

Wirksamkeit und Effizienz kommunaler Maßnahmen zur Einhaltung der EU-Luftqualitäts- und Umgebungslärmrichtlinie

"Luftreinhaltung und Lärminderung: Hinweise für abgestimmte Maßnahmen auf kommunaler und regionaler Ebene"

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Berlin

Wissenschaftliche Begleitung

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)

Bearbeitung

Planungsbüro Richter-Richard, Aachen/Berlin (Auftragnehmer)
Jochen Richard
Karin Schultz
Jan Schüth
Andreas Sommer

mit
Lairm Consult GmbH, Hammoor (Unterauftragnehmer)
Dr. Bernd Burandt
Kristina Dechnik

und
M.O.S.S. Computer Grafik Systeme, Taufkirchen (Unterauftragnehmer)
Helmut Stepan
Markus Braun

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Bonn (Auftraggeber)
Thomas Wehmeier

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), Berlin

Vervielfältigung

Alle Rechte vorbehalten

Zitierhinweise

BMVBS/ BBR (Hrsg.): Wirksamkeit und Effizienz kommunaler Maßnahmen zur Einhaltung der EU-Luftqualitäts- und Umgebungslärmrichtlinie.
BMVBS-Online-Publikation XX/2010.

Die vom Auftragnehmer vertretene Auffassung ist nicht unbedingt mit der der Herausgeber identisch.

ISSN XXXX

© BMVBS / BBR, Monat 2010

Ein Projekt des Forschungsprogramms Stadtverkehr (FoPS) des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR)

INHALTSVERZEICHNIS

1.	ZIEL UND AUFBAU.....	1
2.	METHODIK ZUR AUSWAHL GEEIGNETER MASSNAHMEN.....	3
2.1	MARLIS-Datenbank	3
2.2	Maßnahmen Literaturrecherche	4
2.3	Berechnung der Luftschadstoffimmissionen.....	4
3.	ZUSAMMENFASSUNG: MINDERUNGSWIRKUNG VON MASSNAHMEN AUF DIE LUFTSCHADSTOFF- UND LÄRMBELASTUNG	6
4.	BEITRAG LUFTREINHALTENDER MASSNAHMEN ZUR LÄRMMINDERUNG.....	11
4.1	Pflicht zur Minderung von Luftschadstoffen und Lärm.....	11
4.2	Abgestimmte Aufstellung von Luftreinhalte- und Lärmaktionsplänen	11
5.	MASSNAHMENEMPFEHLUNGEN.....	14
5.1	Kernmaßnahmen.....	15
5.1.1	Maßnahmen zur Verringerung des Verkehrs von Lkw und leichten Nutzfahrzeugen und deren Emissionen	15
5.1.2	Infrastrukturmaßnahmen	17
5.1.3	Ausbau Öffentlicher Nahverkehr mit Veränderung des Modal Splits (Einschränkungen im motorisierten Individualverkehr)	18
5.2	Flankierende Maßnahmen	18
5.2.1	Optimierung des innerstädtischen Lkw-Lieferverkehrs	18
5.2.2	Förderung intelligenter Verkehrssysteme.....	22
5.2.3	Aktives Mobilitätsmanagement	22
5.2.4	Zulässige Höchstgeschwindigkeit 30 km/h auf Hauptverkehrsstraßen	23
5.2.5	City-Maut	23
5.2.6	Umweltzone.....	24
5.3	Unterstützende Maßnahmen.....	24
5.3.1	Aktive Nutzung der ABC-Planungsmethode.....	25
6.	PLANUNGSEMPFEHLUNGEN	26
6.1	Grundlagen der Maßnahmenentwicklung	26
6.2	Entwicklung von Maßnahmenpaketen	27
7.	WIRKUNGSVERGLEICH MASSNAHMEN LUFTREINHALTUNG/ LÄRMMINDERUNG	32
8.	DATENMANAGEMENT	34
	ANLAGE I	36
	Verwendete Quellen.....	36
	ANLAGE II	41
	Fallbeispiele	41
1.	Auswahl und Ausgangssituation	41
2.	Hannover	41
3.	Karlsruhe.....	44
4.	Wuppertal	46
5.	Ludwigsburg	49

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 2.1:	Einteilung der Maßnahmenwirkungen in Wirkungskategorien gemäß MARLIS.....	5
Tabelle 3.1:	Vermeidung von Schadstoff- und Lärmbelastungen.....	7
Tabelle 3.2:	Verminderung von Schadstoff- und Lärmbelastungen.....	7
Tabelle 3.3:	Verlagerung von Schadstoff- und Lärmbelastungen.....	9
Tabelle 3.4:	Verringerung ausschließlich von Lärmimmissionen.....	10
Tabelle 5.1:	Maßnahmenübersicht	14
Tabelle 6.1:	Mobility Pricing	28
Tabelle 6.2:	Management Lieferverkehr.....	29
Tabelle 6.3:	Infrastruktur.....	30
Tabelle 7.1:	Maßnahmen mit hoher Lärminderungswirkung	32
Tabelle 7.2:	Lärmindernde Wirkung von Maßnahmen mit (hoher) Minderungswirkung auf die Luftbelastung.....	32
Tabelle A 2.1:	Maßnahmenpaket Hannover	42
Tabelle A 2.2:	Bewertung der Maßnahmenwirkung für das Fallbeispiel Hannover	43
Tabelle A 3.1:	Maßnahmenpaket Karlsruhe	44
Tabelle A 3.2:	Bewertung der Maßnahmenwirkung für das Fallbeispiel Karlsruhe	45
Tabelle A 4.1:	Maßnahmenpaket Wuppertal	46
Tabelle A 4.2:	Bewertung der Maßnahmenwirkung für das Fallbeispiel Wuppertal.....	47
Tabelle A 5.1:	Maßnahmenpaket Ludwigsburg.....	49
Tabelle A 6.1:	Wirkung der Maßnahmen (-kombinationen) anhand der Immissionsberechnungen.....	53

1. ZIEL UND AUFBAU

Die vom Straßenverkehr verursachten lokalen Belastungsschwerpunkte für Luft und Lärm überschneiden sich insbesondere in Großstädten in vielen Fällen. Zudem tragen viele Maßnahmen zur Minderung des Lärms und der Luftschadstoffbelastung auch zu einer Reduzierung des CO₂-Ausstoßes bei. Bisher ist dennoch vielfach zu beobachten, dass diese Umweltthemen nicht nur auf EU-Ebene sondern bis hinunter zu den für die Aufstellung der Pläne zuständigen Behörden isoliert und nicht integriert betrachtet werden. Eine effektive und letztlich auch nachhaltige Entlastung der Umwelt ist jedoch nur mit einer integrierten und vernetzten Vorgehensweise mit abgestimmten Einzelmaßnahmen zu erreichen.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt hat die Europäische Union seit 1996 Richtlinien zur Verbesserung der Luftqualität und zur Minderung des Umgebungslärms verabschiedet. Mit der Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes am 06. August 2010 wurden die Anforderungen der Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa in nationales Recht umgesetzt. Sie beinhaltet die Information der Öffentlichkeit, den Wegfall von Aktionsplänen bei Grenzwertüberschreitungen sowie die Pflicht zur Aufstellung von Luftreinhalteplänen bei der Überschreitung der Grenzwerte wie der PM_{2,5}-Feinstaub-Zielwert von 25 µg/m³ als Jahresmittelwert, der ab 2015 als Grenzwert gilt. Insbesondere der Tagesgrenzwert für Feinstaub (PM₁₀) von 50 µg/m³ und der seit dem 1. Januar 2010 geltende Jahresgrenzwert für Stickstoffdioxid (NO₂) von 40 µg/m³ werden vor allem an stark befahrenen Straßen mit Straßenschluchten überschritten und bedürfen dann eines Luftreinhalteplans. Hierdurch besteht erheblicher Handlungsbedarf.

Da die lokalen Belastungsschwerpunkte der Luft beim Straßenverkehr als Hauptverursacher zu einem großen Teil identisch sind mit den lokalen Belastungsschwerpunkten durch Lärm, ist eine integrierte Betrachtung der Umweltaspekte sinnvoll. Bisher ist jedoch zu beobachten, dass die Umweltthemen Luftreinhaltung und Lärminderung nicht nur auf EU-Ebene sondern hinunter bis zu den für die Aufstellung zuständigen Behörden isoliert und nicht integriert betrachtet werden. Eine wirkungsvolle, effektive und letztlich auch nachhaltige Entlastung der Umwelt ist jedoch nur mit integrierten und vernetzten Konzepten zu erreichen.

Wegen der Erfassung der Luftschadstoffbelastung über Messstellen wurde in bisherigen Aktionsplänen zur Luftreinhaltung häufig versucht, den durch die Messstellen punktuell nachgewiesenen Überschreitungen der Grenzwerte auch mit punktuellen Maßnahmen zu begegnen (z. B. Lkw-Durchfahrverbote im Bereich der Messstelle). Forschungsergebnisse und erste Erfahrungen aus der Praxis zeigten jedoch, dass

- punktuelle Einzelmaßnahmen in der Regel nicht zu einer ausreichenden Verringerung der Schadstoffbelastung führen,
- nur Maßnahmenbündel innerhalb abgestimmter Handlungskonzepte Effekte erreichen können.

Diesen Erkenntnissen folgte die von verschiedenen Seiten vorgebrachte Forderung [1, 2], vom bisherigen Schwerpunkt auf Einzelmaßnahmen im Umfeld von Messstationen auf integrierte Verfahrens- und Maßnahmenansätze überzugehen. Um im Rahmen dieses Vorhabens für ein solches Vorgehen Planungshinweise zu erhalten, wurden für drei Fallbeispiele in Teilräumen von 5 x 5 km idealtypische Planungskonzepte entwickelt und ihre zu erwartende Wirkung berechnet, um die Wirkung von komplexen Maßnahmenpaketen auf die Luftbelastung zu testen, ihre Auswirkungen auf die Lärminderung zu beachten und verfahrensmäßige Voraussetzungen zu beschreiben.

Die Untersuchung der Fallbeispiele gliedert sich in folgende Punkte:

- Beurteilung der Ausgangslage,
- Entwicklung von Maßnahmenkonzepten,
- Umsetzung von Maßnahmenpaketen (im Verkehrsmodell),

- Berechnung der Immissionen,
- Bewertung der Maßnahmenwirkung,
- Einschätzung der lärmindernden Wirkung.

Entsprechend den auf das jeweilige Fallbeispiel bezogenen Maßnahmenschwerpunkten wurde für die betrachteten Teilräume ein idealtypisches Handlungskonzept erarbeitet, um erreichbare Potenziale auszuschöpfen. Die ausführliche Darstellung der Fallbeispiele und der Immissionsberechnungen ist in [Anlage II](#) beigefügt. Die Berechnungen wurden mit dem Handbuch der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFa 2.1) durchgeführt, da die Veröffentlichung der neuen Version 3.1 erst in der Endphase des Forschungsvorhabens erfolgte. Da sich die neuen Emissionsfaktoren bei der Betrachtung eines längeren Zeithorizonts (z. B. bis 2020) an die alten Emissionsfaktoren annähern, sind die Berechnungen mit der alten Version fachlich vertretbar. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung als auch bei anderen Projekten hat sich gezeigt, dass das Bezugsjahr 2005 (HBEFAa 2.1) auch für die aktuelle Situation noch zu guten Übereinstimmungen mit den vorhandenen Messwerten führt. Die Relationen werden durch das neue HBEFa nicht in Frage gestellt.

Kenntnisse über das Minderungspotenzial von Maßnahmen stammen aus der von der Bundesanstalt für Straßenwesen aufgebauten MARLIS-Datenbank [1], aus einer Literaturanalyse sowie aus eigenen Immissionsberechnungen (Methodik, [Kapitel 2.](#)). [Kapitel 3.](#) gibt eine Gesamtübersicht über die Maßnahmen, über deren Wirkungsabschätzung bezüglich Luftschadstoff- und Lärmbelastung (einschließlich CO₂) sowie deren zeitliche Komponente (kurz-, mittel-, langfristige Wirksamkeit). Vor der eigentlichen Maßnahmenbeschreibung wird die Verzahnung von Lärminderungs- und Luftreinhalteplanung in [Kapitel 4.](#) erläutert. Die Maßnahmen werden anschließend nach absteigender Wirkung hinsichtlich ihres Minderungspotenzials der Luftbelastung vorgestellt ([Kapitel 5.](#)). Die Minderungswirkung auf die Lärmbelastung wird dabei jeweils eingeschätzt. In den Handlungsempfehlungen ([Kapitel 6.](#)) können die für die Aufstellung zuständigen Behörden und andere Interessierte Maßnahmen und Vorgehensweisen ableiten. Abschließend wird aus den bisherigen Kenntnissen die Schnittmenge aus luftschadstoff- und lärmindernden Maßnahmen abgebildet ([Kapitel 7.](#)). Das Thema der Datenverwaltung und -organisation rundet den Leitfadens ab ([Kapitel 8.](#)).

Die Durchführung des Forschungsprojekts wurde durch eine Lenkungsrunde begleitet, die zwei Mal getagt hat und deren Diskussion wertvolle Hinweise für die Bearbeitung ergeben hat. Sie war auch im Weiteren in die Erstellung des Leitfadens eingebunden. Die Mitglieder repräsentierten ein breites Spektrum aus Bundes- und Landesbehörden, Forschungseinrichtungen sowie Ingenieurbüros mit den Schwerpunkten Umwelt-, Stadt- und Verkehrsplanung.

Die Auswahl der Fallbeispiele erfolgte über einen Aufruf, den der Deutsche Städtetag und die Bund/ Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) unterstützt haben. Ein Dank geht ausdrücklich auch an die Mitarbeiter der Stadtverwaltungen der Beispielstädte.

2. METHODIK ZUR AUSWAHL GEEIGNETER MASSNAHMEN

Das Maßnahmenspektrum basiert auf drei unterschiedlichen Grundlagen: Ergebnisse der MARLIS-Datenbank, Literaturanalyse und eigene Immissionsberechnungen für die Beispielstädte.

2.1 MARLIS-Datenbank

Auswertungsmethodik

Für die Dokumentation bereits eingesetzter Maßnahmen zur Luftreinhaltung wurde die Datenbank "Maßnahmen zur Reinhaltung der Luft in Bezug auf Immissionen an Straßen - MARLIS" [1] ausgewertet. Diese von der Bundesanstalt für Straßenwesen bereitgestellte Datenbank enthält die Maßnahmen aus vorhandenen Luftreinhalte- und Aktionsplänen mit einer groben Bewertung der Minderungswirkung für PM10 und NO₂. Ausgewertet wurde die erste Version der Datenbank aus dem Jahr 2006.

Die Datenbank bietet die Möglichkeit, Maßnahmen zu ermitteln und je nach Datenverfügbarkeit deren verkehrliche, emissions- und immissionsseitigen Wirkungen zu beurteilen. Mit Hilfe ausgewählter Kriterien besteht für den Nutzer die Möglichkeit, eine Prioritätenreihung durchzuführen.

Bedeutung für dieses Forschungsvorhaben hat besonders die in der Datenbank enthaltene Wirkungsabschätzung. Für alle 1.404 dokumentierten Maßnahmen sind Einschätzungen der Minderungswirkung auf PM10 und NO₂ enthalten. Zur Bewertung wird eine fünfstufige Skala verwendet, auf der die Wirkungen absteigend von "1" ($\geq 10\mu\text{g}/\text{m}^3$; sehr hohe Wirkung) bis "5" (keine Wirkung) bewertet werden (siehe [Kap. 2.3](#)). Die Einschätzung erfolgt jeweils für die Einzelmaßnahme auf Grundlage von erfahrungsbezogenen Abschätzungen oder bereits durchgeführten Evaluierungen (Vorher-/ Nachher-Messungen). Damit werden für die Wirkungsabschätzung auch die ortsspezifischen Rahmenbedingungen des konkreten Einzelfalls berücksichtigt.

Sowohl für die PM10- als auch die NO₂-Minderung führt die Auswertung der Datenbank zu folgendem Ergebnis:

- Die große Mehrheit der aufgeführten Maßnahmen führt nur zu geringen oder gar keinen Veränderungen der Schadstoffbelastung.
- Nur jeweils rund ein Achtel aller betrachteten Maßnahmen lassen hohe bzw. mittlere Wirkungen erwarten.
- Gut ein Viertel der Maßnahmen kann den Wirkungsgraden sehr hohe, hohe und mittlere Wirkung zugeordnet werden.

Die Wirkungen sind für beide Schadstoffe nicht immer identisch, jedoch für PM10 und NO₂ meistens sehr ähnlich, weshalb hier nur die Abbildung für die PM10-Minderungswirkung dargestellt ist.

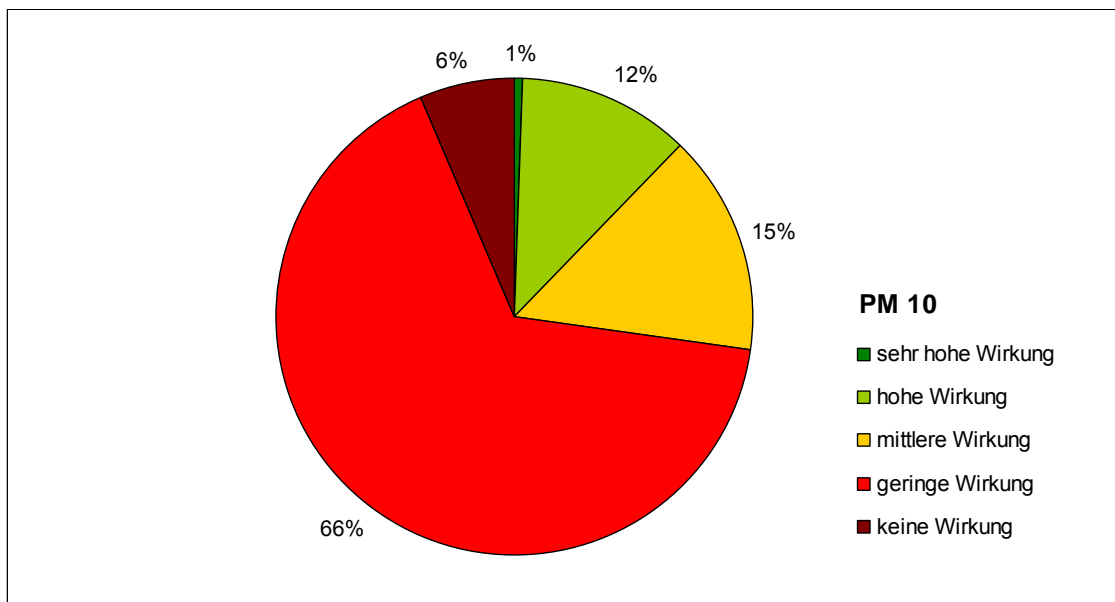


Abbildung 2.1: Wirksamkeit der Maßnahmen bezogen auf PM10 (Grundgesamtheit 1.404 Maßnahmen); Prozentangaben gerundet (Quelle: eigene Auswertungen)

2.2 Maßnahmen Literaturrecherche

Aus einer Literaturrecherche wurden weitere potenzielle Maßnahmen ermittelt, die in bestehenden Aktionsplänen bisher nicht enthalten sind. Darunter fallen insbesondere Ergebnisse aus aktuellen Forschungen sowie jüngeren Ansätzen, die im Rahmen der MARLIS-Datenbank noch nicht untersucht wurden und auch Beispiele aus dem Ausland.

Das sind vor allem neue Ansätze im städtischen Lieferverkehr (z. B. im Bereich City-Logistik, Güterstraßenbahn), neue Antriebstechniken (z. B. Motorenkonzepte und ihre Einsatzbereiche) sowie Mobilitätsmanagement und intelligente Verkehrssysteme. Konkrete Angaben zu Minderungswirkungen bezüglich der Luftschadstoff- und Lärmbelastung konnten durch die Recherche zum Teil nicht ermittelt werden (z. B. Maßnahmen in [Kap. 5.2.2](#) und [5.3](#)), weil es dazu bisher keine Erkenntnisse gibt.

2.3 Berechnung der Luftschadstoffimmissionen

Im Gegensatz zu der bisher üblichen Vorgehensweise mit Einzelmaßnahmen und nicht abgestimmten Maßnahmenkombinationen wurden für die drei Fallbeispiele stadtspezifischen Maßnahmenpakete zusammengestellt, die vorhandene Ansätze aufnahmen. Da diese Maßnahmenkombinationen so bisher nicht umgesetzt wurden, gehen die Ergebnisse als dritte Erfahrungssäule in die Empfehlungen ein. Die Stadt Ludwigsburg wurde als zusätzliches Fallbeispiel mit vereinfachter Bearbeitung (ohne eigene Immissionsberechnungen) betrachtet.

