217: Verbesserung der Bedingungen für Fußgänger an Lichtsignalanlagen
Alrutz, Bachmann, Rudert, Angenendt, Blase,
Fohlmeister, Häckelmann € 18,50

V 218: Empfehlungen zum richtigen Aufbringen von Tausalösungen
Hausmann € 16,00

V 219: Bewältigung großer Verkehrsmengen auf Autobahnen im Winter
Roos, Zimmermann, Schulz, Riffel € 16,50

2013

V 220: Maßnahmen zur Bewältigung der besonderen psychischen Belastung des Straßenbetriebsdienstpersonals – Pilotstudie
Pöpping, Pollack, Müller € 16,00

V 221: Bemessungsverkehrsstärken auf einbahnigen Landstraßen
Arnold, Kluth, Ziegler, Thomas € 18,50

V 222: Aktualisierung des MLuS 02 – Erstellung der RLuS
Düring, Flassak, Nitzsche, Sörgel, Dünnebeil,
Rehberger € 19,50

V 223: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2010
Fitschen, Nordmann € 16,50
Dieser Bericht ist sowohl als gedrucktes Heft der Schriftenreihe als auch als CD erhältlich oder kann außerdem als kostenpflichtiger Download unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.
Arnold, Kluth, Ziegler, Thomas € 18,50

V 224: Prüfung und Bewertung von Schutzeinrichtungen der Aufhaltestufe H4b für den Einsatz auf Brücken – Teil 1 und 2
Bergerhausen, Klostermeier, Klöckner, Kübler € 19,00

V 225: Neue Technik für den Straßenbetriebsdienst – Teil 1: Neue Informations- und Kommunikationstechniken Teil 2: Autonomes Fahren für den Straßenbetriebsdienst
Holldorb, Häusler, Träger € 21,50

V 226: Bewertungsmodell für die Verkehrssicherheit von Landstraßen
Maier, Berger, Schüller, Heine € 18,00

V 227: Radpotenziale im Stadtverkehr
Baier, Schuckließ, Jachtmann, Diegmann,
Mahlau, Gässler € 17,00

Alle Berichte sind zu beziehen beim:

Carl Schünemann Verlag GmbH
Zweite Schlachtpforte 7
D-28195 Bremen
Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53
Telefax: (04 21) 3 69 03 - 48
www.schuenemann-verlag.de

Dort ist auch ein Kompletverzeichnis erhältlich.