Um die Wirksamkeit der Maßnahmenbündel (Tab. A 2.1 bis A 5.1 in [Anlage II](#)) zu prüfen, wurden sie in die Verkehrsmodelle der Städte eingespeist, ohne jedoch eine Nachfrageänderung zu simulieren. Zur Grobeinschätzung, ob von den gewählten Maßnahmen überhaupt wesentliche Effekte zur Luftreinhaltung ausgehen, genügt dieses Verfahren. Im Anschluss wurden Immissionsberechnungen für die Fallbeispiele in Hannover, Karlsruhe und Wuppertal durchgeführt. Die Ermittlung der Luftschadstoffbelastung erfolgte dabei in drei Szenarien:

- Analysefall: Untersuchung des bisherigen Zustands ohne Umweltzone und ohne andere umgesetzte Maßnahmen zum Vergleich mit Messwerten zur Plausibilitätsprüfung.
- Prognose-0-Fall: Berücksichtigung bereits vorhandener Maßnahmen (z. B. Umweltzone im "Best Case", d.h. die Durchfahrt von Kraftfahrzeugen der Schadstoffgruppen 1 bis 3 ist untersagt).
- Prognose-Planfall: Berücksichtigung der im Rahmen des Forschungsvorhabens vorgeschlagenen Maßnahmenpakete.

Die berechneten Schadstoffkonzentrationen, die sich durch die im Modell berücksichtigten Straßenabschnitte ergeben, werden "Zusatzbelastungen" genannt. Für den Fall, dass die großräumigen städtischen Hintergrundbelastungen mit eingerechnet wurden, wird von "Gesamtbelastungen" gesprochen.

Die Bewertung der Maßnahmenwirkungen auf die NO₂ sowie die PM10-Belastungen erfolgt anhand von Wirkungskategorien (Tab. 2.1) analog der MARLIS-Datenbank [1 2].

Tabelle 2.1: Einteilung der Maßnahmenwirkungen in Wirkungskategorien gemäß MARLIS

Wirkungskategorie	Immissionsreduktion
1 sehr hohe Wirkung	> 10 µg/m ³
2 hohe Wirkung	5 bis 10 µg/m ³
3 mittlere Wirkung	1 bis 5 µg/m ³
4 geringe Wirkung	bis 1 µg/m ³
5 keine feststellbare Wirkung	-

Um die Wirksamkeit der Ergebnisse zu bewerten, wird als Hilfsgröße die Effektivität Eff eingeführt und wie folgt definiert:

$$Eff = \frac{AbSch}{AbDTV}$$

Eff = Effektivität

AbSch = prozentuale Abnahme der Schadstoffzusatzbelastung

AbDTV = prozentuale Abnahme des DTV

Die Effektivität sagt aus, ob eine Reduzierung des DTV die gewünschte Reduzierung der Schadstoffkonzentration bewirkt und zeigt damit, welche Faktoren eine hohe Effektivität der Maßnahmen bewirken.

Die ausführlichen Immissionsberechnungen der einzelnen Fallbeispiele sind in [Anlage II](#) zu finden.

3. ZUSAMMENFASSUNG: MINDERUNGSWIRKUNG VON MASSNAHMEN AUF DIE LUFTSCHADSTOFF- UND LÄRMBELASTUNG

Im Folgenden sind die Minderungswirkungen von Maßnahmen tabellarisch zusammengefasst. Die Beschreibung der Maßnahmen ist in [Kapitel 5](#). zu finden.

Erläuterungen der Abkürzungen

Wirkung	Luftbelastung	Lärmbelastung
Keine feststellbare Wirkung	5	+
Geringe Wirkung	4	
Mittlere Wirkung	3	++
Hohe Wirkung	2	+++
Sehr hohe Wirkung	1	

Bewertung der Luftschadstoffminderung

Minderungswirkung der Einzelmaßnahmen auf die NO₂- und PM10-Belastung gemäß MARLIS-Datenbank der Bundesanstalt für Straßenwesen [I 1, I 2]:

- 5 = keine feststellbare Wirkung,
- 4 = gering (<1 µg/m³)
- 3 = mittel (1-5 µg/m³),
- 2 = hoch (5-10 µg/m³)
- 1 = sehr hoch (>10 µg/m³)

Bewertung der Lärminderung

Minderungswirkung der Einzelmaßnahmen auf die Lärmbelastung erfolgt dreistufig:

- + = gering (<1,5 dB(A))
- ++ = mittel (1,5-3 dB(A))
- +++ = hoch (>3 dB(A))

Zeitraumen:

- k = kurzfristig,
- m = mittelfristig,
- l = langfristig

Die Maßnahmen werden nach dem abstufigen Prinzip "Vermeidung - Verminderung - Verlagerung" von Luftschadstoff- und Lärmbelastungen aufgelistet. Tabelle 3.4 enthält zusätzlich Maßnahmen, die sich ausschließlich auf die Verringerung von Lärmimmissionen beziehen.

Tabelle 3.1: Vermeidung von Schadstoff- und Lärmbelastungen														
Maßnahme Luftreinhaltung	Bewertung Luft			Zeitraumen			Minderungswirkung Lärm	Bewertung	Zeitraumen					
	PM10	NO ₂	CO ₂	k	m	l			k	m	l			
▪ Integrierte Stadt- und Verkehrsplanung	1-2	1-2	1-2			✗	<ul style="list-style-type: none"> Verkehrsmenge -30% -> -1,5 dB(A) Verkehrsmenge -50% -> -3 dB(A) Verkehrsmenge -90% -> -10 dB(A) 	++			✗			
▪ Nutzungsmischung	3-4	3-4	3-4			✗			++					
▪ Förderung Umweltverbund, Förderung multimodaler Verkehre (Kap. 5.1.3)	2-3	2-3	2-3			✗				+++				
▪ Beschränkung des Kfz-Verkehrs (Kap. 5.2.5, 5.2.6)	2-3	2-3	2-3	✗							++			
▪ Mobilitätsmanagement (Kap. 5.2.3)	4	4	3-4			✗						++		
▪ Öffentlichkeitsarbeit	5	5	5	✗	✗	✗	<ul style="list-style-type: none"> Abnahme Lkw-Anteil (Stadtstraßen) von 10 auf 5 % -> -1,8 dB(A) Reduktion Lkw-Anteil (Stadtstraßen) von 10 auf 1% -> -3 dB(A) Faustformel: Die Reduktion einer Lkw-Fahrt entspricht der Minderung um ca. 10 Pkw-Fahrten 		✗	✗				
▪ Verringerung Lkw-Verkehr (Kap. 5.1.1), Förderung Schienengüterverkehr (Kap. 5.2.1)	2-3	2-3	2-3		✗	✗		++						
▪ Gleisanschlussverkehr	2-3	3-4	3-4						++					
▪ dezentrale Güterverkehrszentren	2-3	3-4	3-4							++				
▪ City-Logistik (Kap. 5.2.1)	2-3	3-4	3-4											

Tabelle 3.2: Verminderung von Schadstoff- und Lärmbelastungen													
Maßnahme	Bewertung Luft			Zeitraumen Luft			Minderung Lärm	Bewertung Lärm	Zeitraumen Lärm				
	PM10	NO ₂	CO ₂	k	m	l			k	m	l		
▪ Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit (Kap. 5.2.4)	3-4	3-4	2	✗			<ul style="list-style-type: none"> Reduktion von 130 auf 100 km/h (Autobahn) → -2 bis -2,5 dB(A) Reduktion von 130 auf 80 km/h (Autobahn) → -4 dB(A) Reduktion von 50 auf 30 km/h → -2,4 dB(A) Bei Ergänzung von Tempo 30-Zonen um bauliche Maßnahmen entspricht, Reduktion von 40 auf 30 km/h → -1,2 dB(A) 	++	✗	✗			
▪ verkehrsberuhigte Gestaltung von Straßen (Kap. 5.3)	3	3	2	✗	✗				+				
▪ Signalschaltungen ("Grüne Welle") (Kap. 5.3)	3	3	2	✗	✗					++		✗	✗
▪ Straßenum- und -rückbau (Kap. 5.1.2)	3-4	3-4	2	✗	✗	✗					+		
▪ Ausbau von ausreichend dimensionierten Parkstreifen (Kap. 5.3)	4-5	4-5	4-5	✗			+						
▪ gesonderte Linksabbiegefahrstreifen oder Verbot des Linksabbiegens	4-5	4-5	4-5	✗				+					
▪ Sanierung schadhafte Fahrbahndecke	5	5	5	✗	✗	✗	+		✗	✗			

Tabelle 3.2: Verminderung von Schadstoff- und Lärmbelastungen

Maßnahme	Bewertung Luft			Zeitraumen Luft			Minderung Lärm	Bewertung Lärm	Zeitraumen Lärm		
	PM10	NO ₂	CO ₂	k	m	l			k	m	l
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geschwindigkeitsbeschränkungen auf Pflasterbelägen 	4-5	4-5	3	x	x	x	Fahrbahnsanierung → -0,5 bis -1,5 dB(A)				
<ul style="list-style-type: none"> ▪ leise Pflasterbeläge 	5	5	5	x	x	x	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Split-Mastix-Belag (SMA) geg. Asphaltbeton → -2 dB(A) 	++			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Austausch Pflasterbeläge gegen Asphalt 	5	5	5	x	x	x	<ul style="list-style-type: none"> ▪ offenporige Deckschicht > 50 km/h: Pkw → -5 bis -8 dB(A), Lkw → -4 bis -5 dB(A) 	+++ / ++			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einsatz besonders leiser Asphaltbeläge 	4-5	4-5	4-5	x	x	x	<ul style="list-style-type: none"> ▪ semidichte Beläge AC MR 4/8 (Schweizer Belag) gegenüber Asphaltbeton → -3 dB(A) 	+++			
							<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ersatz Asphaltbeton durch "Düsseldorfer Asphalt" < 50 km/h bis zu -4 dB(A) 	++			
							<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gummiasphalt, teilweise erprobt 	+++			
							<ul style="list-style-type: none"> ▪ unebenes Pflaster von 50 auf 30 km/h → -3 dB(A) 	k.A.			
							<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ersatz unebenes Pflaster durch SMA bei 50 km/h → -3 bis -7 dB(A) 	++			
								+++ / ++			

Tabelle 3.3: Verlagerung von Schadstoff- und Lärmbelastungen												
Maßnahme	Bewertung Luft			Zeitraumen Luft			Minderung Lärm	Bewertung Lärm	Zeitraumen Lärm			
	PM10	NO ₂	CO ₂	k	m	l			k	m	l	
▪ Hierarchisierung des Netzes mit entsprechender Straßengestaltung	3-4	3-4	3-4		✗	✗	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verkehrsmenge -30% → -1,5 dB(A) ▪ Verkehrsmenge -50% → -3 dB(A) ▪ Verkehrsmenge -90% → -10 dB(A) 	++			✗	
▪ steuernde und lenkende Maßnahmen (Kap. 5.2.1)	3-4	3-4	3-4	✗	✗							++
▪ Ortsumfahrungen, Entlastungsstraßen(*) (Kap. 5.1.2)	2-3	2-3	5		✗	✗						+++
▪ Rück-/Umbau von Straßen (Kap. 5.1.3)	3-4	3-4	3-4	✗	✗	✗						
▪ Gebietsbezogene Verkehrsverbote/ -beschränkungen (Kap. 5.2.5, 5.2.6)	3-4	3-4	3-4	✗			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reduktion Lkw-Anteil Stadtstraßen von 10 auf 0 % → -5,1 dB(A) ▪ Reduktion Lkw-Anteil Stadtstraßen von 5 auf 0 % → -3,3 dB(A) ▪ Verbot von schweren Nutzfahrzeugen → -1 dB(A) 	+++	✗	✗		
▪ Vorzugsrouten (Kap. 5.2.1)	3-4	3-4	3-4	✗								+++
▪ Lenkung des Lkw-Verkehrs (Kap. 5.2.1)	3-4	3-4	3-4	✗								+

Tabelle 3.4: Verringerung ausschließlich von Lärmimmissionen						
Maßnahme	Wirkung	Minderung	Bewertung Lärm	Zeitraumen Lärm		
				k	m	l
Schallabschirmung						
<ul style="list-style-type: none"> Wände, Wälle, Lärmschutzbauung, Troglagen, Tunnel, Einhausungen 	<ul style="list-style-type: none"> Abschirmung in der Schallausbreitung 	<ul style="list-style-type: none"> Einhausungen/ Tunnel → Beseitigung der Lärmquelle Lärmschutzwände / -wälle → -5 bis -15 dB(A) 	+++			×
Vergrößerung Abstand Emissionsort - Immissionsort						
<ul style="list-style-type: none"> Veränderte Aufteilung von Straßenquerschnitten, Rückbau überbreiter Straßen, Anlegen von Schutz-, Park- oder Grünstreifen 	<ul style="list-style-type: none"> Vergrößerung des Abstandes zwischen Geräuschquelle und Immissionsort 	<ul style="list-style-type: none"> Faustformel: Verdoppelung des Abstandes zwischen Geräuschquelle und Immissionsort → -3 dB(A) Abrücken um eine Fahrbahnbreite von 12 auf 15 m → -0,5 bis -1,0 dB(A) Abrücken von 10 auf 15 m → -2 dB(A) Abrücken von 10 auf 20 m → -4 dB(A) 	+			×
			++			
			+++			
Schalldämmung von Außenbauteilen						
<ul style="list-style-type: none"> Schallschutzfenster, gedämmte Belüftung, gedämmte Rollladenkästen 	<ul style="list-style-type: none"> Verbesserte Schalldämmung der Außenbauteile schützenswerter Räume; keine Minderung des Außenpegels 	<ul style="list-style-type: none"> Schallschutzfensterklasse 1 - > Schalldämmmaß -25 bis -29 dB bis Schallschutzfensterklasse 6 → Schalldämmmaß 50 dB 	+++	×	×	
<ul style="list-style-type: none"> Verglasung von Balkonen, Terrassen oder Laubengängen 	<ul style="list-style-type: none"> Verbesserte Schalldämmung der Außenbauteile; keine Minderung des Außenpegels 	<ul style="list-style-type: none"> Je nach Bautyp → -5 bis -15 dB 	+++		×	×
<ul style="list-style-type: none"> Absorbierende Fassaden 	<ul style="list-style-type: none"> Verbesserte Schalldämmung der Außenbauteile, Gliederung der Fassade 	<ul style="list-style-type: none"> Je nach baulicher Ausbildung → -2 bis -5 dB 	+++ / ++		×	×

4. BEITRAG LUFTREINHALTENDER MASSNAHMEN ZUR LÄRM-MINDERUNG

4.1 Pflicht zur Minderung von Luftschadstoffen und Lärm

Das Europäische Parlament bestimmt mit seinen Richtlinien in immer stärkerem Maße den nationalen Handlungsspielraum. Dies betrifft auch die Umweltgesetzgebung und hier in jüngster Zeit vor allem die "Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm" [3], kurz Umgebungslärmrichtlinie, und die "Richtlinie 2008/50/EG vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa" [3], kurz Luftqualitätsrichtlinie, deren Grenzwerte seit 2010 gelten und in nationales Recht umzusetzen sind.

Der Inhalt der neuen Luftqualitätsrichtlinie [4] wird gelegentlich so interpretiert, dass die EU die Einhaltung der Grenzwerte für Luftschadstoffe aufgeweicht habe. Diese Auffassung ist falsch. Die Richtlinie sagt explizit, dass in Gebieten mit besonders schwierigen Bedingungen die Frist zur Einhaltung der Luftqualitätsgrenzwerte nur verlängert werden kann, wenn "*trotz der Anwendung geeigneter Maßnahmen zur Verringerung der Verschmutzung*" weiterhin akute Probleme hinsichtlich der Einhaltung bestehen. Die Verlängerung ist ausdrücklich gebunden an einen "*umfassenden, von der Kommission zu beurteilenden Plan*", der "*die Einhaltung innerhalb der Verlängerungsfrist*" gewährleistet. Eine Fristverlängerung gibt es also nur für den, der bereits Maßnahmen ergriffen hat und weiterhin sicherstellt, dass die Einhaltung der Luftqualitätsgrenzwerte angestrebt wird.

Es bietet sich zwangsläufig an, Luftqualitäts- und Lärmminderungsplanungen aufeinander abgestimmt aufzustellen. Eine zeitgleiche Aufstellung ist aufgrund der Terminvorgaben der EU schwierig, so dass vor allem die Maßnahmenkonzepte aufeinander abgestimmt werden sollten, um Synergieeffekte zu nutzen und kontraproduktive Maßnahmen möglichst zu vermeiden.

4.2 Abgestimmte Aufstellung von Luftreinhalte- und Lärmaktionsplänen

Bisher ist die integrierte Bearbeitung von Luftreinhalte- und Lärmaktionsplänen die Ausnahme. Die Ursache liegt in der zeitlich versetzten Bearbeitung beider Pläne, unterschiedlichen Zuständigkeiten von Behörden in den einzelnen Bundesländern (Kommune/ Mittelbehörde/ Landesministerium), teilweise auch in unterschiedlichen fachlichen Verantwortungen innerhalb der zuständigen Behörde.

Beide Planungsinstrumente im Zusammenhang zu sehen, liegt dagegen aus verschiedenen Gründen nahe:

- Lärminderung und Luftreinhaltung dienen dem gleichen Ziel, nämlich der Gesundheitsvorsorge und der Erhaltung einer lebenswerten Umwelt. Die beiden Planungsinstrumente dürfen deshalb keine konkurrierenden Instrumente sein (sie würden ja um das gleiche Gut konkurrieren), sondern müssen abgestimmt ineinander greifen.
- Die getrennte Durchführung beider Pläne führt dazu, dass der jeweils "Erste" Bindungen für den "Zweiten" schafft, diesen also bei einer unabgestimmten Vorgehensweise möglicherweise in seiner Effizienz einschränkt.
- Der weitaus größte Teil der denkbaren Minderungsmaßnahmen dient der Entlastung bei Luft und Lärm oder ist für jeweils eine Quelle neutral. Dies erleichtert einerseits den Rechtfertigungsbedarf für bestimmte Maßnahmen und kann zudem Einfluss auf die Prioritätensetzung haben, indem Maßnahmen, die in beiden Bereichen eine Ent-

lastungswirkung erzeugen, eine höhere Priorität erhalten, sofern keine Ausschließlichkeitskriterien (wie z. B. reale Gesundheitsgefährdungen) greifen.

- Die gleichzeitige Information und Mitwirkung der Öffentlichkeit zu beiden Planwerken führt zu einer klaren Strukturierung und überfordert die Mitwirkungsbereitschaft der Bürger nicht durch dicht aufeinander folgende Verfahren zu ähnlichen Fragestellungen.

In der Luftreinhaltung lösen einzelne Messstationen bei Überschreitung der Grenzwerte die Pflicht zum Handeln aus, während Lärmaktionspläne bei der Feststellung von Lärmproblemen aufzustellen sind, die in der Regel an Auslösewerten festgemacht werden. Die Nutzung von Synergieeffekten wird hierdurch weitgehend unterbunden, unnötige Maßnahmen oder überzogene Eingriffe in das Verkehrsgeschehen können die Folge sein. Die Empfehlung lautet deshalb nicht zuletzt aufgrund der Ergebnisse dieses Forschungsvorhabens in Gemeinden mit hohen Luftbelastungen parallel zu den strategischen Lärmkarten auch die Luftbelastung zumindest für die kritischen Straßenabschnitte zu berechnen.

Es gibt erhebliche räumliche Überschneidungen zwischen Lärminderung und Luftreinhaltung. Hierin liegt ein hohes Synergiepotenzial. Kombinierte Luftreinhaltung-/ Lärmaktionspläne sind deshalb fachlich und ökonomisch sinnvoll.

Grundsätzlich wäre zudem zu wünschen, dass für die Luftreinhaltung- und Lärmaktionspläne sowohl die gleiche Definition für Ballungsräume gelten und auch die gleichen Behörden zuständig sind.

Aus den bisherigen Erfahrungen können folgende Hinweise und Anmerkungen für die gemeinsame Aufstellung gegeben werden:

- Für die zweite Phase der Luftreinhaltungspläne (ab 2010) bzw. Lärmaktionspläne (bis 2013) sollten deshalb die zuständigen Behörden die Zeitpläne beider Instrumente so strecken bzw. komprimieren, dass eine integrierte Bearbeitung möglich ist, um Kosten zu sparen.
- Der Aufwand für die Berechnung der Schadstoffbelastung ist wegen der notwendigen meteorologischen Daten höher als für die Berechnung strategischer Lärmkarten. Die übrigen Daten sind weitgehend identisch, so dass bei einer gemeinsamen Erhebung und Bereitstellung wesentlich Kosten gespart werden. Sofern die neuen, EU-weiten Lärmberechnungsmethoden auch die meteorologischen Daten in die Lärmberechnungen einfließen lassen, wäre der Synergieeffekt noch höher.
- Die Luftschadstoffbelastung ist oft von außen beeinflusst (Ferntransport, Hintergrundbelastung). Kleinräumige Luftschadstoffbelastungen stammen primär aus dem Straßenverkehr. Die lokale Quelle der Luft- und Lärmbelastung ist in der Regel der Straßenverkehr. Lärmbelastungen sind generell kleinräumig.
- Maßnahmen zur Luftschadstoffminderung dienen in der Regel auch der Lärminderung.
- Minderungsmaßnahmen für beide Bereiche basieren primär auf ordnungspolitischen Maßnahmen (Tempo 30, Lkw-Beschränkungen), straßenraumgestalterischen Maßnahmen (Abstandsvergrößerung Emissions-/ Immissionsort, Verstetigung von Verkehr bei niedriger Geschwindigkeit) und Verkehrsvermeidungs- und Verkehrsverminderungskonzepten.
- Die verkehrlichen und städtebaulichen Maßnahmen des Lärmaktionsplans wirken sich in der Regel auch verbessernd auf die Luftqualität aus (Ausnahme: Bündelung von Verkehren auf Vorrangnetze mit Schließung von Baulücken).

- Die Grenzwerte für den Luftqualitätsplan haben im deutschen Recht einen höheren rechtlichen Stellenwert (Gefahrenabwehr) als die Auslösewerte für Lärmaktionspläne.

Empfohlen werden können folgende Handlungsgrundsätze für eine erfolgreiche Umsetzung von Luftqualitäts- und Lärmaktionsplänen [5]:

- Die Aufstellung der beiden Planwerke ist kein "einmaliger Schöpfungsakt" sondern vielmehr ein Planungsprozess. Diese prozessorientierte Bearbeitung ermöglicht Abstimmungsprozesse zwischen den Planungsbeteiligten und eröffnet zudem die Möglichkeit, die Ergebnisse während des Planungsprozesses zu reflektieren.
- Die in den Kommunen anzutreffenden unterschiedlichen Rahmenbedingungen schließen den Einsatz standardisierter Verfahren aus. Vielmehr erweisen sich die Vorgehensweisen als besonders erfolgreich, die an die kommunalen Rahmenbedingungen angepasst wurden. Einen hohen Anpassungsbedarf erzeugen insbesondere die Stadtgröße, der Prozessstand zu verknüpfender Planungen, die lokalen Planungserfordernisse und die kommunale Planungskultur.
- Die Wahrung eines hohen Umsetzungsbezugs in der Aufstellungsphase ist wesentlich für den Erfolg. So ist die technische, rechtliche und finanzielle Umsetzbarkeit der Maßnahmen bereits bei der Planaufstellung zu prüfen. Vernachlässigte Inhalte müssen sonst im Umsetzungsprozess nachgeholt werden. Umsetzungsorientierte Luftqualitäts- und Lärmaktionspläne orientieren sich vorrangig an dem erreichbaren Nutzen und nicht alleine an den rechtlichen Notwendigkeiten.

Für die Umsetzungsphase bietet sich eine Doppelstrategie an. Zum einem sind die Planwerke entsprechend den gesetzten Prioritäten systematisch umzusetzen, zum anderen sind sich spontan bietende Umsetzungschancen (günstige Politik- und Zeitfenster) durch Anpassung der Prioritäten konsequent zu nutzen. Es hat sich bewährt, den Umsetzungsprozess fachlich zu begleiten. Die Realisierung der Maßnahmen sollte nicht einfach an die "Bauämter" delegiert, sondern weiterhin durch die federführende Verwaltungsstelle begleitet werden. Die im Rahmen der Lärmminde-
rungsplanung aufgebauten Kontakte zu den Akteuren aus Verwaltung, Politik und Öffentlichkeit können hierzu genutzt werden.

Die Umsetzung der einzelnen Planungsinstrumente erfordert jeweils eine intensive Informations- und Mitwirkungsphase der Öffentlichkeit. Diese in kurzen Abständen hintereinander für die Luftreinhalte- und Lärmaktionspläne durchzuführen, ist weder verfahrenstechnisch sinnvoll, noch kann von den Betroffenen eine dauerhafte Bereitschaft erwartet werden, sich in solche Verfahren einzubringen. Die Mitwirkungsphase sollte möglichst weit gefasst werden, um eine umfassende Information und damit auch eine erhöhte Akzeptanz der Maßnahmen zu erreichen. Die Beteiligung sollte zumindest folgende Ziele erreichen:

- verwaltungsinterne Kommunikation und Abstimmung,
- Beteiligung der Träger öffentlicher Belange sofern sie von den Planwerken betroffen sind (insbesondere Straßenbaulastträger, Verkehrsbehörde, Fördergeber),
- Einbeziehung von lokalen Schlüsselpersonen und Experten und schließlich
- die Information und Mitwirkung der allgemeinen Öffentlichkeit.

5. MASSNAHMENEMPFEHLUNGEN

Eine Kombination aus Kernmaßnahmen mit hohem Wirkungsgrad und dazu als Hebel passenden flankierenden und unterstützenden, in der Regel eher weniger wirksamen Einzelmaßnahmen ist nach derzeitigem Stand der Kenntnisse die wirkungsvollste Vorgehensweise für eine spürbare Reduzierung der Luftschadstoffbelastung. Als Empfehlung für die Zusammenstellung geeigneter Maßnahmenpakete werden nachfolgend (Tab. 5.1) die Maßnahmen absteigend entsprechend ihrer zu erwartenden Wirkung vorgestellt. Grundlage der Zuordnung sind die aus der MARLIS-Datenbank, der Literaturrecherche und den Immissionsberechnungen gewonnenen Erkenntnisse über das Minderungspotenzial der einzelnen Maßnahmen.

Tabelle 5.1: Maßnahmenübersicht

5.1 Kernmaßnahmen (hohes Wirkungspotenzial)

5.1.1 Maßnahmen zur Verringerung des Verkehrs von Lkw und leichten Nutzfahrzeugen und deren Emissionen

- Erneuerung der Fahrzeugflotte
 - Reduzierung des Schadstoffausstoßes von Lkw und leichten Nutzfahrzeugen
 - Beschleunigung des Flottenaustausches
 - Verschärfung der Regelungen der Umweltzonen für Lkw
- Großräumige Lkw-Fahrverbote

5.1.2 Infrastrukturmaßnahmen

- Bau von Ortsumfahrungen/ Netzergänzungen mit Straßenrückbau
- Ausbau Öffentlicher Nahverkehr mit Veränderung des Modal Splits

5.1.3 Förderung des Umweltverbundes mit Veränderung des Modal Splits (Einschränkungen im motorisierten Individualverkehr)

5.2 Flankierende Maßnahmen (geringeres Wirkungspotenzial, Unterstützung der Kernmaßnahmen)

5.2.1 Optimierung des innerstädtischen Lieferverkehrs

- Neue Konzepte der City-Logistik
- (Virtuelles) Güterverkehrszentrum
- Routenauswahl und Leitsystem zur Lkw-Lenkung
- E-Mobilität: Güterstraßenbahn und Elektrofahrzeuge

5.2.2 Förderung intelligenter Verkehrssysteme

5.2.3 Mobilitätsmanagement

5.2.4 Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 30 km/h auf Hauptverkehrsstraßen

5.2.5 City-Maut

5.2.6 Umweltzonen (Einfahrt nur mit grüner Plakette)

5.3 Unterstützende Maßnahmen (geringes Wirkungspotenzial, Unterstützung von Kern- und flankierenden Maßnahmen)

- Fahrbahnmarkierung, Fahrbahnqualität
- Kreisverkehr,
- Park+Ride, Bike+Ride,
- Verkehrsberuhigung,
- Pfortnerampel, Grüne Welle, sonstige LSA-Steuerung,
- Zeitenoptimierung der Abfallsammlung,
- Parkraumbewirtschaftung,
- Begrünung,
- Kontrollen,
- grundsätzlich die Maßnahmenkategorien in den Bereichen Fuß-/ Radverkehr

5.3.1 Aktiver Einsatz der ABC-Planungsmethode

Die in Kapitel 5.1 bis 5.3 vorgestellten Maßnahmen (Empfehlungen in **Fettdruck**) haben sowohl auf die Verbesserung der Luftqualität als auch der Lärmsituation positive Wirkungen. Es gibt nur wenige kontraproduktive Potenziale, die nur dem einen Instrument nützen und dem anderen schaden. Dieser Effekt kann beispielsweise bei Baulückenschließungen oder Lärmschutzwänden vorkommen. Einerseits werden die Lärmimmissionen effektiv verringert, doch kann andererseits die Blockierung von Frischluftschneisen bei unsachgemäßer Planung zur Verschlechterung der Luftqualität führen. Auch dieser Aspekt verdeutlicht einmal mehr die Notwendigkeit eines integrierten Vorgehens (inhaltlich und verfahrensmäßig).

5.1 Kernmaßnahmen

Die Kernmaßnahmen besitzen das höchste Wirkungspotenzial. Sie sind damit für eine effektive Reduzierung der Luftbelastung die strategisch bedeutendsten Maßnahmen in einem Maßnahmenpaket.

5.1.1 Maßnahmen zur Verringerung des Verkehrs von Lkw und leichten Nutzfahrzeugen und deren Emissionen

Der Lkw-Verkehr bestimmt die Emissionen der Schadstoffe NO₂ und PM10. Er ist damit die maßgebliche Größe für die Schadstoffbelastung im Bereich Straßenverkehr, so dass eine deutliche Reduzierung von NO₂ und PM10 vor allem mit auf den Lkw-Verkehr zielenden Maßnahmen erreicht werden kann. Maßnahmen im Bereich des Pkw-Verkehrs können diesen Effekt verstärken: Wenn nur die Anzahl der Pkw reduziert werden kann, ergibt sich eine größere Wirkung auf die Veränderung der NO₂-Zusatzbelastung bei einem relativ niedrigen Lkw-Anteil, während im Umkehrschluss bei einem hohen Lkw-Anteil eine Verringerung der Anzahl der Pkw sich nur relativ gering auf eine Verringerung der NO₂-Zusatzbelastung auswirkt.

Im Stadtverkehr dominieren leichte Nutzfahrzeuge (Fahrzeuge bis 3,5 t). Schwere Nutzfahrzeuge (Lastwagen >7,5 t und Lastenzüge > 12 t zul. GG) sind im Stadtverkehr zwar eher selten. Ein zentraler Ansatz ist deshalb eine Reduzierung der durch Lkw und leichte Nutzfahrzeuge ausgestoßenen Schadstoffe, was in doppelter Hinsicht wünschenswerte Effekte erzielt:

- Beitrag zur NO₂-, PM10- und CO₂-Minderung,
- Beitrag zur Lärminderung (der Lärm eines Lkw entspricht dem Lärm von mindestens 10 Pkw).

Reduzierung des Schadstoffausstoßes von Lkw und leichten Nutzfahrzeugen

Kommunen sollten als Vorbildfunktion den eigenen Fuhrpark vorzeitig gemäß umweltfreundlichster Abgasstandards ausrüsten, auch wenn die EU erst für 2014 plant, die EURO V durch die EURO VI-Norm abzulösen. Mit der EURO VI-Norm will die Europäische Kommission den Ausstoß von Stickoxiden und Rußpartikeln bei Lkw und Bussen weiter verringern. Auch zukünftig sollte über die EURO-Normen der zulässige Schadstoffausstoß von Lkw und vor allem leichten Nutzfahrzeugen schrittweise weiter reduziert (EURO VII) werden. [1 3]

Neue emissionsarme leichte Nutzfahrzeuge und Lkw sollten auch grundsätzlich mit relativ leisen Reifen ausgestattet werden. Nur dann trägt diese Maßnahme auch zur Lärminderung bei. Das Lärminderungspotenzial leiser Reifen gegenüber handelsüblich eingebauten Reifen liegt für leichte Nutzfahrzeuge zwischen 2,5 dB(A) und 5,5 dB(A). [1 4]

Beschleunigung des Flottenaustauschs

Für den Flottenaustausch bei Linienbussen steht beispielsweise mit der Hybrid-Technologie eine verfügbare und zukunftsweisende Technologie zur Verfügung, die die erzeugten Schadstoffemissionen erheblich reduziert. Es sollten deshalb verstärkt Anreize zur Beschaffung der besten verfügbaren Bustechnik geschaffen werden.

Der Stadtverkehr bietet mit seinem besonderen Fahrprofil (kurze Strecken, häufige Verzögerungs- und Beschleunigungsvorgänge) optimale Voraussetzungen für den Einsatz von Hybridfahrzeugen im Bereich Linien- (Busse) und auch Lieferverkehr (leichte Nutzfahrzeuge). Während beim konventionellen Antrieb (Verbrennungsmotor) die Bremsenergie in Wärme umgewandelt wird und dabei ungenutzt bleibt, speichert ein Hybridfahrzeug die Bremsenergie und nutzt sie nach ihrer Umwandlung für elektrisch angetriebenes Anfahren. Mit dem Einsatz dieser Technik im Linienverkehr werden an Haltestellen wartende Fahrgäste von Abgasen weitgehend verschont. Neue Stadtbusse werden in fünf Jahren ausschließlich mit Hybridtechnik ausgestattet sein [16, 17]. Der Einsatz der Hybridtechnologie macht ebenfalls für Transportaufgaben im städtischen Lieferverkehr Sinn, da auch hierbei regelmäßige Verzögerungs- und Beschleunigungsvorgänge stattfinden.

Prognosen gehen dennoch davon aus, dass trotz des Flottenwechsels die heute am stärksten betroffenen Messstellen auch 2020 die ab 2010 geltenden Grenzwerte noch überschreiten werden. Bis 2015 wird erst etwa die Hälfte der betroffenen Messstellen allein durch die fortschreitende Motorentechnik die geforderten Werte unterschreiten. Für hoch belastete Bereiche stellen verschärfte Normen alleine keine Lösung dar. [6]

Hybridfahrzeuge leisten auch einen Beitrag zur Lärminderung, da die bei Verbrennungsmotoren geräuschintensiven Anfahrvorgänge durch den elektrischen Antrieb wesentlich leiser ausfallen.

Best Practice:

Der Verkehrsverbund Rhein-Ruhr (VRR) fördert die Anschaffung von 22 umweltfreundlichen Hybridbussen im gesamten Verbundraum, die insbesondere in stark belasteten Innenstadtgebieten in Umweltzonen eingesetzt werden sollen. Damit unterstützt der VRR die Region Rhein-Ruhr als Modellregion Elektromobilität. [18]

Es gibt am Markt bereits Lkw mit 41 % weniger Stickoxid- und 46 % weniger Partikelaußstoß. [19]

Verschärfung der Umweltzonen für Lkw

Kommunen sollten Lkw der Schadstoffgruppe 3 (und schlechter) möglichst umgehend aus Umweltzonen ausschließen. Reaktionen darauf gibt es z. B. beim Fahrzeugverleih, wo bereits Fahrzeuge bis 7,5 Tonnen angeboten werden, die die Anforderungen der Euro-5-Norm erfüllen und uneingeschränkt Umweltzonen befahren dürfen. [10] Zwangsläufig wirkt auch außerhalb der Umweltzone der Einsatz emissionsmindernder Fahrzeugtechnik entlastend.

Umweltzonen werden primär zur Reduzierung der Luftschadstoffbelastung eingesetzt. Ein direkter Bezug zur Lärminderung besteht bei der Ausweisung nicht. Da Umweltzonen jedoch auch einen Beitrag zum beschleunigten Flottenaustausch leisten, kann indirekt auch eine Verringerung der Lärmbelastung erreicht werden (s.o. Erneuerung der Fahrzeugflotte).

Großräumige Lkw-Fahrverbote

Lokale Effekte können je nach Topografie und bestehender Straßeninfrastruktur durch großräumige Lkw-Durchfahrverbote erreicht werden. In Absprache mit Akteuren aus Wirtschaft und Logistik muss solch eine restriktive Maßnahme mit der Aufstellung eines Positiv-Netzes (wo Lkw

fahren dürfen) einhergehen (siehe auch Kapitel Routenwahl und Leitsystem zur Lkw-Lenkung). Trotzdem muss die Einhaltung von Lkw-Verboten überwacht werden, denn die Wirksamkeit von verkehrlichen Maßnahmen auf die Luftschadstoffbelastung hängt ganz wesentlich davon ab, ob und wie stark der Schwerverkehr reduziert wird (siehe Anlage II, [Beispiel Karlsruhe](#)).

Best Practice:

In Stuttgart betrug die PM10-Minderung durch das Lkw-Durchfahrverbot 8-10 % [1].

Auch für die Verbesserung der Lärmsituation ist die Reduzierung des Lkw-Aufkommens maßgeblich. Bei einer Reduzierung des Lkw-Anteils von 10 % auf 1 % beträgt die Lärminderung 3 dB(A) - eine Halbierung des Lärms (Schalleistung).

5.1.2 Infrastrukturmaßnahmen

Bau von Ortsumfahrungen/ Netzergänzungen mit Straßenrückbau

Im Bereich der Infrastruktur kommt neben dem Bau von Ortsumfahrungen auch der Ausbau von bestehenden Straßen in Betracht, um Ortsdurchfahrten zu entlasten. Fallbeispiele zeigen jedoch für solche Fälle sehr unterschiedliche Werte für den Rückgang der Immissionen:

- Bei einer Lenkung eines wesentlichen Anteils des durch Pleidelsheim fahrenden Verkehrs über die A 81 (Bau eines Halbanchlusses) könnte bei gleichzeitigem Rückbau der Ortsdurchfahrt eine PM10-Minderung von rund 11 % erreicht werden. Für NO₂ würde der Rückgang bei knapp 18 % liegen. Für das weiter nördlich von Pleidelsheim liegende Ilfeld ergäbe sich durch den Bau einer Ortsumfahrung sogar eine Minderungen von 27 % (PM10) und 24 % (NO₂). [1]
- In Augsburg ergaben sich nach dem Rückbau einer Durchgangsstraße und dem Ausbau von Ring- und Ausfallstraßen 20-50 % weniger Kfz-Verkehr. [1]
- In [Wuppertal](#) (>350.000 Einwohner) konnte das Verkehrsaufkommen durch den simulierten Lückenschluss der Südumfahrung und gleichzeitigem Straßenrückbau um knapp 2 % reduziert werden. Die Minderungswirkung auf PM10 und NO₂ ist damit eher gering.

Die Immissionsberechnungen deuten darauf hin, **dass diese Maßnahmenkombination (Umfahrung + innerörtlicher Straßenrückbau) ihre größte Wirkung vor allem in Mittel- und Kleinstädten mit hohem Durchgangsverkehrsanteil entwickelt bzw. flankierende Maßnahmen notwendig sind.**

Ortsumfahrungen entlasten zwar den lokalen kommunalen Bereich, die darauf verlagerten Verkehre erhöhen jedoch die Hintergrundbelastung. Die ermittelten Verbesserungen dürften sich somit etwas relativieren.

Wie die Minderung der Luftschadstoffe ist auch die Lärminderung von der Reduzierung der Verkehrsmenge abhängig. Ein großes Minderungspotenzial besteht dort, wo der Durchgangsverkehr dominiert und somit mit deutlichen Verlagerungseffekten gerechnet werden kann. Zusätzliche Minderungswirkungen werden durch Straßenumbau und -rückbau (niedrigere Geschwindigkeiten mit Verstetigung) erzielt. Das Minderungspotenzial kann je nach Ausgangslage >3 dB(A) sein.

5.1.3 Ausbau Öffentlicher Nahverkehr mit Veränderung des Modal Splits (Einschränkungen im motorisierten Individualverkehr)

Ein Blick ins Ausland, und hier insbesondere nach Frankreich und Spanien, zeigt Beispiele für eine umfassende Förderung des öffentlichen Verkehrs, die vielfach über die reine Verkehrsplanung hinausgeht und vielfach Teil der Stadtentwicklungs- bzw. Stadterneuerungspolitik ist. Im Vergleich mit Deutschland waren allerdings der Qualitätsstandard und damit auch die Akzeptanz des öffentlichen Nahverkehrs in vielen französischen Großstädten vor der Einführung der neuen Stadtbahn-systeme deutlich niedriger.

Kern vieler Projekte in diesen beiden Ländern ist die Einführung eines modernen Stadtbahn-systems, das als Zugpferd mit zahlreichen Maßnahmen flankiert wird. Ziel ist hier nicht allein die Veränderung der Verkehrsmittelwahl, sondern auch die Erfüllung umweltpolitischer Ziele wie die Städte für Bewohner lebenswerter und für Gewerbe attraktiver zu gestalten. [7, 8]

Mit der (Wieder-)Einführung von Straßen- bzw. Stadtbahn-systemen konnte auch in Deutschland eine deutliche Verbesserung des ÖPNV-Angebots erreicht werden (z. B. Oberhausen, Saarbrücken, Heilbronn). Ziel des Verkehrskonzepts Saarbrücken ist durch die Einführung der Saarbahn, sowie die Ausweitung des Bussystems und der Car-Sharing-Angebote eine Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs um 20 %. [11]

Auch ein bereits gut ausgebauter ÖPNV mit hohem Nutzungsgrad kann durch weitere Angebotsverbesserungen zusätzlich gestärkt werden und zur Verlagerung von Pkw-Fahrten beitragen, wie es die Immissionsberechnungen für das Fallbeispiel Wuppertal zeigen. Kapazitätserhöhungen des ÖPNV und ein Mobilitätsmanagement als flankierende Maßnahme hat auf die NO₂- und PM10-Minderung lokal eine mittlere Wirkung. **Es lohnt sich demnach, auch in bestehenden hochleistungsfähigen Systemen Optimierungen vorzunehmen.**

Langfristig leistet ein Ausbau des ÖPNV auch einen wichtigen und zuverlässigen Beitrag zur Lärm-entlastung der Bevölkerung, wenn es gelingt, den Modal Split durch die Maßnahmen zu verändern. Das Minderungspotenzial liegt unter 3 dB(A), da mehr als eine Halbierung des Kfz-Verkehrs durch ÖPNV-Förderung im heutigen Verkehrssystem als unrealistisch anzusehen ist.

5.2 Flankierende Maßnahmen

Flankierende Maßnahmen haben isoliert eine eher geringe Wirkung. Sie werden eingesetzt, um die angestrebte Wirkung der Kernmaßnahme(n) zu unterstützen und ihre Effektivität durch Nutzung von Synergien möglichst noch zu steigern. In vielen Fällen wird erst die Summe der Einzelwirkungen die Unterschreitung der Grenzwerte ermöglichen, weshalb die Bedeutung flankierender Maßnahmen nicht unterschätzt werden darf.

5.2.1 Optimierung des innerstädtischen Lkw-Lieferverkehrs

Um die Belieferung von Umweltzonen (Forderung nach deren Verschärfung für Lkw, siehe oben) zu gewährleisten, sollten Minderungsmaßnahmen mit einer Push&Pull-Strategie in ein übergreifendes Logistikkonzept eingebunden werden. Denkbare Maßnahmen sind unter anderem:

- Koordination der zahlreichen Fahrten von Post- und Paketdiensten,
- Einsatz von Elektrofahrzeugen innerhalb der Umweltzone,
- Einführung einer Güterstraßenbahn,
- verstärkter Einsatz von Fahrradkurieren.

Eine moderne Wegweisung (wie z. B. Aachen, das sich an Postleitzahlen orientiert [1 12] oder die Niederlande mit einem Betriebsnummernsystem) sollte ebenfalls in ein solches System integriert werden (siehe auch Kapitel Routenwahl und Leitsystem zur Lkw-Lenkung).

Durch die Optimierung des innerstädtischen Lieferverkehrs lässt sich auch die Lärmsituation verbessern. Voraussetzung ist, dass Maßnahmen wie Durchfahrverbote, Verlagerungen in unsensible Bereiche, Fahrtenreduzierung und emissionsarme Fahrzeuge kombiniert werden. Das Minderungspotenzial wird analog zu großräumigen Lkw-Fahrverboten mit 3 dB(A) und mehr geschätzt.

Neue Konzepte der City-Logistik

Die City-Logistik und ihre Liefersysteme haben sich in der Vergangenheit nicht durchsetzen können, vermutlich auch, weil es sich nur um ein Angebot handelt ohne Kombination von Push und Pull. Folgende Hemmnisse gab es für die Umsetzung von City-Logistik, die bei zukünftigen Ansätzen überwunden werden sollten:

- Segmentierung des Logistik-Marktes und Vielzahl der beteiligten Akteure,
- fehlende Einbeziehung von KEP-Dienstleistern (Kurier-, Express- und Paketdienste),
- Vertrags-, Kundenschutz- und Konkurrenzproblematik,
- Koordinierungsaufwand und Dauerhaftigkeit,
- schwierige Einbeziehung des Einzelhandels,
- vielfältige Anforderungen an Heimlieferdienste. [9]

Die Ein- und Durchführung der City-Logistik erfordert vorrangig das Handeln privatwirtschaftlicher Akteure. **Für erfolgversprechende Ansätze und für die Etablierung als Instrument zur Luftreinhaltung (und Lärminderung) sind jedoch flankierende Initiativen der öffentlichen Hand erforderlich.** Neben Benutzervorteilen für die City-Logistik, z. B. unbeschränkte Liefermöglichkeit, sind auch Malusregelungen, z. B. zeitlich eingeschränkte Liefermöglichkeit, für nicht kooperierende Akteure zu prüfen.

Bei einem hohen Beteiligungsgrad an der City-Logistik können erhebliche Einsparungen bei den Lkw-Fahrleistungen erzielt werden [9], was auch im Rahmen des EU-Forschungsprojekts FiDEUS (Freight innovative delivery of goods in European urban spaces) erprobt wurde. Hierbei standen folgende Ansätze im Vordergrund:

- Einsatz von Micro-Carriern (elektrische Kleinverteiler)
 - Einsatz in Fußgängerzonen möglich,
 - Einsatz außerhalb der Lieferzeiten möglich,
 - Umschlag an definierten Ladezonen.
- Ausweisung von Lieferflächen an Hauptverkehrsstraßen
 - erhebliche Verbesserung des Verkehrsablaufs,
 - Verringerung von Schadstoffemissionen durch Wegfallen von Brems- und Beschleunigungsvorgängen,
 - Verbesserung der Verkehrssicherheit für Zulieferer und Straßenraumnutzer.
- Belieferung von zufahrtsbeschränkten Zonen
 - Belieferung durch Fahrzeuge mit lärmreduziertem Modus dauerhaft möglich, auch Nachtbelieferungen zulässig.

Stadtverträgliche Alternativen zu herkömmlichen City-Logistikkonzepten sind somit vorhanden. **Innovative Technologien sowie optimierte Verkehrsrahmenbedingungen, wie z. B. Verhindern von "Halten in zweiter Reihe" durch Lieferbereiche, sind zur Verbesserung einer nachhaltigen Abwicklung des Güter- und Wirtschaftsverkehrs notwendig.** [10]

In Kombination mit dem Aufbau von Güterverkehrszentren sowie Verteil- und Verladestationen an strategisch günstigen Punkten kann der Ausbau zu einem City-Logistiksystem erfolgen, dem durch neue Rahmenbedingungen (Umweltgesetzgebung, Elektro-Mobilität) ein größerer Erfolg beschieden sein kann als bisherigen Versuchen.

Virtuelles Güterverkehrszentrum (GVZ)

Ein virtuelles GVZ ist ein Informationsverbund aus Spediteuren, Verladern und Logistikdienstleistern, die ein gemeinsames Logistikinformationssystem nutzen (Koordination und Kooperation bezüglich Personal- und Fahrzeugkapazitäten). Dadurch ergeben sich Kosteneinsparungen, eine höhere Einsatzeffizienz und ein reduzierter Fahrzeugeinsatz. [13] **Städte und Kommunen sollten Anreize zur Schaffung solcher Zusammenschlüsse bieten bzw. Interessenten darüber informieren.**

Best Practice:

Die City-Logistik in München beinhaltet vier Meilensteine: Bildung von branchenorientierten Distributionskooperationen, Entwicklung eines virtuellen GVZ zur Förderung von Speditions-kooperationen, Einbeziehung des mittelständischen Facheinzelhandels in eine effiziente Belieferungslogistik und Entwicklung eines unterstützenden Maßnahmenkatalogs seitens der Kommune. Im "Münchner Modell" kann jeder Wirtschaftspartner der Belieferungskette Akteur sein: Verladende Industrie, Logistikdienstleister und Handel können Initiatoren und Betreiber einer Bündelung sein. [11]

Routenwahl und Leitsystem zur Lkw-Lenkung

In vielen deutschen Städten gibt es derzeit verstärkt Bemühungen, nicht zuletzt auch wegen Maßnahmen in Luftreinhalte- und Lärmaktionsplänen, zur Einführung oder Optimierung von Lkw-Leitsystemen. Im deutsch-niederländisch-belgischen Grenzraum wurden in den letzten Jahren in verschiedenen Städten und Regionen Leitsysteme mit einem hierarchischen, betriebsbezogenen Nummernsystem eingerichtet, die den gewerblichen Verkehr von den Fernverkehrsrouten bis zur Haustüre leiten. Beispiele für umgesetzte Nummernleitsysteme sind:

- Niederlande: Parkstad Limburg, zukünftig auch Sittard-Geleen (Westelijk Mijnstreek), Venlo, Tilburg, Helmond, Rotterdam, Barendrecht, Maastricht.
- Belgien: verschiedene Gewerbegebiete in Limburg, Häfen Antwerpen, Zeebrugge, Gent, Diest, Aarschot (tendenziell kleinere räumliche Ausdehnung als in den Niederlanden bis hin zu einzelnen Gewerbegebieten).
- Deutschland: Duisburg (Kaßlerfeld, Neuenkamp, Neumühl, Duisport/ Hafen).

Das System bietet folgende Vorteile:

- regional einheitlich,
- am Zielort leicht anpassbar,
- kostengünstig in Wartung und Pflege,
- imagebildend für die Region.

Kerngedanke aller Leitsysteme ist die Bündelung des Lkw-Verkehrs auf Routen in unempfindlichen Bereichen. [14] Diese Routen müssen im Vorfeld identifiziert werden, denn Lkw-Leitsysteme, wie das beschriebene Beschilderungssystem, machen nur im Rahmen eines definierten Lkw-Routenkonzepts Sinn. Für eine erfolgreiche Lkw-Lenkung sind somit beide Komponenten (Lkw-Routenkonzept plus -Leitsystem) erforderlich!

Best Practice: Lkw-Leitsystem in Süd-Limburg (NL)

Das Zahlensystem setzt sich Nummern für die Gebietskennung, das Teilgebiet, die Straße und das Grundstück zusammen. Die Systeme sind entsprechend den örtlichen Gegebenheiten anpassbar und können auch Sonderwünsche aufnehmen (z. B. eine Nummer je Zufahrt, eine Nummer für mehrere Kleinbetriebe). Das System muss so aufgebaut sein, dass es für zusätzliche Gemeinden, Gewerbegebiete und Betriebe erweiterbar bleibt. Die Nummern sollten sich zur leichteren Orientierung bei benachbarten Leitsystemen nicht in räumlicher Nähe wiederholen, auch nicht, wenn ein anderer Gebietsname darüber steht.

Die Aufstellung und Wartung des Systems erfolgt durch die Kommunen bzw. Straßenbausträger.

Eine weitere Möglichkeit der Lkw-Führung bietet sich Städten durch die Einbeziehung der Betreiber von Navigationssystemen: Ist ein Lkw-Routennetz definiert, wird es in die Plattformen des Navigationssystems eingespeist und empfiehlt "automatisch" die festgelegten Positiv-Routen (Beispiel Duisburg).

E-Mobilität: Güterstraßenbahn und Elektrofahrzeuge

Mit der Güterstraßenbahn als bisher noch selten genutztem innovativen Ansatz sollen **Lkw-Fahrten auf die kommunale Schiene verlagert werden**. Die Güterstraßenbahnen in Dresden und Zürich können zwar als Vorbild dienen, ihr begrenzter Einsatzbereich (Belieferung Volkswagenwerk bzw. Sperrmüllsammlung) ist allerdings noch nicht geeignet, eine nennenswerte Verringerung der Schadstoffbelastung zu erreichen.

Best Practice:

In Amsterdam sollen als Nutzeranreiz uneingeschränkte Lieferzeiten für die Güterstraßenbahn "City-Cargo" in innerstädtischen Fußgängerzonen und eine verringerte Personalintensität das Verkehrsmittel ausreichend attraktiv machen, um einen nennenswerten Anteil der Lieferfahrten innerhalb der Stadt vom Lkw auf die Straßenbahn zu verlagern. Für die Be- und Entladung sind eigene Ladezonen vorgesehen, in denen die Güter von der Güterstraßenbahn in elektrisch betriebene Verteilerfahrzeuge umgeladen werden. Die Betreiber gehen davon aus, in vier Betriebsjahren ca. 50 % der Lkw im Lieferverkehr ersetzen zu können. [I 15]

Die Güterstraßenbahn wird schon deshalb nur einen begrenzten Einsatz finden, weil sie zwangsläufig nur in Städten mit Straßenbahn und nur nach einem entsprechendem Umbau der Infrastruktur einsetzbar ist. Sie zeigt aber vielfältig Ansätze, wie z.B. der Transport von Sperrmüll (Zürich) oder die Belieferung bestimmter Betriebe (Dresden) und ist eine unter vielen Möglichkeiten für innovative Lösungen für eine innerstädtische Belieferung.

Die Belieferung von Innenstädten mit umweltfreundlichen Fahrzeugen mit Hybrid-, Elektro- oder Erdgasantrieb ist deshalb der breitere Ansatz. Für den innerstädtischen Wirtschaftsverkehr eignen sich Elektrofahrzeuge besonders gut, da in diesen Bereichen kurze Distanzen überwiegen und häufiges Anfahren und Anhalten an der Tagesordnung sind. Doch damit Elektroantriebe eine echte Alternative zu konventionellen Verbrennungsmotoren werden, sind Forschungs- und Entwicklungsarbeit notwendig (z. B. Forschungsprogramm Elektromobilität des Bundesumweltministeriums). Um die Ziele der Luftreinhaltung (und der CO₂-Minderung) zu erreichen, dürfen elektrisch angetriebene Fahrzeuge nicht mit fossilen Energieträgern betrieben werden. Sonst sinkt zwar die lokale Belastung, dafür steigt aber die Hintergrundbelastung. [I 16]

Mit dem Einsatz von Elektrofahrzeugen wird auch die Lärmsituation erheblich verbessert, da diese Fahrzeuge nahezu geräuschlos fahren.

5.2.2 Förderung intelligenter Verkehrssysteme

Diese Systeme basieren auf Verkehrsüberwachung und -steuerung und sind nicht originär auf die Immissionsminderung ausgerichtet. Belastungsabhängig werden temporäre Maßnahmen ergriffen, die den Verkehrsfluss verstetigen sollen und dadurch zur Verbesserung der Luftqualität beitragen können. Drohende Grenzwertüberschreitungen sollen durch zeitlich begrenzte Maßnahmen, z.B. Straßensperrungen und Umleitungen, abgewendet werden, die nach Besserung der Luftqualität wieder aufgehoben werden [17].

Intelligente Verkehrssysteme können u.a. in folgende Bereiche eingreifen:

- Informationstafeln mit aktuellen Staumeldungen,
- Verkehrsüberwachungszentralen,
- Geschwindigkeitsmanagement,
- temporäre Standstreifenfreigabe auf Autobahnen,
- Kombination von Verkehrsüberwachungssensoren und Wettersensoren,
- dynamische Routenführung,
- Lichtsignalkoordinierung.

Nicht zu vergessen sind die kontinuierlich verbesserten Navigationsgeräte mit aktuellen Staumeldungen in Fahrzeugen.

Vor dem Hintergrund der Reduzierung des Lkw-Verkehrs als maßgebliche Größe für die Minderung der Luftbelastung sind intelligente Verkehrssysteme vor allem im Bereich Lkw-Führung von Bedeutung. Als flankierende Maßnahme können diese Systeme geeignet sein. Für Kommunen kann deshalb der Aufbau einer Verkehrsmanagementzentrale in Frage kommen.

Die durch intelligente Verkehrssysteme erzielte Verkehrsverstetigung trägt neben der Minderung der Luftschadstoffbelastung zwar auch zur Lärmreduzierung bei, ihr Potenzial ist jedoch eher gering einzuschätzen.

5.2.3 Aktives Mobilitätsmanagement

Mit einem aktiven Mobilitätsmanagement soll eine effiziente und nachhaltige Mobilität gefördert werden, indem man Kunden nicht nur passiv berät, sondern aktiv auf potenzielle Kunden zugeht. Wesentliche Elemente sind die Organisation und Koordination von Alternativen zum motorisierten Individualverkehr und die Vermarktung dieser alternativen Angebote. [12, 13]

Im Gegensatz zu Mobilitätszentralen, die meistens nur passiv auf konkrete Anfragen durch Verkehrsteilnehmer handeln und in dieser Form auch in der Datenbank MARLIS bewertet wurden, **setzt aktives Mobilitätsmanagement auf eine umfassende und aktive Vermarktung bestehender und neuer Angebote im Bereich des Umweltverbunds und deren Vorteile gegenüber dem motorisierten Individualverkehr.**

Aktives Mobilitätsmanagement ist ohne langen zeitlichen Vorlauf direkt umsetzbar. **Eine Anwendungsmöglichkeit eines aktiven Mobilitätsmanagements ist das "Dialog-Marketing". Dabei handelt es sich letztlich um eine großflächig durchgeführte aktive Mobilitätsberatung [14, 15].**

Als unterstützende Maßnahme zum Ausbau des ÖPNV kann Mobilitätsmanagement einen Beitrag zur Verschiebung des Modal Splits zugunsten öffentlicher Verkehrsmittel und des nicht motorisierten Verkehrs leisten. Das [Fallbeispiel Hannover](#) zeigte für diese Maßnahmenkombination eine geringe (PM10) bis mittlere (NO₂) Minderungswirkung.

Die flankierende Wirkung des Mobilitätsmanagements auf die Luftreinhaltung trifft auch auf die Lärminderung zu.

Best Practice:

Eine Schweizer Studie belegt den Rückgang des motorisierten Individualverkehrs um 15 % durch Mobilitätsmanagement. Durch das Mobilitätsmanagement bei Infineon/ Qimonda in Dresden ging der Kfz-Anteil (Kfz-Fahrer) von 1995 bis 2005 von 68 % auf 55 % zurück. [18, 19]

5.2.4 Zulässige Höchstgeschwindigkeit 30 km/h auf Hauptverkehrsstraßen

Immissionsberechnungen am Beispiel Ludwigsburg [16] zeigen, dass eine Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 30 km/h auf Hauptverkehrsstraßen nur zu einer relativ geringen Verringerung der verkehrsbedingten Luftschadstoffbelastungen beiträgt. Hieraus leitet sich der Status als flankierende Maßnahme ab. Die Belastungen reduzieren sich entsprechend den Berechnungen für die Stadt Ludwigsburg um

- bis zu 4 % bei NO₂ und
- bis zu 5 % bei PM10.

Die immissionsseitigen Minderungen sind vergleichbar mit den Wirkungen, die durch die Einführung einer Umweltzone im Rahmen der Betrachtung für den Luftreinhalteplan Ludwigsburg berechnet wurden.

Die Stärke einer Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit liegt in der Auswirkung auf die Lärmsituation. Eine Geschwindigkeitsreduzierung von 50 km/h auf 30 km/h führt zu einer Lärminderung um ca. 2,4 dB(A). **Die Maßnahme ist im Luftbereich als flankierende Maßnahme geeignet, insbesondere dort, wo auch Lärmprobleme vorliegen.**

5.2.5 City-Maut

Eine City-Maut wurde in ausländischen Städten vielfach eingeführt und hat sich dort etabliert. Mit dieser Maßnahme werden als allgemeine Zielstellungen

- Verkehrsvermeidung,
- Verkehrsverlagerung (zeitlich, räumlich, modal),
- Verkehrslenkung (Routenwahl) und
- Vermeidung von Umweltschädigungen

verfolgt. Dabei wird der Zufluss des Straßenverkehrs in einem festgelegten Mautgebiet (i.d.R. ein Kordon um die Innenstadt) mittels Mautgebühr reguliert. [17] **Die City-Maut kommt besonders zur Begrenzung der Verkehrsmenge in hoch belasteten Innenstädten zum Einsatz**, wie z. B. in Europa London (Congestion Charge), Stockholm (Trängselskatt), Trondheim (Bompenger), Oslo und Bergen (Bomring) und Durham (City Road User Charge). In den genannten Beispielen führte die City Maut zu einer Reduzierung des Verkehrsaufkommens um 5-22 %.

Im Rahmen der Immissionsberechnungen ergaben sich für die Maßnahme "City-Maut" im Fallbeispiel [Hannover](#) mit einer angenommenen Verkehrsreduzierung um 20 % nur geringe bis mittlere Minderungswirkungen für PM10 und NO₂. Die Notwendigkeit flankierender Maßnahmen bzw. der Einsatz der City Maut als flankierende Maßnahme zu einer Kernmaßnahme wird somit deutlich. Auch hinsichtlich der Verbesserung von Lärmproblemen ist die Wirkung der City-Maut als Einzelmaßnahme überschaubar, denn bei einer maximalen Wirkung von ca. 20 % ergibt sich eine Lärminderung um 1 dB(A).

Neben der City-Maut existieren weitere Formen von Straßennutzungsgebühren:

- Objekt-Maut: Benutzungsgebühren für Tunnel (Tunnel Rostock (D)) und Brücken (Öresundbrücke DK/S), Autobahnen (Brenner, I/A),
- Vignettensysteme: Autobahnvignette (CH), "Pickerl" (A),
- streckenabhängige Mautsysteme: Lkw-Maut (D), LSVA: Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe (CH), Péage (F). [17]

Einen weiteren Ansatz bietet die so genannte Regiomaut. Hierbei handelt es sich um eine flächige Anwendung der Bepreisung, die sich für polyzentrische und föderal gegliederte Räume eignet. Das Mautgebiet besteht nicht aus einem Kordon, sondern aus mehreren Mautzellen, deren Gliederung mit Raumfunktionen, Verwaltungsgebieten und/ oder Verkehrsbezirken übereinstimmt. Beim Überschreiten mehrerer Zellgrenzen wird z. B. eine Maut fällig, die sich an den Preisstufen des ÖPNV orientiert. Die Regiomaut wurde bisher noch nicht umgesetzt. [17]

Bei allen Mautsystemen sollte eine transparente Einnahmenverwendung erfolgen, um die Akzeptanz der Maßnahme in der Bevölkerung zu erhöhen. [18]

5.2.6 Umweltzone

Gemäß den Urteilen deutscher Verwaltungsgerichte sind Umweltzonen rechtlich zulässig und insbesondere aufgrund fehlender Alternativinstrumente zur Verbesserung der Luftqualität weiter einzusetzen. **Hierbei ist jedoch zu beachten, dass Umweltzonen zwangsläufig nur dann ihre volle Wirkung entfalten können, wenn sie flächendeckend eingesetzt werden (keine einzelnen Straßenzüge) und von Anfang an alle Schadstoffgruppen schlechter Euro 4 ausschließen (Zufahrt nur mit grüner Plakette).** [19]

Die Immissionsberechnungen ergaben, dass die Wirkung von Umweltzonen im Vergleich zu ähnlichen Maßnahmen nicht unterschätzt werden sollte. Der "zielgruppenreine" Ausschluss von stark emittierenden Kfz (Ausschluss Schadstoffgruppen 1 bis 3) vermag die Luftbelastung möglicherweise stärker zu reduzieren als beispielsweise der diffuse Ausschluss von Kfz durch eine Mautpflicht.

Die lärmindernde Wirkung ist analog zu "Verschärfung der Regelungen der Umweltzonen für Lkw" als Mitnahmeeffekt einzustufen.

5.3 Unterstützende Maßnahmen

Der alleinige Einsatz unterstützender Maßnahmen ist nahezu wirkungslos. Sie sind jedoch in Verbindung mit den Kernmaßnahmen und flankierenden Maßnahmen in der Lage, die Minderungswirkung eines Maßnahmenpakets mit kleinen, aber vielleicht entscheidenden Beiträgen weiter zu steigern. Hierzu gehören:

- Fahrbahnmarkierung,
- Kreisverkehr,
- Park+Ride, Bike+Ride,
- Verkehrsberuhigung,
- Grüne Welle,
- Pfortnerampel, sonstige LSA-Steuerung
- Zeitenoptimierung der Abfallsammlung,
- Parkraumbewirtschaftung,
- Begrünung,
- Geschwindigkeitskontrollen,
- Verbesserung der Fahrbahnqualität,

- grundsätzlich die Maßnahmenkategorien in den Bereichen Fuß-/ Radverkehr.

Die ergänzenden Maßnahmen unterstützen auch die Ziele der Lärminderung, da es sich um Maßnahmen handelt, die den Kfz-Verkehr

- verstetigen (Kreisverkehr, Grüne Welle, Pfortnerung),
- verlangsamen (Verkehrsberuhigung, Fahrbahnmarkierung, Kontrollen),
- vermeiden/ verlagern (Zeitenoptimierung Abfallsammlung, Parkraumbewirtschaftung, Förderung Fuß-/ Radverkehr).

Die Verbesserung der Fahrbahnqualität beinhaltet für die Lärminderung ein wesentlich größeres Potenzial als für die Luftreinhaltung. Bei der Sanierung von lärmintensiven Belägen (Kopfsteinpflaster) können Lärmpegelminderungen von bis zu 8 dB(A) bei einer Geschwindigkeit von 30 km/h bzw. bis 12 dB(A) bei Tempo 50 erreicht werden. [20] Solche Maßnahmen zählen zu den Kernmaßnahmen bei der Lärmbekämpfung. Dem integrierten Ansatz folgend, sollte diese Maßnahme in einer kombinierten Luftreinhalte- und Lärminderungsplanung daher generell berücksichtigt werden.

5.3.1 Aktive Nutzung der ABC-Planungsmethode

Mit der im Jahr 1990 eingeführten Methodik der ABC-Planung werden in den Niederlanden Unternehmen gezielt nach ihrem Mobilitätsprofil geeigneten Standorten zugeordnet. [1 20] Die Eignung von Standorten wird aufgrund ihrer verkehrsträgerbezogenen Erreichbarkeit klassifiziert:

- A-Standorte liegen an den Knotenpunkten des (über-)regionalen Eisenbahnnetzes und sind dementsprechend gut mit öffentlichen Verkehrsmitteln aus der Region zu erreichen. Die Erreichbarkeit mit dem Pkw ist nicht bedeutend, die zulässige Stellplatzanzahl wird stark begrenzt.
- B-Standorte liegen an den Knotenpunkten des kommunalen ÖPNV und an Hauptverkehrsstraßen. Sie sind sowohl mit dem öffentlichen als auch dem motorisierten Individualverkehr gut erreichbar, wobei dem öffentlichen Verkehr Priorität eingeräumt wird.
- C-Standorte liegen am Fernstraßennetz und sind insbesondere im motorisierten Individualverkehr sehr gut erreichbar. Die Erreichbarkeit im öffentlichen Verkehr ist dagegen nur wenig bedeutend.

Hierdurch kann der Pkw- wie auch der Lkw-Verkehr reduziert, die Effizienz des öffentlichen Verkehrs erhöht und die optimale Nutzung des begrenzten Flächenangebots sichergestellt werden.

Die Methode hat sich unter anderem deshalb nicht durchsetzen können, weil sie nur passiv versucht, Unternehmen bestehenden Standortqualitäten zuzuordnen. Erfolgreicher könnte diese Methode sein, wenn sie als aktives Instrument genutzt würde: **Gezielte Entwicklung spezifischer Standortqualitäten im Rahmen einer gesamtheitlichen Stadt- und Verkehrsentwicklung, um im Rahmen der Wirtschaftsförderung diese Bereiche im Rahmen der Flächenbevorratung bevorzugt anbieten und damit Investitionen lenken zu können.**

Durch eine geeignete Standortwahl können sowohl die Luftschadstoffbelastung als auch die Lärmbelastungen im Sinne der "Stadt der kurzen Wege" reduziert werden. **Sinnvoll ist eine Vorgehensweise, bei der von Beginn an umweltbezogene Aspekte in die Planung integriert werden.** Durch gewachsene Strukturen wird sich die Wirkung einer solchen Vorgehensweise jedoch erst langfristig einstellen.

6. PLANUNGSEMPFEHLUNGEN

6.1 Grundlagen der Maßnahmenentwicklung

Sowohl bei Maßnahmen zur Verkehrsverlagerung oder -vermeidung als auch bei Maßnahmen mit direkter Auswirkung auf die Schadstoffimmissionen bleibt eine starke Reduzierung der Schadstoffbelastung oder gar eine dauerhafte Unterschreitung der Grenzwerte bislang in den meisten Fällen aus (siehe [Auswertung MARLIS-Datenbank](#)). Das bestätigen auch die Immissionsberechnungen im Rahmen dieses Vorhabens.

Die Auswertung der MARLIS-Datenbank, die Literaturrecherche und eigene Immissionsberechnungen für die Fallbeispiele ergaben, dass die Entwicklung von Handlungskonzepten über den in der bisherigen Planungspraxis üblichen Umfang hinausgehen sollte. Es gibt nur wenige Maßnahmen, die aus sich heraus ein hohes Potenzial zur Minderung der Schadstoffbelastung besitzen. Die Ergebnisse der Fallbeispiele mit entsprechend abgestimmten Maßnahmenpaketen zeigen, dass es notwendig ist, Maßnahmen

- in aufeinander abgestimmten Paketen zu konzipieren, in denen Hauptmaßnahmen (Kernmaßnahmen) mit geeigneten flankierenden und unterstützenden Maßnahmen kombiniert werden, um die Wirkung zu steigern und Synergieeffekte zu nutzen,
- so zu kombinieren, dass im Gegensatz zu bisher vielfach üblichen Maßnahmenansätzen gleichrangig Push- und Pull-Effekte eingesetzt werden,
- zur Beeinflussung des Lkw-Verkehrs vorzusehen, da sie die höchsten Minderungswirkungen erwarten lassen,
- konsequent, d. h. ohne zu weit reichende Ausnahme- und Sonderregelungen, umzusetzen.

Handlungskonzepte sollten angesichts der lokal nur bedingten Beeinflussbarkeit der PM10-Belastung primär eine Verringerung der NO₂-Belastung im Fokus haben, da hier nicht nur die größeren Probleme in Bezug auf die Überschreitung der zulässigen Grenzwerte, sondern auch die relativ höheren Minderungspotenziale bestehen. Diese Maßnahmen tragen in der Regel ebenfalls zur Minderung der PM10-Belastung bei, so dass eine hohe Effektivität und ein hoher Ausschöpfungsgrad des jeweiligen Minderungspotenzials erreicht werden können. PM10-Schwerpunkte sind in den meisten Städten eine Teilmenge der NO₂-Schwerpunkte. Maßnahmen zur NO₂-Minderung tragen deshalb auch zur Reduzierung der PM10-Hintergrundbelastung bei.

Den entscheidenden Faktor für den erzielbaren Erfolg stellen in den Maßnahmenpaketen die Kernmaßnahmen dar. Das sind die Maßnahmen, von denen nach derzeitigem Erkenntnisstand die höchste Entlastungswirkung erwartet werden kann:

- Erneuerung der Fahrzeugflotte,
- straßenbauliche Maßnahmen, wie z. B. Ortsumfahrung mit Straßenrückbau der ehemaligen Ortsdurchfahrt,
- Maßnahmen, die den Lkw-Verkehr beeinflussen, wie z. B. Lkw-Verbote innerhalb eines Lkw-Lenkungskonzepts,
- Maßnahmen, die den Umweltverbund und die Veränderung des Modal Splits stärken.

Sie werden durch flankierende und unterstützende Maßnahmen ergänzt, um als Hebel die angestrebte Wirkung der Kernmaßnahme zu steigern. In diesem Zusammenhang können auch weniger wirksame Maßnahmen in der Summe ihrer Entlastungswirkung eine erhebliche, zur Unterschreitung der Grenzwerte vielleicht sogar entscheidende Bedeutung erhalten. Geeignete flankierende Maßnahmen lassen sich in folgende Kategorien einteilen:

- Maßnahmen, die isoliert nur geringe Wirkung haben, für die Ausschöpfung des Wirkungspotenzials der Kernmaßnahme aber hilfreich sind (z. B. Verhinderung der Entwicklung von Einzelhandelsflächen an nicht integrierten Standorten als flankierende Maßnahme zur Einführung einer City-Maut).
- Maßnahmen, die isoliert bereits starke Wirkungen ermöglichen, als flankierende Maßnahme aber leichter zu realisieren sind, da sie zur Ausschöpfung des Wirkungspotenzials der Kernmaßnahme hilfreich sind (z. B. Verknappung des Parkraumangebots als flankierende Maßnahme zur intensiven Förderung des öffentlichen Nahverkehrs).
- Maßnahmen, die isoliert trotz guter Wirkung nicht durchsetzbar, zur Ausschöpfung des Wirkungspotenzials der Kernmaßnahme aber unverzichtbar sind (z. B. innerstädtische Zone mit Lkw-Durchfahrverbot als flankierende Maßnahme zu City-Logistik/Cargo-Tram).

6.2 Entwicklung von Maßnahmenpaketen

Welche Maßnahmen(-kombinationen) heute bereits Erfolg versprechend sind, hängt stark von den örtlichen Gegebenheiten (z. B. der Bau von Ortsumfahrungen) und der konsequenten Umsetzung (Umweltzonen, Lkw-Verbote) ab. Gerade Lkw-Verbote in Kombination mit alternativen Führungen oder alternativen Dienstleistungsangeboten können deutliche Reduzierungen der Luft- und Lärmbelastung erzielen. Neue Ansätze, wie z. B. eine Güterstraßenbahn, benötigen eine ausreichende Erprobungszeit. Und auch gesetzliche Grundlagen stellen zumindest in Deutschland Hürden dar (z. B. City-Maut).

Aus den gewonnenen Erkenntnissen wurden drei beispielhafte Maßnahmenpakete entwickelt. Diese thematischen Zusammenfassungen funktionieren nach dem Baukastenprinzip (Tab. 6.1-6.3). Die Maßnahmen sollten je nach Ausgangslage individuell für den jeweils zu entlastenden Raum zusammengestellt werden.

- Mobility Pricing bestehend aus Maßnahmen, die einen monetären Hintergrund haben (City-Maut = Push-Maßnahme) und Verkehrsteilnehmer können Geld sparen (tarifliche Anreize im ÖPNV = Pull-Maßnahme).
- Management Lieferverkehr bestehend aus Maßnahmen, die den innerstädtischen Lkw-Verkehr betreffen und ihn gezielt lenken (Lkw-Verbot = Push-Maßnahme, Ausbau der City-Logistik, Lkw-Lenkungssystem = Pull-Maßnahmen).
- Infrastruktur bestehend aus Maßnahmen, die mit baulichen Eingriffen verbunden sind und insbesondere den nichtmotorisierten Verkehr und den ÖPNV fördern (Straßenrückbau = Push-Maßnahme, tarifliche Anreize und Ausbau des ÖPNV = Pull-Maßnahmen).

Die Handlungskonzepte sollten sich immer aus den beiden Dimensionen Push-/ Pull-Maßnahmen sowie Kernmaßnahmen und flankierende/ unterstützende Maßnahmen zusammensetzen, wobei die in den Tabellen 6.1 bis 6.3 jeweils zuerst genannten die Kernmaßnahmen darstellen, flankierende/ unterstützende Maßnahmen sind grau markiert. Für diese können keine Angabe zur Verkehrsreduzierung gemacht werden, da sie zu sehr von den Örtlichkeiten abhängen. Teilweise erfolgt die Angabe der Verkehrsabnahme für mehrere Maßnahmen zusammengefasst (schwarze Umrandung in den Tabellen), da keine (gesicherten) Einzelwerte für die Wirkung dieser Maßnahmen bekannt sind. Die Quellenangaben in () sind im Anschluss an Tabelle 6.3 zu finden. Beispielhaft für ein Konzept zur Luftreinhaltung werden folgende Maßnahmenpakete vorgeschlagen:

Maßnahmenpaket Mobility Pricing

Tabelle 6.1: Mobility Pricing

		Bezugsraum	Reduzierung des Pkw-Verkehrs [%]	Steigerung des ÖPNV [%]	Beispiel
push	City-Maut	Mautzone	20		u.a. London, Stockholm, Oslo (1)
	Parkraummanagement	Parkraumbewirtschaftungsgebiet	10		Berlin [a], (2)
	Verkehrsmanagement/ITS				
pull	Förderung des ÖPNV - Netzauf- und -ausbau - Taktverdichtung - Neue Haltepunkte				
	Tarifliche Anreize im ÖPNV schaffen			13	Amsterdam (3)
	Einführung/Ausbau der Straßenbahn				
	Car-Sharing-Angebot ausbauen	Stadtgebiet	20		Saarbrücken [b], (4)
	Förderung des Radverkehrs	k.a.	13 [*]		u.a. Münster [c], (5)
	betriebliches Mobilitätsmanagement	Mitarbeiterwege	13 [*]		Dresden [d], (6); Schweiz [e], (7)
	Mobilitätsmanagement (Dialog-Marketing)	k.a.	15	17	South Perth [f], (8); Schweiz [g], (9)
	Park+Ride-Angebot ausbauen				

Erläuterungen

Bei den grau hinterlegten Feldern handelt es sich um unterstützende Maßnahmen

Wert gilt für Maßnahmen innerhalb der Markierung

[*] Durchschnittswert

k.a. Über den Bezugsraum wurde keine Angabe gemacht. Es kann sich hierbei sowohl auf das gesamte Stadtgebiet als auch auf ein städtisches Teilgebiet bezogen worden sein.

[a] Reduzierung des Zielverkehrs um 5-10%; Reduzierung des Durchgangsverkehrs um 5-8%

[b] Ziel des Verkehrskonzepts in Saarbrücken: MIV-Reduzierung um 20% durch Einführung der Saarbahn, Ausweitung des Bussystems und Car-Sharing-Angebote

[c] Reduzierung des Pkw-Verkehrs durch Förderung des Radverkehrs um 5-30% (Troisdorf, Münster)

[d] Reduktion des Kfz-Verkehrs in Dresden durch betriebliches Mobilitätsmanagement: 5-20%

[e] Schweizer Studie belegt einen Rückgang des MIV um 15-30% durch betriebliches Mobilitätsmanagement

[f] In South Perth wurden durch Mobilitätsmanagement (Dialog-Marketing) 14% weniger Pkw-Fahrten und 17% mehr ÖPNV-Fahrten registriert

[g] Schweizer Studie belegt einen Rückgang des MIV um 15% durch Mobilitätsmanagement als Anreizmodell

Maßnahmenpaket Lieferverkehr

Tabelle 6.2: Management Lieferverkehr

		Bezugsraum	Reduzierung des Lkw-Verkehrs (LNFZ und SNFZ) [%]	Beispiel
push	Flottenwechsel (Abgasstandard Lkw und Busse)	k.a.	keine	
	LKW-Fahrverbot	k.a.	32 [*]	Stuttgart [h], (10); Erfurt [i], (11); Hagen, Bonn, Düsseldorf [j], (12)
	Rückbau Ortsdurchfahrt	Rückbau-gebiet	15 [*]	Augsburg [k]
	Einrichtung einer Lkw-Umweltzone	Umweltzone [***]	24 [*]	Stuttgart [l], Berlin [m]
	Lkw-Abwrackprämie			
pull	Einbindung der Paketlogistik in City-Logistik, Fahrradkuriere			Amsterdam [n], (13); München (18)
	Gütertransport mit Cargo-Tram	k.a.	50	
	LKW-Führungsnetz [**]	untergeordnetes Netz	44	München (18)
	Virtuelles GVZ			München (18)
	Auf- und Ausbau von Be- und Entlastation			
	Verkehrsmanagement/ITS			

Erläuterungen

Bei den grau hinterlegten Feldern handelt es sich um unterstützende Maßnahmen

Wert gilt für Maßnahmen innerhalb der Markierung

[*] Durchschnittswert

[**] Die Reduzierung des Lkw-Verkehrs bezieht sich auf das untergeordnete Straßennetz. Auf dem Vorbehaltssnetz selbst steigt die Fahrleistung um 27 %.

[***] Die Angaben der Verkehrsreduzierung beziehen sich auf die Schadstoffklassen 2 und 3.

k.a. Über den Bezugsraum wurde keine Angabe gemacht. Es kann sich hierbei sowohl auf das gesamte Stadtgebiet als auch auf ein städtisches Teilgebiet bezogen worden sein.

[h] LKW-Fahrverbot in Stuttgart ergab 9% weniger LKW-Fahrten

[i] LKW-Fahrverbot in Erfurt ergab 30% weniger Schwerverkehr

[j] Reduzierung des LKW-Anteils aufgrund eines Durchfahrverbots für LKW ab 2,8 t ergab in Hagen 70%, in Düsseldorf und Bonn 20%

[k] Durch den Rückbau einer Durchgangsstraße im Zusammenhang mit dem Ausbau von Ring- und Ausfallstraßen ergab sich in Augsburg 20-50% weniger Kfz-Verkehr

[l] In Stuttgart sind bis 2012 (2. Stufe) 2% der Pkw-Fahrten, 12% der LNFZ-Fahrten und 15% der SNFZ-Fahrten von der Umweltzone betroffen

[m] Von der Umweltzone sind 2008 betroffen: 3,2% Pkw und 37% Lkw (Berlin), 5,3% Pkw und 30,4% LKW (Hannover) und 5% der Pkws in Köln

[n] Projekt City Cargo in Amsterdam; Güterstraßenbahn

Maßnahmenpaket Infrastruktur

Tabelle 6.3: Infrastruktur

		Bezugsraum	Reduzierung des Pkw-Verkehrs [%]	Steigerung des ÖPNV [%]	Beispiel
push	Rückbau Hauptverkehrsstraßen/ Ortsdurchfahrt				
	Ausbau von Ring- und/oder Ausfallstraßen	Rückbau- gebiet	15 [*]		Augsburg [o], (11)
	Ortsumfahrung	k.a.	30 [*]		Erfurt, Würzburg (11), Erbach (15), Nieder- Neuendorf (16)
	Parkraummanagement	Parkraum- bewirtschaftungs- gebiet	10		Berlin [2]
	Tempo 30/40-Zone				
pull	Förderung des ÖPNV - Netzauf- und -ausbau - Taktverdichtung - Neue Haltestellen				
	Tarifliche Anreize im ÖPNV Einführung/Ausbau der Stra- ßenbahn			13	Amsterdam (3)
	Car Sharing ausbauen	Stadtgebiet	20		Saarbrücken [p], (4)
	Förderung Fahrradverkehr	k.a.	13 [*]		u.a. Münster [q], (5)
	betriebliches Mobilitätsmana- gement	Mitarbeiter- wege	13 [*]		Dresden [r], (6); Schweiz [s], (7)
	Mobilitätsmanagement (Dia- log-Marketing)	k.a.	15	17	South Perth [t], (8); Schweiz [u], (9)
	P+R-Angebot ausbauen				

Erläuterungen

Bei den grau hinterlegten Feldern handelt es sich um unterstützende Maßnahmen

Wert gilt für Maßnahmen innerhalb der Markierung

[*] Durchschnittswert

k.a. Über den Bezugsraum wurde keine Angabe gemacht. Es kann sich hierbei sowohl auf das gesamte Stadtgebiet als auch auf ein städtisches Teilgebiet bezogen worden sein.

[o] Durch den Rückbau einer Durchgangsstraße im Zusammenhang mit dem Ausbau von Ring- und Ausfallstraßen ergab sich in Augsburg 20-50% weniger Kfz-Verkehr

[p] Ziel des Verkehrskonzepts in Saarbrücken: MIV-Reduzierung um 20% durch Einführung der Saarbahn, Ausweitung des Bussystems und Car-Sharing-Angebote

[q] Reduzierung des Pkw-Verkehrs durch Förderung des Radverkehrs um 5-30% (Troisdorf, Münster)

[r] Reduktion des Kfz-Verkehrs in Dresden durch betriebliches Mobilitätsmanagement: 5- 20%

[s] Schweizer Studie belegt einen Rückgang des MIV um 15-30% durch betriebliches Mobilitätsmanagement

[t] In South Perth wurden durch Mobilitätsmanagement (Dialog-Marketing) 14% weniger Pkw-Fahrten und 17% mehr ÖPNV-Fahrten registriert

[u] Schweizer Studie belegt einen Rückgang des MIV um 15% durch Mobilitätsmanagement als Anreizmodell (mit Parkraummanagement)

Quellen Verkehrsminderung

- (1)
Bracher, T.; Lehmbrock, M. (Hg.) (2008): Steuerung des städtischen Kfz-Verkehrs. Parkraummanagement, City-Maut und Umweltzonen. Difu-Impulse Band 6/2008
- (2)
<http://www.berlin.de/ba-charlottenburg-wilmersdorf/extra/bvv/anfragen/02024.html> (05.02.2009)
- (3)
Schmal, Y.; Demmers, F. und Tyler S. (2008): Mobilitätsmanagement: es funktioniert. Verkehrszeichen 2/2008
- (4)
www.saarbahn.de/de/ueber_uns/verkehrskonzept (10.02.2009)
- (5)
http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/pdfs/verkehr/infrastruktur/2004000_verkehr_fakten_ortsumfahrung.pdf (05.02.2009)
<http://www.fahrradfreundlich.nrw.de/cipp/agfs/custom/pub/content/ticket/guest/lang,1/oid,573> (05.02.2009)
vgl. Reutter, O. und Jansen, U. (2008): Welche Rolle spielt Verkehrsverlagerung?
mobilogisch 1/2008
- (6)
www.dresden.de/mobilitaet (10.02.2009)
- (7)
www.mobilservice.ch/mobilservice/akten/mobilitaet/list-aller-beispiele-1.html?&fa_view_practicalfolder_file_1837 (10.02.2009)
- (8)
Socialdata: Projekt Indimark, vgl.: Brög, W. und Erl, E. (2004): Just do it! Wegweiser für Verhaltensänderungen.
- (9)
www.mobilservice.ch/mobilservice/akten/mobilitaet/list-aller-beispiele-1.html?&fa_view_practicalfolder_file_1809 (10.02.2009)
- (10)
mobilogisch 1/2008 (ohne Autor)
- (11)
http://www.bast.de/nn_42544/DE/Publikationen/Datenbanken/MARLIS/MARLIS.html (06.02.2009, 11.02.2009)
- (12)
Endbericht der UMK AG "Umwelt und Verkehr" 2004
- (13)
Crawford, D. (2008): Commercial Gain. ITS international March/April 2008
- (14)
Lieb, S. (2008): Real existierende Umweltzonen im Vergleich. mobilogisch 1/2008
- (15)
http://www.hsvv.hessen.de/internet/broker/jsp?uMen=c4e50b20-06e6-9601-e76c-df2d6b51cdd0&uCon=e2810e2d-696a-8711-e76c-d8a43ad1b27&uTem=3a220502-e6d0-2901-e76c-df2d6b51cdd0&_ic_uCon=e2810e2d-696a-8711-e76c-d8a43ad1b27 (04.02.1009)
- (16)
<http://www.greiffer.com/blue/resolution.pdf> (04.02.2009)
- (17)
"Minder hinder"-maatregelen behouden: 13 miljoen euro per jaar voor bussen en trams in Antwerpen.
<http://www.mobielvlaanderen.be/persberichten/artikel.php?id=64> (06.02.2009)
- (18)
Landeshauptstadt München, Referat für Stadtplanung und Bauordnung (Hg.) (1998):
Wirtschaftsverkehr in der Region München In: Beiträge zur Verkehrsentwicklungsplanung, Heft 1/1998

7. WIRKUNGSVERGLEICH MASSNAHMEN LUFTREINHALTUNG/ LÄRMMINDERUNG

Ein Vergleich der Wirkung von Lärminderungsmaßnahmen im Verkehrsbereich mit den im Forschungsvorhaben vorgeschlagenen Maßnahmen zur Luftreinhaltung identifiziert die Maßnahmen, bei denen Synergieeffekte genutzt und konträre Wirkungen ausgeschlossen werden können. Dazu werden im Folgenden lärmindernde Maßnahmen (Tab. 7.1) mit luftreinhaltenden Maßnahmen (Tab. 7.2) "verschnitten".

Tabelle 7.1: Maßnahmen mit hoher Lärminderungswirkung

Maßnahme	Reduktion [dB(A)]
Lärmarmer Fahrbahnbelag	-3
Ortsumfahrung: Verkehrsmenge - 50 %	-3
Verkehrsmenge - 90 %	-10
Geschwindigkeitsreduzierung: 100 auf 50 km/h	-3,7
50 auf 30 km/h	-2,4
Lkw-Verbot: Lkw-Anteil von 10 auf 5 %	-1,8
Lkw-Anteil von 10 auf 1 %	-3
Lkw-Nachtfahrverbot	-3,3
Straßenrückbau, Verengung	bis -2
Förderung des ÖPNV:	
Verkehrsmenge -30 %	-1,5
Verkehrsmenge -50 %	-3,0

Tabelle 7.2: Lärmindernde Wirkung von Maßnahmen mit (hoher) Minderungswirkung auf die Luftbelastung

Maßnahme	Reduktion [dB(A)]
City-Maut, 20 % weniger Kfz-Verkehr	- 1,0
Förderung des ÖPNV	
Verkehrsmenge -30 %	-1,5
Verkehrsmenge -50 %	-3,0
Lkw-Verbot: Lkw-Anteil von 10 auf 5 %	-1,8
Lkw-Anteil von 10 auf 1 %	-3
Straßenrückbau, Verengung	bis -2
Ortsumfahrung: Verkehrsmenge - 50 %	-3
Verkehrsmenge - 90 %	-10
Einführung einer Güterstraßenbahn und Förderung der City-Logistik	-3
Erhöhung der Anteile schadstoffarmer Lkw	0
Lkw-Umweltzone	+

0 = keine Wirkung, + Wirkung vorhanden, genau dB(A)-Angabe aber nicht möglich

Ein Vergleich der beiden Maßnahmentabellen zeigt, dass folgende Maßnahmen die Schnittmengen mit großer Wirkung sowohl die Luft- als auch auf die Lärmbelastung darstellen:

- Ortschaftsfahrten/ Entlastungsstraßen mit Straßenrückbau (mittel- bis langfristig),
- Lkw-Beschränkungen mit Lkw-Lenkungskonzept (kurzfristig),
- Förderung des Umweltverbundes mit Beschränkungen für den MIV (mittel- bis langfristig).

Diese Maßnahmen sind nicht nur in der Lage, Luftschadstoff- und Lärmprobleme effektiv zu mindern, sondern sie tragen auch maßgeblich zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes bei.

Die Maßnahmen

- Geschwindigkeitsreduzierung,
- Lkw-Umweltzone,
- City-Logistik,
- Erhöhung der Anteile schadstoffarmer Lkw

und

- lärmarmere Straßenbelag

sollten ihrer Wirkungsweise entsprechend als flankierende Maßnahmen in Luftreinhalte- bzw. Lärmaktionspläne aufgenommen werden.

Wie auch bei der Wirkung auf die Luftqualität, haben viele Maßnahmen zur Lärmreduzierung alleine keinen ausreichenden Effekt. Sie dienen der Unterstützung anderer Maßnahmen. Der größte Effekt bezüglich der Lärm- und auch der CO₂-Minderung ist auch hier von Maßnahmen zu erwarten, die den Lkw-Verkehr reduzieren. Da der städtische Lieferverkehr vor allem vom leichten Güterverkehr (<3,5 t) dominiert wird, müssen auch in der Lärmreduzierung hier die Maßnahmen ansetzen (leise Reifen). Die schon tot geglaubte City-Logistik kann hier möglicherweise unter anderen Rahmenbedingungen (z. B. Elektro-Mobilität) eine unerwartete Renaissance erfahren.

8. DATENMANAGEMENT

Ausgangssituation und Zielstellung

Eine wesentliche Voraussetzung für eine abgestimmte und effiziente Luftreinhalte-/ Lärmminde-
rungsplanung ist die Nutzung eines gemeinsamen Datensatzes, denn mit der Umsetzung des EU-
Rechts zur Lärminderung und Luftreinhaltung in nationales Recht wird eine neue Qualität einge-
fordert: Weg von anlassbezogenen, hin zu flächendeckenden und periodisch wiederholbaren Ana-
lysen und Planungen.

Damit sind auch neue Herausforderungen an die datenverarbeitungstechnische Infrastruktur ge-
setzt:

- Auf einmal erfasste Daten sollte für neue Analysen wieder zugegriffen werden kön-
nen (z. B. bei zu wiederholenden Berechnungen, Nutzung der Daten von Lärmanaly-
sen für die Betrachtungen zur Luftqualität).
- Ergebnisse von Analysen sollten unmittelbar für Planungen zur Verfügung stehen und
das von beliebigen Clienten (z. B. im Intranet).
- Die Daten sollten für Auswertungen, Berichterstattungen oder auch web-basierte
Bürgerportale verwendet werden können.

Im Forschungsvorhaben wurden die benötigten Umwelt- und Verkehrsdaten der Städte Hannover,
Karlsruhe, Wuppertal und Ludwigsburg in einer Datenbank aufbereitet und in ein Datenmodell in-
tegriert, das eine gemeinsame Datennutzung für das Forschungsvorhaben ermöglichte.

Datenqualifizierung

Eigentlicher Schwerpunkt ist die Bereitstellung und Aufbereitung aller notwendigen Daten. Erfah-
rungen aus Projekten zur Lärmkartierung zeigen, dass die Datenakquisition etwa 60-80 % des Ge-
samtaufwandes der Lärmkartierung umfasst. Die Qualität der Eingangsdaten ist das mit Abstand
entscheidende Kriterium für die Ergebnisqualität.

Die für die Lärmminde-
rungsplanung notwendigen Dateninhalte und -formate sind in der DIN
45687 Beiblatt 1 "Akustik – Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschmissionen im
Freien – Teil 1: QSI-Datenformat und QSI-Modelldatei" aufgelistet.

Der hohe Arbeitsanteil der Datenaufbereitung, der nicht zum eigentlichen "Kerngeschäft" der
Lärmminde-
rungs- und Luftqualitätsbetrachtungen zu zählen ist, und die notwendige Fehlerberei-
nigung verlangen eine Aufbewahrung der Ergebnisse dieses Prozesses und vor allem eine Wieder-
verwendbarkeit der Daten.

Datenhaltung

Die Daten, die durch ihre Qualifizierung einen enormen Wertzuwachs erhalten, sollten in einer Da-
tenbank abgelegt werden, um alle datenstrukturellen und -technischen Voraussetzungen für eine
qualifizierte Wiederverwendung und eine weitergehende, vereinheitlichte Nutzung dieser Daten zu
schaffen. So können erhebliche Effektivitätsgewinne erreicht werden, weil nicht ständig für neue
Projekte die Datenbestände "durchforstet" werden müssen, der Datenbestand bezüglich der abge-
legten Qualität nicht wieder zu hinterfragen und ggf. keine erneute Datenqualifizierungen vorzu-
nehmen ist.

Die Datenverwaltung in einem Geoinformationssystem (GIS) gewährleistet, dass die anschließenden Aktionen, wie Berichterstattung, Präsentation im Web und Erstellung von grafischen und sachlichen Auswertungen, weitgehend automatisiert erfolgen können.

Datenpräsentation

Sowohl die Umgebungslärmrichtlinie als auch die Luftqualitätsrichtlinie fordern die Information und Mitwirkung der Öffentlichkeit. Dafür sollte konsequent auf Web-Technologien zurückgegriffen werden.

Fazit

Es ist der Einsatz eines GIS-gestützten DV-Systems zu empfehlen, das sowohl die Datenverwaltung als auch das Planungsmanagement unterstützt. Die Ergebnisse der Lärm- und Luftqualitätsanalysen und -planungen sollten jeweils in einer eigenen Version mit einem konkreten und für diese Aufgabe fixierten Datenbestand gehalten werden. Berichterstattung, Präsentation im Web, sachliche und grafische Auswertungen können dann weitgehend automatisiert erfolgen.

Wirtschaftlichkeit und Effizienz werden durch die konsequente multiple Nutzung nur einmal zu erfassender Daten und der daraus resultierenden Synergieeffekte dokumentiert, z. B.

- bei der periodischen Wiederholung der genannten Aufgaben (z. B. für die alle fünf Jahre fortzuschreibende Lärminderungsplanung),
- bei Nutzung der Daten für weitergehende Luftqualitäts- und Lärminderungsbeurteilungen (z. B. Scoping-Verfahren in der Bauleitplanung).

Auf diese Weise wird die Nachvollziehbarkeit der Prozesse, eine hohe Rechtssicherheit und Transparenz, ein hoher Grad an Automatisierung gesichert.

ANLAGE I

Verwendete Quellen

- [1] Sachverständigenrat für Umweltfragen (Hg.) (2008)
Umweltgutachten 2008, Umweltschutz im Zeichen des Klimawandels
- [2] Umweltbundesamt (Hg.) (2006)
Verkehrliche Maßnahmen zur Reduzierung von Feinstaub – Möglichkeiten und Minderungspotenziale
- [3] EUROPÄISCHES PARLAMENT
Richtlinien 2002/49/EG vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm
Brüssel, 2002
- [4] EUROPÄISCHES PARLAMENT
Richtlinie 2008/50/EG vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa
Brüssel, 2008
- [5] RICHARD, J. et al
Leitfaden zur Aufstellung des Lärmaktionsplans Hamburg
Aachen, 2008
- [6] Görgen, Dr. R.; Lambrecht, U. (2008)
Hohe Stickstoffbelastungen. Können die NO₂-Luftqualitätsgrenzwerte im Jahr 2010 eingehalten werden?
In: Immissionsschutz 01.08
- [7] Groneck, C. (2007)
Französische Planungsleitbilder für Straßenbahnsysteme im Vergleich zu Deutschland
- [8] Mach, S. von (2008)
Nach den Kommunalwahlen: Neue Tramprojekte in Frankreich; in: Stadtverkehr 7-8/2008
- [9] INGENIEURGRUPPE IVV, HOCHSCHULE BOCHUM (Hrsg.) (2009)
Luftreinhalteplanung und Güterverkehr - Machbarkeitsstudie Entwurf des Endberichts
Aachen/ Bochum 2009
- [10] SWIERZY-GOERZIG, A., JANSSEN, S. (2009)
FiDEUS - Citylogistik neu gedacht
In: Straßenverkehrstechnik 3/ 2010
- [11] Landeshauptstadt München, Referat für Stadtplanung und Bauordnung (Hrsg.) (1998):
Wirtschaftsverkehr in der Region München. In: Beiträge zur Verkehrsentwicklungsplanung, Heft 1/1998
- [12] Umweltbundesamt (Hg.) (2001)
Mobilitätsmanagement zur Bewältigung kommunaler Verkehrsprobleme
- [13] Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung des Landes Nordrhein-Westfalen (ILS), Institut für
Stadtbaugesellschaft der RWTH Aachen (ISB) (Hrsg.) (2000): Mobilitätsmanagement Handbuch - Einführung in
Ziele, Instrumente und Umsetzung von Mobilitätsmanagement,
Produkt der beiden EU-Projekte MOMENTUM und MOSAIC
- [14] Brög, W.; Erl, E.; Mense, N. (2002)
Nachhaltige Mobilität durch Dialog-Marketing, Erfolgreiche Beispiele für Stadt und Land
- [15] Brög, W.; Erl, E. (2004)

JUST DO IT! Wegweiser für Verhaltensänderungen;
Fachtagung "Unde venis – Verkehr – Quo Vadis" an der Universität für Bodenkunde Wien

- [16] Ingenieurbüro Lohmeyer (2010)
Berechnung der Immissionsseitigen Auswirkungen von der Einführung von Tempo 30 auf den Hauptverkehrsstraßen in Ludwigsburg (Entwurf des Endberichts).
Dresden 2010
- [17] AMMOSER, H. (2010)
Mobilitätsmanagement mittels Regio-Maut
In: Straßenverkehrstechnik 3/ 2010
- [18] ROTH, N. (2009)
Wirkungen des Mobility Pricing
Darmstadt 2009
- [19] Handelsverband Deutschland (Hrsg.), (2010)
Stadt und Handel 13
13.April 2010
- [20] Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) (2007)
Hinweise zur Lärmaktionsplanung gemäß UMK-Umlaufbeschluss 33/2007
- [21] Stadt Ludwigsburg
Fachbereich Stadtplanung und Vermessung, Fachbereich Tiefbau und Grünflächen (Hrsg.) (2008)
Entwicklungsperspektiven WEST

Weiterführende Literatur

Bracher, T.; Lehmbrock, M. (Hg.) (2008)
Steuerung des städtischen Kfz-Verkehrs. Parkraummanagement, City-Maut und Umweltzonen. Difu-Impulse Band 6/2008

Crawford, D. (2008)
Commercial Gain, in: ITS international March/April 2008

Enquête-Kommission "Zukunft der Mobilität" Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2000)
Die Zukunft der Mobilität in Nordrhein-Westfalen

Forum DIE GRÜNE STADT (Hg.) (2008)
Bäume und Pflanzen lassen Städte atmen, Schwerpunkt - Feinstaub

Ingenieurbüro Lohmeyer (2006)
Maßnahmen der Landeshauptstadt Stuttgart zur möglichen Einhaltung der Luftschadstoffgrenzwerte

Kappis, C. et al. (2007)
Studie zum wissenschaftlichen Erkenntnisstand über das Feinstaubfilterungspotential (qualitativ und quantitativ) von Pflanzen

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) (2006)
Wirkung von Lkw-Durchfahrtsverboten auf die Feinstaubbelastung in Stuttgart und Pleidelsheim

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) (2007)
Spotmessungen 2006. Darstellung der Messergebnisse

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) (2008)
Spotmessungen 2007. Darstellung der Messergebnisse

- Nagel, T. (2004)
Ist die Einhaltung der Feinstaubgrenzwerte in Stuttgart ohne Verkehrsbeschränkungen möglich?
Präsentation der Gutachter
- Nagel, T.; Haupt, S.; Wees, T. von (2004)
Maßnahmenbetrachtungen zu PM10 im Zusammenhang mit Luftreinhalteplänen.
- PGN Planungsgruppe Nord (Hg.) 2006
MobilitätsManagement. Beispiele der kosteneffizienten und umweltschonenden Gestaltung des Berufsverkehrs für Betriebe in der Landeshauptstadt Dresden
- Sähn, E.; Klingner, M. (2006)
Auswirkungen ordnungsrechtlicher Verkehrsmaßnahmen auf die lokale Feinstaubbelastung unter Berücksichtigung meteorologischer Einflüsse
- Stambouli, J. (2007)
Les territoires des tramway moderne: de la ligne à la ville durable
- Umweltbundesamt (Hg.) (2005)
Determinanten der Verkehrsentstehung, UBA-Texte 26/05
- Umweltbundesamt (Hg.) (2007)
Maßnahmen zur Reduzierung von Feinstaub und Stickstoffdioxid, UBA-Texte 22/07
- Verkehrsclub Deutschland (Hg.) (2004)
VCD Position: City-Maut
- EUROPÄISCHER GERICHTSHOF
Richtlinie 96/62/EG – Beurteilung und Kontrolle der Luftqualität – Festlegung der Grenzwerte – Recht eines in seiner Gesundheit beeinträchtigten Dritten auf Erstellung eines Aktionsplans
Urteil der 2. Kammer vom 25. Juli 2008, C 237/07
- UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.)
Mehr als lästig: Lärmwirkungen. UBA-Jahresbericht 1999
Berlin, 1999
- SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN
Umweltgutachten 2004 - Umweltpolitische Handlungsfähigkeit sichern
Berlin, 2004
- SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN
Sondergutachten Umwelt und Straßenverkehr, Hohe Mobilität – Umweltverträglicher Verkehr
Berlin, 2005
- RICHARD, J. et al
Kombinierte Luftreinhalte- und Lärminderungsplanung Fontanestadt Neuruppin
Aachen, 2005
- REIDENBACH, M. et al
Investitionsrückstand und Investitionsbedarf der Kommunen
Berlin, 2008
- Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Straßen (VBUS),
15. Mai 2006

Internetquellen:

- [I 1] http://www.bast.de/nn_42544/DE/Publikationen/Datenbanken/MARLIS/MARLIS.html
letzter Zugriff: 17.02.2010
- [I 2] www.bast.de/cln_007/nn_42254/DE/Publikationen/Downloads/downloads/luftqualit_C3_A4t-vortrag-schneider,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/luftqualit-vortrag-schneider.pdf
letzter Zugriff: 11.02.2010
- [I 3] Görgen, R.: Aktivitäten der Bundesregierung zur Minderung der NO₂-Belastung.
Vortrag zur Fachtagung "Herausforderung NO₂-Immissionen - Gesetzgebung, Luftbelastung, Lösungen"
vom 03. und 04.2010 in Heidelberg: www.no2-tagung2010.de
letzter Zugriff: 27. April 2010
- [I 4] <http://www.bafu.admin.ch/laerm/01146/07468/index.html?lang=de>
letzter Zugriff: 14.06.2010
- [I 5] http://www.bmvbs.de/Anlage/original_1120007/Richtlinie-zur-Foerderung-der-Anschaffung-emissionsarmer-schwerer-Nutzfahrzeuge-vom-18.-Januar-2010.pdf
letzter Zugriff: 22.02.2010
- [I 6] www.transport-efficiency.com/de/de.jsp
letzter Zugriff: 13.11.2009
- [I 7] www.verkehrsrundschau.de
letzter Zugriff: 13.11.2009
- [I 8] EnergieAgentur.NRW: www.energieagentur.nrw.de/infopool/page.asp?InfID=7442
letzter Zugriff: 27. April 2010
- [I 9] www.mitfuso.com/pages/news-hevconcept.html
letzter Zugriff: 18.02.2010
- [I 10] <http://ag.sixt.de/unternehmen/news/article/sixt-freie-fahrt-fuer-lkw-in-berliner-umweltzone/>
letzter Zugriff: 03.Mai 2010
- [I 11] http://www.saarbahn.de/wir_ueber_uns/verkehrskonzept/
letzter Zugriff: 12.11.2008
- [I 12] www.aachen.ihk.de/de/verkehr/verkehr_logistik.htm
letzter Zugriff: 05.02.2010
- [I 13] <http://www.ilv.de/fileadmin/pdf/City-Logistik-Projekt.pdf>
letzter Zugriff: 19.02.2010
- [I 14] www.ips.de/presse/pressemitteilungen/lkw-leitsystem.html
letzter Zugriff: 04.02.2010
- [I 15] <http://www.citycargo.nl/voordelen.htm>
letzter Zugriff: 13.11.2008
<http://www.delaatstemeter.nl/soms-gaat-het-fout/amsterdamse-city-cargo-de-laatste-halte/>
letzter Zugriff: 14. November 2008
- [I 16] <http://www.bmu.de/verkehr/doc/42735.php>
letzter Zugriff: 03.Mai 2010
- [I 17] www.transportlearning.net/docs/Zusammenfassung_ITS.pdf
letzter Zugriff: 03.Mai 2010

- [I 18] www.dresden.de/media/pdf/mobilitaet/Dresdner_Mobilit__tsstrategie.pdf
letzter Zugriff: 10.02.2009
- [I 19] www.mobilsevice.ch/mobilsevice/akten/mobilitaet/list-aller-beispiele-1.html?&fa_view_pracircefolder_file_1837
letzter Zugriff: 10.02.2009
- [I 20] <http://www.bdwi.de/forum/archiv/archiv/97697.html>
letzter Zugriff: 10.11.2008
- [I 22] <http://www.env-it.de/umweltbundesamt/luftdaten/trsyear.fwd?comp=PM1>
letzter Zugriff: 08.01.2010
- [I 23] http://www.lanuv.nrw.de/luft/immissionen/ber_trend/Beurteilung-2006-BezReg-Tabelle.pdf
letzter Zugriff: 14. November 2008
- [I 24] http://www.lanuv.nrw.de/luft/immissionen/ber_trend/EU-Kenngr2007-E2.pdf
letzter Zugriff: 14. November 2008

ANLAGE II

Fallbeispiele

1. Auswahl und Ausgangssituation

Über verschiedene Verteiler (Deutscher Städtetag, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Umweltbundesamt, Ministerium für Umwelt, Natur, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW, Deutsches Institut für Urbanistik) wurden Städte als Fallbeispiele gesucht. Insgesamt gingen 15 Bewerbungen ein. Es wurden die Städte

- Hannover,
- Karlsruhe,
- Wuppertal und
- Ludwigsburg (mit reduziertem Bearbeitungsumfang)

als Fallbeispiele ausgewählt, die dem Anforderungsprofil entsprachen:

- Lärmberechnungen müssen flächendeckend (mindestens für alle Straßenzüge mit mehr als 3 Mio. Kfz/Jahr) vorliegen,
- Es muss Belastungsschwerpunkte von Luftschadstoffen und Lärm geben,
- Maßnahmen zur Behebung der Probleme sollten zumindest begonnen sein,
- zur Wirkungsabschätzung sollte ein Verkehrsmodell vorhanden sein.

2. Hannover

Die Landeshauptstadt Hannover ist als Großstadt, Arbeitsplatz- und Einzelhandelsschwerpunkt und bedeutender Messestandort Quelle oder Ziel zahlreicher Relationen sowohl im städtischen als auch im regionalen und überregionalen Verkehr. Durch Autobahnen und vierstreifig ausgebaute Schnellstraßen ist die Umfahrung der Innenstadt Hannovers für den Transitverkehr ohne nennenswerte Verlängerung der Route möglich.

Im öffentlichen Verkehr ist Hannover sowohl regionaler als auch überregionaler Schienenverkehrsknoten. Es gibt ein leistungsfähiges Stadtbahnsystem, dessen Strecken in der City mit Ausnahme einer Achse unterirdisch verlaufen.

Immissionsberechnungen

Aufgrund der hohen Bedeutung der City als Wegeziel bzw. -quelle und der entsprechend hohen Verkehrs- und Schadstoffbelastung auf den Ausfallstraßen sowie aufgrund der Rahmenbedingungen (Raumstruktur, Alternativrouten für Transitverkehre, bestehendes hochwertiges ÖPNV-System) wird für Hannover als Kernmaßnahme die City-Maut gewählt. Dieses bisher im deutschen Recht nicht vorgesehene Instrument lässt in Hannover eine deutlich verringerte Kfz-Menge erwarten.

Ergänzt wird die City-Maut durch eine Verstetigung des Verkehrsflusses, der durch die Einführung eines Verkehrsmanagementsystems erreicht werden soll, das auf den vorhandenen Strukturen, die zur Expo 2000 und zur WM 2006 geschaffen wurden, aufsetzt.

Tabelle A 2.1: Maßnahmenpaket Hannover

	Hinweise zur Umsetzung im Verkehrsmodell	Verkehrsreduzierung (*)
1. Kernmaßnahmen		
Verkehr vermeiden/verlagern: <ul style="list-style-type: none"> ■ City-Maut ■ Verkehrsmanagementsystem zur Verstetigung des Verkehrsflusses 	Erhöhung der Kosten	20 % in der Mautzone
2. Flankierende Maßnahmen		
Verkehr verträglich abwickeln: <ul style="list-style-type: none"> ■ Lkw-Fahrverbote 	Abbiegeverbote bzw. Streckensperrungen für ausgewählte Segmente (Lkw_gesamt, Lkw > 3,5 t, Lkw > 7,5 t usw.)	32 % Lkw in der Mautzone (**)
Verkehr vermeiden/verlagern: <ul style="list-style-type: none"> ■ aktives Mobilitätsmanagement: Dialog-Marketing und/oder betriebliches Mobilitätsmanagement ■ Kapazitätserhöhungen im öffentlichen Verkehr ■ Rückbau von städtischen Hauptverkehrsstraßen ■ Förderung des Radverkehrs 	Erhöhung der Besetzungsgrade Erhöhung des Fahrtenaufkommens durch Taktverdichtung, neue Haltestellen, neue Linien, größeres Sitzplatzangebot der Verkehrsmittel Änderung der Geschwindigkeit, Kapazität Reduzierung der Fahrzeit durch neue, zeitkürzere Routen	15 % im gesamten Untersuchungsraum (***)
3. Ergänzende Maßnahmen		
Verkehr vermeiden/verlagern: <ul style="list-style-type: none"> ■ Abstimmung Siedlungsflächenentwicklung ■ Steuerung Einzelhandelsflächenentwicklung 	Nur im Rahmen der Verkehrserzeugung zu modellieren	
Maximale Verkehrsreduzierung nach Umsetzung des kompletten Maßnahmenpakets		31 % Pkw 32 % Lkw

(*) Die Angaben der Verkehrsreduzierungen stammen aus der MARLIS-Datenbank und der Literaturrecherche.

(**) Lkw-Lenkungskonzepte sind bereits realisiert und der Lkw-Verkehr fährt (im Wesentlichen) auf den gewünschten Routen. Lkw-Durchgangsfahrten durch die Mautzone finden nicht statt. Deshalb fand keine Umsetzung im Verkehrsmodell statt.

(***) Umsetzung im Verkehrsmodell durch Erhöhung des Besetzungsgrades von 1,2 auf 1,4.

Hinweis: Die Umsetzung der Maßnahmen im Verkehrsmodell der Stadt Hannover erfolgte in zwei Szenarien (City-Maut und Erhöhung des Besetzungsgrades). Die Immissionsberechnungen bestehen deshalb aus zwei Prognose-Planfällen.

Bewertung der Maßnahmen

Die Bewertung der Maßnahmenwirkung nach den Bewertungskriterien der MARLIS-Datenbank auf die NO₂- und PM10-Belastungen ist in Tabelle A 2.2 zusammengefasst.

Tabelle A 2.2: Bewertung der Maßnahmenwirkung für das Fallbeispiel Hannover

	Prognose-0-Fall; Reduzierung gegenüber dem Analysefall		Prognose-Planfall "City-Maut"; Reduzierung gegenüber dem Prognose-0-Fall		Prognose-Planfall "Erhöhung des Besetzungsgrades"; Reduzierung gegenüber dem Prognose-0-Fall	
	µg/m ³	Wirkungskategorie	µg/m ³	Wirkungskategorie	µg/m ³	Wirkungskategorie
Über das Untersuchungsgebiet (bzw. die Mautzone) gemittelte Werte						
NO ₂ -Jahresmittelwert	-1 (-1,3)*	mittel	-0,5 (-0,7)*	gering	-0,5	gering
PM10-Jahresmittelwert	-0,5 (-0,6)*	gering	-0,3 (-0,3)*	gering	-0,3	gering
Maximalwerte im Untersuchungsgebiet						
NO ₂ -Jahresmittelwert	-3	mittel	-1,9	mittel	-1,5	mittel
PM10-Jahresmittelwert	-4	mittel	-1	gering	-1	gering

* Angabe gilt für Mautzone

Die Wirkung der umgesetzten Maßnahmenbündel ist im Mittel gering und zeigt bei den Maximalwerten eine geringe bis mittlere Wirkung. Ein Grund dafür könnte sein, dass die Reduzierungen des DTV sich nicht zu 100 % auf die Reduzierungen der Schadstoffe übertragen. Für beide Prognose-Planfälle gilt, dass die Effektivität der umgesetzten Maßnahmen bei den PM10-Zusatzbelastungen ca. 77 % und bei den NO₂-Zusatzbelastungen nur 50 % beträgt. Zur Feinstaubbelastung trägt neben der Abgasemission zum großen Teil auch die Staubaufwirbelung bei, NO₂-Emissionen entstehen überwiegend aus Stickoxiden, welche Dieselmotoren emittieren. Der größte Emittent von Stickoxiden ist aber der Schwerverkehr, der im Fallbeispiel Hannover unverändert blieb.

Interessant ist, dass sich in Hannover durch die Einführung der Umweltzone "Best case" (Einfahrt nur mit grüner Plakette) eine höhere Reduzierung der Schadstoffbelastungen erreichen lässt als durch die Einführung einer City-Maut. Durch die Modernisierung der Verkehrsflotte bzw. eine Beschränkung auf solche Fahrzeuge scheint die Emissionen stärker zu reduzieren als eine allgemeine Verringerung der Verkehrsbelastung in der Maut-Zone.

3. Karlsruhe

Wesentliches Alleinstellungsmerkmal des Fallbeispiels Karlsruhe ist das in den letzten Jahrzehnten konsequent innerhalb der Stadt und bis weit in das Umland ausgebaute Straßen- und Stadtbahnnetz. Hierbei sind sowohl innerstädtische Neubaustrecken als auch durch den Übergang auf Eisenbahnstrecken attraktive Verbindungen in die Region entstanden. In den kommenden Jahren liegt der Schwerpunkt in einer Erhöhung der Kapazität in der Karlsruher Innenstadt.

Immissionsberechnungen

Mit dem attraktiven Straßenbahnsystem ist in Karlsruhe eine der Kernmaßnahmen bereits in weiten Teilen umgesetzt. Als weitere Kernmaßnahme ist die Verbesserung des innerstädtischen Lieferverkehrs vorgesehen. Durch uneingeschränkte Lieferzeiten in Ladezonen und die Einrichtung von Lkw-Fahrverboten wird eine ausreichend starke Nutzung der City-Logistik angenommen.

Tabelle A 3.1: Maßnahmenpaket Karlsruhe

	Hinweise zur Umsetzung im Verkehrsmodell	Verkehrsreduzierung (*)
1. Kernmaßnahme		
Verkehr vermeiden/verlagern: <ul style="list-style-type: none"> ■ (intensive Förderung des öffentlichen Verkehrs: bereits weit vorangeschritten) ■ Umfangreiche Maßnahmen im Güterverkehr, z.B. Nutzung der Straßenbahn für Gütertransporte + Einbindung der Paketlogistik in die City-Logistik 	Erhöhung des Fahrtenaufkommens durch Taktverdichtung, neue Haltestellen, neue Linien, größeres Sitzplatzangebot der Verkehrsmittel Verringerung ausgewählter Nachfragesegmente (Lkw_gesamt, Lkw > 3,5 t, Lkw > 7,5 t usw.)	31 % Lkw im Belieferungsgebiet der Cargo-Tram
2. Flankierende Maßnahmen		
Verkehr verträglich abwickeln: <ul style="list-style-type: none"> ■ Lkw-Fahrverbote 	Abbiegeverbote bzw. Streckensperrungen für ausgewählte Segmente (Lkw_gesamt, Lkw > 3,5 t, Lkw > 7,5 t etc.)	
Verkehr vermeiden/verlagern: <ul style="list-style-type: none"> ■ aktives Mobilitätsmanagement: Dialog-Marketing und/oder betriebliches Mobilitätsmanagement ■ Rückbau von städtischen Hauptverkehrsstraßen ■ Förderung des Radverkehrs ■ beschleunigte Umsetzung der Umweltzone (früheres Fahrverbot für Schadstoffgruppen 2 und 3) 	Erhöhung der Besetzungsgrade Änderung der Geschwindigkeit, Kapazität Reduzierung der Fahrzeit durch neue, zeitkürzere Routen Abbiegeverbote bzw. Streckensperrungen für ausgewählte Segmente (Pkw_Schad2, Pkw_Schad)	12 % Pkw und 24 % Lkw im gesamten Untersuchungsraum

	Hinweise zur Umsetzung im Verkehrsmodell	Verkehrsreduzierung (*)
3. Ergänzende Maßnahmen		
Verkehr vermeiden/verlagern: <ul style="list-style-type: none"> ■ Abstimmung Siedlungsflächenentwicklung ■ Steuerung Gewerbeflächenentwicklung (ABC-Planung) ■ Steuerung Einzelhandelsflächenentwicklung 	Nur im Rahmen der Verkehrserzeugung zu modellieren	
Maximale Verkehrsreduzierung nach Umsetzung des kompletten Maßnahmenpakets		12 % Pkw 55% Lkw

(*) Die Angaben der Verkehrsreduzierungen stammen aus der MARLIS-Datenbank und der Literaturrecherche.

Bewertung der Maßnahmen

Die Bewertung der Maßnahmenwirkung nach den Bewertungskriterien der MARLIS-Datenbank auf die NO₂- und PM10-Belastungen ist in Tabelle A 3.2 zusammengefasst.

Tabelle A 3.2: Bewertung der Maßnahmenwirkung für das Fallbeispiel Karlsruhe

	Prognose-Nullfall; Reduzierungen gegenüber dem Analysefall		Prognose-Planfall; Reduzierungen gegenüber dem Prognose-Nullfall	
	µg/m ³	Wirkungskategorie	µg/m ³	Wirkungskategorie
Über das Untersuchungsgebiet gemittelte Werte				
NO ₂ -Jahresmittelwert	0,7	gering	-1,7	mittel
PM10-Jahresmittelwert	0,3	gering	-0,6	gering
Maximalwerte im Untersuchungsgebiet				
NO ₂ -Jahresmittelwert	-2,8	mittel	-10,5	sehr hoch
PM10-Jahresmittelwert	-1,4	mittel	-3,9	mittel

Die Wirkung der umgesetzten Maßnahmenbündel ist im Mittel gering bis mittel und zeigt bei den Maximalwerten eine mittlere bis sehr hohe Wirkung. Die Reduzierungen des DTV haben in Karlsruhe einen starken Einfluss auf die Höhe aller Schadstoffkomponenten, insbesondere da die Maßnahmen auch den Schwerverkehr umfassen.

Die größten Verringerungen von Zusatzbelastungen der Schadstoffe NO₂ und PM10 finden da statt, wo durch die Maßnahmen eine große Reduzierung des Schwerverkehrs erreicht wird.

Die Reduzierung des Schwerverkehrs wirkt sich deutlicher auf die NO₂-Zusatzbelastungen als auf die Feinstaub-Zusatzbelastungen aus, da die Feinstaubbelastung zu einem großen Teil durch die Staubaufwirbelung bestimmt wird und die Abgasemission nur einen Teil zur Feinstaubbelastung beiträgt.

4. Wuppertal

Innerstädtisch ist die Stadt Wuppertal durch eine polyzentrische Struktur gekennzeichnet. Die im Tal der Wupper gelegenen städtischen Zentren werden sowohl mit der Schwebebahn als auch mit der S-Bahn und dem übrigen ÖPNV hochwertig untereinander verbunden. Hieraus resultiert auch der bereits hohe Nutzungsgrad öffentlicher Verkehrsmittel. Die nördlich und südlich dieses Zentrenbandes gelegenen Quartiere sind durch Buslinien erschlossen.

Immissionsberechnungen

Im Zuge der Lückenschließung der Südumfahrung werden auf bisherigen Routen des Durchgangsverkehrs Kapazitäten frei, die für eine Beschleunigung des Busverkehrs, beispielsweise auf weitgehend eigenen Trassen, genutzt werden können. Eine solch intensive Förderung des öffentlichen Nahverkehrs wird als zweite Kernmaßnahme für Wuppertal modelliert.

Tabelle A 4.1: Maßnahmenpaket Wuppertal

	Hinweise zur Umsetzung im Verkehrsmodell	Verkehrsreduzierung (*)
1. Kernmaßnahmen		
Verkehr vermeiden/verlagern:		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Lückenschluss vierstreifige Südumfahrung + Rückbau von Hauptverkehrsstraßen im städtischen Netz ■ intensive Förderung des öffentlichen Verkehrs: Beschleunigung Bussystem 	<p>Änderung der Geschwindigkeit, Kapazität</p> <p>Erhöhung des Fahrtenaufkommens durch Taktverdichtung, neue Haltestellen, neue Linien, größeres Sitzplatzangebot der Verkehrsmittel</p>	4,3 % im gesamten Untersuchungsraum
2. Flankierende Maßnahmen		
Verkehr vermeiden/verlagern:		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Parkraummanagement: Verknappung des Angebots und Anpassung der Gebühren ■ aktives Mobilitätsmanagement: Dialog-Marketing und/oder betriebliches Mobilitätsmanagement 	<p>Verschlechterung der Kfz-Nutzungs-Attraktivität durch Erhöhung der Kosten, Einbau zusätzlicher Streckenwiderstände</p> <p>Erhöhung der Besetzungsgrade</p>	5,9 % im gesamten Untersuchungsraum
3. Ergänzende Maßnahmen		
Verkehr vermeiden/verlagern:		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Abstimmung Siedlungsflächenentwicklung ■ Steuerung Gewerbeflächenentwicklung (ABC-Planung) ■ Steuerung Einzelhandelsflächenentwicklung 	Nur im Rahmen der Verkehrserzeugung zu modellieren	
Maximale Verkehrsreduzierung nach Umsetzung des kompletten Maßnahmenpakets		15,3 %

(*) Die Angaben der Verkehrsreduzierungen stammen aus der MARLIS-Datenbank und der Literaturrecherche.

Bewertung der Maßnahmen

Die Bewertung der Maßnahmenwirkung nach den Bewertungskriterien der MARLIS-Datenbank auf die NO₂- und PM10-Belastungen ist in Tabelle A 4.2 zusammengefasst.

Tabelle A 4.2: Bewertung der Maßnahmenwirkung für das Fallbeispiel Wuppertal

	Prognose-0-Fall; Reduzierung gegenüber dem Prognose-0-Fall ohne Umweltzone		Prognose-Planfall 1; Reduzierung gegenüber dem Prognose-0-Fall		Prognose-Planfall 2; Reduzierung gegenüber dem Prognose-0-Fall	
Über das Untersuchungsgebiet gemittelte Werte	µg/m ³	Wirkungskategorie	µg/m ³	Wirkungskategorie	µg/m ³	Wirkungskategorie
NO ₂ -Jahresmittelwert	1,3	mittel	0,4	gering	-0,8	gering
PM10-Jahresmittelwert	0,6	gering	0,2	gering	-0,4	gering
Maximalwerte im Untersuchungsgebiet	µg/m ³	Wirkungskategorie	µg/m ³	Wirkungskategorie	µg/m ³	Wirkungskategorie
NO ₂ -Jahresmittelwert	12,1	mittel	4,3	mittel	4,8	mittel
PM10-Jahresmittelwert	4,8	mittel	3,2	mittel	3,9	mittel

Die Einführung der Umweltzone zeigt geringe bis mittlere Wirkungen nach MARLIS.

Die Maßnahmen der Prognose-Planfälle zeigen in Wuppertal im Mittel geringe bis mittlere Wirkungen nach MARLIS. Prognose-Planfall 1, in welchem der Lückenschluss der Ortsumfahrung umgesetzt wurde, führt auf vielen Straßenabschnitten sogar zu Erhöhungen der Schadstoffbelastung aufgrund Zunahmen der Verkehrsbelastungen durch Verkehrsverlagerungen. Im Zusammenhang mit den flankierenden Maßnahmen Parkraummanagement und aktives Mobilitätsmanagement, welche zusätzlich zum Lückenschluss im Prognose-Planfall 2 umgesetzt wurden, ist aber insgesamt eine Reduzierung der Schadstoffkonzentrationen erreicht worden. Die flankierenden Maßnahmen sind hier also eine wichtige Ergänzung zur Kernmaßnahme Lückenschluss Ortsumfahrung und spielen für die Gesamtwirkung eine wichtige Rolle.

Hierzu ist festzustellen, dass an dieser Stelle nicht deutlich wird, wo im Stadtgebiet Wuppertal die Erhöhungen oder Verringerungen der Konzentrationen stattfinden. Erfolgen die Reduzierungen im belasteten Stadtinneren mit dichter Wohnbebauung und die Erhöhungen auf Schnellstraßen und Autobahnen am Stadtrand mit großen Abständen zur nächsten Wohnbebauung können die Maßnahmen des Planfalles 1 und 2 trotzdem sehr sinnvoll sein und in lokalen Bereichen zu großen Entlastungen führen. Bei verkehrsverlagernden Maßnahmen ist daher eine detaillierte Betrachtung der Belastungsschwerpunkte sowie der Ausweichverkehrswege nötig. In dieser Untersuchung wurde immer das gesamte Stadtgebiet betrachtet und die Wirksamkeit der Maßnahmen auf das gesamte Stadtgebiet bezogen.

Die Wirkung auf die Feinstaubbelastung ist ähnlich wie auf die Stickstoffdioxid-Gesamtbelastung, die Maßnahmen beider Prognose-Planfälle zeigen geringe bis nicht feststellbare Wirkungen, wobei

die Wirkung von Prognose-Planfall 2 gegenüber Prognose-Planfall 1 höher ist. Auch hier sind teilweise geringe Zunahmen zu verzeichnen.

Die verkehrlichen Maßnahmen in Wuppertal bewirken nicht nur Reduzierungen des DTV, sondern auch Zunahmen des Verkehrs. Diese Zunahmen der Verkehrsbelastungen auf benachbarten Straßenabschnitten dämpfen teilweise die Wirksamkeit der Maßnahmen auf den entsprechenden Straßenabschnitten, da von den von Zunahmen betroffenen Straßenabschnitten zusätzliche Schadstoffeinträge zu erwarten sind. Bei der Auswertung der Effektivität wurden lediglich die Straßenabschnitte einbezogen, auf denen Abnahmen der Verkehrsbelastungen zu erwarten sind. Die Effektivität der Maßnahmen auf die PM10-Zusatzbelastung beträgt für den Prognose-Planfall 1 im Mittel ca. 70 % und für den Prognose-Planfall 2 im Mittel ca. 83 %.

Der Einfluss der verkehrlichen Maßnahmen auf die NO₂-Zusatzbelastungen ist geringer als beim Feinstaub, aber nicht zu vernachlässigen. Die mittlere Effektivität der Maßnahmen auf die NO₂-Zusatzbelastungen beträgt für den Prognose-Planfall 1 ca. 44 % und für den Prognose-Planfall 2 ca. 50 %. Die Wirkung der Maßnahmen hängt bei den Stickstoffdioxidbelastungen unter anderem vom Schwerverkehrsanteil ab, insbesondere da die größten Emittenten von Stickoxiden die Lkw sind, welche in der Regel mit Dieselmotoren ausgestattet sind. Wenn nur die Anzahl der Pkw reduziert wird, ergibt sich somit eine wesentlich größere Wirkung auf Veränderungen der NO₂-Zusatzbelastung bei einem niedrigen Lkw-Anteil, während bei einem hohen Lkw-Anteil die Wirkung der Veränderung des DTV und damit der Pkw auf die NO₂-Zusatzbelastung eher gering ist. Da die Anzahl der Lkw nicht verändert wurde, werden auch keine großen Wirkungen auf die NO₂-Zusatzbelastung erwartet.

5. Ludwigsburg

Als Mittelzentrum sind die lokalen Rahmenbedingungen in Ludwigsburg mit den anderen Fallbeispielstädten nicht vergleichbar und es werden keine Immissionsberechnungen durchgeführt. Die Belastungssituation zwingt aber auch hier zu umfangreichen Eingriffen.

Immissionsberechnungen

In Ludwigsburg wird im Bereich der Kernstadt aufbauend auf den bereits umgesetzten Tempo 30-Zonen eine flächendeckende Absenkung der zulässigen Geschwindigkeit auf 30 km/h zur Verstärkung des Verkehrsflusses als Kernmaßnahme betrachtet. Darin werden klassifizierte Straßen bzw. das Vorbehaltsnetz eingeschlossen.

Für den Stadtteil Eglosheim wird die geplante Ortsumfahrung als Kernmaßnahme verwendet, die abschnittsweise die bestehende A 81 nutzt.

Tabelle A 5.1: Maßnahmenpaket Ludwigsburg

	Hinweise zur Umsetzung im Verkehrsmodell	Verkehrsreduzierung (*)
1. Kernmaßnahmen		
Verkehr verträglich abwickeln: <ul style="list-style-type: none"> ■ Eglosheim: Bau einer Ortsumfahrung (+ Rückbau von städtischen Hauptverkehrsstraßen) ■ Kernstadt: Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 30 km/h (+ Straßenrückbau) 	Änderung der Netztypisierung (Streckenattribute: Geschwindigkeit, Kapazität)	15 % in der Umweltzone
2. Flankierende Maßnahmen		
Verkehr vermeiden/verlagern: <ul style="list-style-type: none"> ■ aktives Mobilitätsmanagement: Dialog-Marketing und/oder betriebliches Mobilitätsmanagement ■ beschleunigte Umsetzung der Umweltzone (früheres Fahrverbot für Schadstoffgruppen 2 und 3) 	Erhöhung der Besetzungsgrade Abbiegeverbote bzw. Streckensperrungen für ausgewählte Segmente (Pkw_Schad2, Pkw_Schad3)	9 % Pkw und 24 % Lkw in der Umweltzone
3. Ergänzende Maßnahmen		
Verkehr vermeiden/verlagern: <ul style="list-style-type: none"> ■ Förderung des Radverkehrs ■ Abstimmung Siedlungsflächenentwicklung ■ Steuerung Gewerbeflächenentwicklung ■ Steuerung Einzelhandelsflächenentwicklung 	Reduzierung der Fahrzeit durch neue, zeitkürzere Routen Nur im Rahmen der Verkehrserzeugung zu modellieren	13 % in der Umweltzone
Maximale Verkehrsreduzierung nach Umsetzung des kompletten Maßnahmenpakets		33 % Pkw 24 % Lkw

(*) Die Angaben der Verkehrsreduzierungen stammen aus der MARLIS-Datenbank und der Literaturrecherche.

Prognosefall "Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 30 km/h"

Die für die Kernstadt Ludwigsburg vorgesehene Maßnahme "Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 30 km/h (auch auf Hauptverkehrsstraßen)" wird mit einem aktiven Mobilitätsmanagement kombiniert. Bei letzterem werden modellhaft die Besetzungsgrade erhöht, wie es auch in Hannover durchgeführt wurde (Planfall "Erhöhung Besetzungsgrad"). Da in Ludwigsburg Maßnahmen zur Förderung des ÖPNV vorgesehen sind, könnte die Effektivität von Hannover mit 77 % (PM10) bzw. 50 % (NO₂) möglicherweise übertroffen werden. Die Recherche über Geschwindigkeitsreduzierungen auf 30 km/h auf die Schadstoffbelastung ergab sehr unterschiedliche Ergebnisse. Die Spannweite der Immissionsminderung reicht für PM10 und NO₂ von 1,5 % bis 10 %.[1 1]

Die Immissionsmessungen [16] zeigen, dass die Einführung von Geschwindigkeitsreduzierungen auf 30 km/h auf Hauptverkehrsstraßen zu einer Verringerungen der verkehrsbedingten Luftschadstoffbelastungen beitragen kann, eine Einhaltung der Grenzwerte daraus aber nicht abzuleiten ist. Gegenüber dem Referenzzustand (0-Fall 2010) weisen an den straßennahen Standorten mit der Einführung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h die

- NO₂-Belastungen zwischen 94 % und 98 % der Gesamtbelastungen auf,
- die PM10-Belastungen ca. 97 % der Gesamtbelastungen auf.

Trotz der Einführung einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h auf Hauptverkehrsstraßen muss dennoch erwartet werden, dass der PM10-Kurzzeitbelastungswert überschritten wird.

Die Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit im Hauptstraßennetz soll nicht zu Ausweichverkehren in empfindlichere Bereiche führen. Da im Nebenstraßennetz der Verkehrswiderstand jedoch deutlich höher ist als im Hauptstraßennetz, sind Ausweichverkehre eher als Ausnahme anzusehen.

Bewertung der Maßnahme "Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 30 km/h"

Eine dauerhafte Unterschreitung der Grenzwerte durch eine Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf Hauptverkehrsstraßen auf 30 km/h ist zumindest für Ludwigsburg wegen des relativ geringen Minderungspotenzials auszuschließen. Die Belastungen reduzieren sich

- bis zu 4 % bei NO₂ und
- bis zu 5 % bei PM10.

"Für die Belastung des PM10-Kurzzeitbelastungswertes, d.h. der Überschreitung eines PM10-Tagesmittelwertes von 50 µg/m₃ an mehr als 35 Tagen pro Jahr,[...] ist zu erwarten, dass dieser an den SPOT-Messstellen überwiegend auch mit Einführung von Tempo 30 der PM10 überschritten wird." [16] Insgesamt ist aus den Ergebnissen zu schließen, dass die Einführung der Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 30 km/h auf Hauptverkehrsstraßen zu gewissen Verringerungen der verkehrsbedingten Luftschadstoffbelastungen führen kann, "[...] eine mögliche Einhaltung der Grenzwerte ist daraus jedoch nicht abzuleiten. Die immissionsseitigen Minderungen sind vergleichbar mit den jeweiligen Wirkungen, die durch die Einführung einer Umweltzone im Rahmen der Betrachtung für den Luftreinhalteplan Ludwigsburg berechnet wurden." [16]

Mit dem Bau der Ortsumfahrung und dem Rückbau von Ortsdurchfahrten (s.u.) können positive Effekte erzielt werden. Die Ortsumfahrung muss in Ludwigsburg als starke Maßnahme Teil des Maßnahmenpakets sein. Die Geschwindigkeitsreduzierung wirkt als unterstützende Maßnahme.

Prognosefall "Ortsumfahrung und Straßenrückbau in Eglosheim"

Der Bau einer Ortsumfahrung Eglosheim im Zuge des Ausbaus der A 81 soll die stark belastete Ortsdurchfahrten (B 27, L 1138) entlasten. Die Ortsdurchfahrt soll anschließend ihrer neuen Netzaufgabe entsprechend zurückgebaut werden. Die Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 30 km/h (siehe oben) unterstützt diese Maßnahme. Um die Staugefahr auf der A 81 und Ausweichverkehre auf den Ortsdurchfahrten zu mindern, soll der Standstreifen der A 81 mit einer dynamischen Anzeige temporär für den Verkehr frei gegeben werden (wie auf der A 8 südlich Kirchheim unter Teck). In jedem Fall müssen die Belange der Nachbargemeinden berücksichtigt werden, was sich in einer Machbarkeitsstudie der Stadt Ludwigsburg über die Auswirkungen verschiedener Varianten der Ortsumfahrung nieder schlug ("Entwicklungsperspektiven WEST") [21]. Die Variante mit den besten Entlastungswirkungen war hierbei diejenige mit den meisten Einzel-elementen, was die Notwendigkeit von Maßnahmenkombinationen unterstützt.

6. Ergebnisse der Fallbeispiele

Bewertung der Maßnahmen

Die Wirksamkeit der verkehrlichen Maßnahmen auf die PM10-Zusatzbelastung hängt ganz wesentlich davon ab, ob und wie stark der Schwerverkehr reduziert wird. Dieses wird vor allem am Beispiel Karlsruhe deutlich. Dort ließen sich mit der Reduzierung des Schwerverkehrs deutliche Wirkungen auf die PM10-Zusatzbelastung erzielen.

Noch größer ist der Einfluss des Schwerverkehrs auf die NO₂-Zusatzbelastung. Bei einer Reduzierung der Verkehrsbelastung (DTV) von 17 % bis 18 % und gleichzeitiger Reduzierung des Schwerverkehrs um 24 % ergeben sich mittlere Effektivitäten der Maßnahmen für die NO₂-Zusatzbelastung von ca. 95 %, für eine Reduzierung des Lkw-Verkehrs um 55 % von ca. 143 % und für eine Reduzierung um 77 % ergibt sich eine mittlere Effektivität von ca. 167 %.

Es bestätigt sich auch der erwartete Zusammenhang, dass die Wirkung der verkehrlichen Maßnahmen bei gleich bleibendem Schwerverkehr zunimmt, je geringer der Schwerverkehrsanteil ist. Das heißt, wenn nur die Anzahl der Pkw reduziert werden kann, ergibt sich eine größere Wirkung auf die Veränderung der Zusatzbelastung bei einem relativ niedrigen Lkw-Anteil, während im Umkehrschluss bei einem hohen Lkw-Anteil eine Verringerung der Anzahl der Pkw sich nur relativ gering auf eine Verringerung der Zusatzbelastung auswirkt. Dieser Zusammenhang lässt sich für die NO₂- und PM10-Zusatzbelastungen beobachten.

Die Wirksamkeit der auf den Pkw-Verkehr einwirkenden Maßnahmen fällt wesentlich geringer aus:

- Die Maßnahmen "City-Maut" und "Erhöhung des Besetzungsgrades" (Mobilitätsmanagement, Kapazitätserhöhung im öffentlichen Verkehr) haben lediglich eine geringe bis mittlere Wirksamkeit.
- Die Maßnahmenkombination aus Lückenschluss von Umfahrungsstraßen, Straßenrückbau, intensiver Förderung des ÖPNV, Parkraummanagement und Mobilitätsmanagement weist ebenfalls maximal eine mittlere Wirksamkeit auf. Dies lässt auf eine sehr geringe Wirkung der Einzelmaßnahmen schließen.
- Die Geschwindigkeitsbeschränkung 30 km/h auf Hauptverkehrsstraßen wird als alleinige Maßnahme in der Regel nicht dazu führen, dass die Grenzwerte dauerhaft unterschritten werden. Ihre Wirksamkeit ist als gering bis mittel einzustufen.
- Die Wirkung von Umweltzonen sollte dagegen nicht unterschätzt werden. Der "zielgruppenreine" Ausschluss von stark emittierenden Kfz vermag die Luftbelastung möglicherweise stärker zu reduzieren als beispielsweise der diffuse Ausschluss von Kfz durch eine Mautpflicht. Eine Wirksamkeit ist jedoch nur bei Ausschluss der Schadstoffklassen 1 bis 3 (nur Fahrzeuge mit grünen Plaketten dürfen einfahren) gegeben.
- Die Machbarkeitsstudie in Ludwigsburg unterstreicht die Notwendigkeit von Maßnahmenkombinationen auch bei "starken" Maßnahmen wie dem Bau von Ortsumfahrungen.

Aus den Ergebnissen der Untersuchung wird deutlich, dass der Schwerverkehr die Emissionen von NO₂ und PM10 bestimmt. Nur mit einer Verringerung des Schwerverkehrs lässt sich eine deutliche Reduzierungen der NO₂- sowie PM10-Zusatzbelastungen erreichen. Die anderen Maßnahmenkombinationen sind in der Lage, auf Straßenabschnitten mit geringer Grenzwertüberschreitung zu einer Einhaltung bzw. Unterschreitung der Grenzwerte beizutragen. Mit Einzelmaßnahmen ist dieses Ziel nicht zu erreichen.

Tabelle A 6.1: Wirkung der Maßnahmen (-kombinationen) anhand der Immissionsberechnungen

Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombination	Minderungswirkung gemäß MARLIS-Einteilung auf PM10	Minderungswirkung gemäß MARLIS-Einteilung auf NO ₂
Mit Immissionsberechnung		
Umweltzone (Einfahrt nur mit grüner Plakette)	mittel	mittel
City-Maut	gering	mittel
Mobilitätsmanagement + Kapazitätserhöhung des ÖPNV	gering	mittel
Lkw-Fahrverbote, Cargo-Tram, Straßenrückbau, Mobilitätsmanagement, verschärfte Umsetzung der Umweltzone (Einfahrt nur mit grüner Plakette)	mittel	sehr hoch
Lückenschluss, Straßenrückbau, Förderung des ÖPNV, Parkraummanagement, Mobilitätsmanagement	mittel	mittel
Ohne Immissionsberechnung		
Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf Hauptverkehrsstraßen auf 30 km/h	gering bis mittel	gering bis mittel