

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

FA 73.334/07

Forschungsstelle: Planungsbüro Richter-Richard, Aachen / LAiRM Consult, Hannover / M.O.S.S Computer Grafik Systeme, Taufkirchen

Bearbeiter: Richard, J.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn

Abschluss: Oktober 2010

1. Aufgabenstellung

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 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. Das Forschungsvorhaben gibt Hinweise zum methodischen Vorgehen, versucht eine Abschätzung der Wirkung von Einzelmaßnahmen und zeigt einen Rahmen, wie die besten Maßnahmenkombinationen für eine optimale Minderung von Lärm, Luftbelastung und CO₂-Ausstoß gefunden werden können.

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 6. August 2010 wurden die Anforderungen der Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa in nationales Recht umgesetzt. Sie beinhalten 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 entsteht erheblicher Handlungsbedarf.

Da die lokalen Belastungsschwerpunkte der Luft beim Straßenverkehr als Hauptverursacher sich vielfach überschneiden mit den lokalen Belastungsschwerpunkten durch Lärm, ist im Zuge der Aufstellung von Luftreinhalteplänen und Lärmaktionsplänen eine integrierte Betrachtung beider Umweltaspekte sinnvoll.

Der Förderung einer integrierten Vorgehensweise dient das FoPS-Vorhaben 73.0334 "Wirksamkeit und Effizienz kommunaler Maßnahmen zur Einhaltung der EU-Luftqualitäts- und -Umgebungslärmrichtlinie". Mit dem Projekt sollen Potenziale zur Steigerung der Effizienz der Luftreinhalte- und Lärmminierungsplanung durch Maßnahmen- und Verfahrensoptimierung aufgezeigt, die Anwendungsmöglichkeiten bewertet und die sich ergebenden Erfordernisse für Politik, Verwaltung und Gesetzgebung in Bund, Ländern und Gemeinden dargestellt werden.

Die Auswahl der Fallbeispiele erfolgte über einen breit gestreuten Aufruf, den auch der Deutsche Städtetag und die Bund-/

Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) unterstützt haben: Hannover, Karlsruhe, Wuppertal und Ludwigsburg. Ein Dank geht ausdrücklich auch an die Mitarbeiter der Stadtverwaltungen der Fallbeispielstädte.

Als Ergebnis wurde ein Leitfaden entwickelt, in dem Verfahrensschritte für die Aufstellung der Pläne unter Nutzung möglicher Synergieeffekte ebenso enthalten sind wie Hinweise zur Auswahl, Bewertung und abgestimmten Durchführung geeigneter Maßnahmen.

Entsprechend der Erfassung der Luftschadstoffbelastung über ein Messstellennetz wurden in den bisherigen Aktionsplänen vielfach nur punktuell im Umfeld der Messstelle wirksame Maßnahmen, wie Lkw-Durchfahrverbote auf einzelnen Straßenabschnitten oder räumlich wirkende Maßnahmen mit einem nur schwachen Eingriff in den Kfz-Verkehr, ausgearbeitet und umgesetzt. Bisherige Forschungsergebnisse und Erfahrungen aus der Praxis zeigen jedoch, dass

- punktuelle Einzelmaßnahmen in der Regel nicht zu einer ausreichenden Verringerung der Schadstoffbelastung führen, sondern
- Maßnahmenbündel innerhalb abgestimmter Handlungskonzepte am ehesten die notwendigen 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 für ein solches Vorgehen Planungshinweise zu erhalten, wurden für Teilräume in drei Fallbeispielen unabhängig von bestehenden lokalen Planungen idealtypische Planungskonzepte entwickelt und die sich daraus ergebenden theoretischen Entlastungspotenziale berechnet, um die Wirkung von komplexen Handlungspaketen mit zum Teil starken Eingriffen in den motorisierten Straßenverkehr auf die Luftbelastung zu testen, die Auswirkungen auf die Lärminderung zu beobachten 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 lärmminierenden Wirkung.

Die Maßnahmenauswahl für die Fallbeispiele basiert auf den Ergebnissen der von der Bundesanstalt für Straßenwesen aufgebauten MARLIS-Datenbank und einer Literaturanalyse. Die Immissionsberechnungen für die drei Fallbeispiele basieren auf dem alten Handbuch der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA 2.1), da die Veröffentlichung der neuen Version 3.0 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. Die Relationen werden durch das neue HBEFA nicht in Frage gestellt. Die Durchführung des Forschungsprojekts wurde durch eine Lenkungsrunde begleitet, die zwei Mal stattgefunden hat und deren Diskussion wertvolle Hinwei-

se für die Bearbeitung ergeben hat. Die Mitglieder repräsentieren ein breites Spektrum: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Umweltbundesamt, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen sowie Forschungseinrichtungen und Ingenieurbüros mit den Schwerpunkten Umwelt-, Stadt- und Verkehrsplanung.

2. Untersuchungsmethodik

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

Tabelle 1: Einteilung der Maßnahmenwirkungen in Wirkungskategorien gemäß MARLIS

Wirkungskategorie	Immissionsreduktion
1 sehr hohe Wirkung	$> 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2 hohe Wirkung	5 bis $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
3 mittlere Wirkung	1 bis $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$
4 geringe Wirkung	bis $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$
5 keine feststellbare Wirkung	-

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.

Die für die Immissionsberechnungen benötigte Datenaufbereitung wurde durch ein Datenmanagement begleitet. Grundsätzlich hat sich herausgestellt, dass die Daten der beteiligten Fallbeispielstädte stark unterschiedlich strukturiert und qualifiziert waren. Eine Synergie gemeinsamer Datennutzung wurde erst nach dem Import in die eingesetzte Datenbank möglich.

Um eine realistische Einschätzung der zu erwartenden Luftschadstoffbelastungen zu erhalten, war die großräumige Berücksichtigung des Straßennetzes der jeweiligen Fallbeispielstädte angebracht. Für die Immissionsberechnungen wurde daher das Modell PROKAS verwendet. Mit dem Zusatzmodul PROKAS_B kann der Einfluss der Straßenrandbebauung für typisierte Bebauungssituationen einbezogen werden, sodass sich dieses Modul für ein flächenhaftes Screening anbietet. Bei der Digitalisierung der Straßenabschnitte wurde darauf geachtet, möglichst die vom Berechnungsprogramm geforderte Abschnittslänge von ca. 100 m einzuhalten. Teilweise ergaben sich jedoch noch etwas kleinere Teilstücke, die zwar emissionsseitig einbezogen wurden, für die aber keine Berechnung der Immissionen durchgeführt werden konnte. Außerdem erfolgte bei sehr geringem Abstand zweier benachbarter Straßenabschnitte programmtechnisch bedingt nur eine Berechnung für einen der beiden Straßenabschnitte. Für die Beurteilung

der Immissionssituation sind diese Teilstücke jedoch nicht weiter relevant.

Die Bewertung der Maßnahmenwirkungen auf die NO₂- sowie die PM10-Belastungen erfolgt anhand von Wirkungskategorien analog der MARLIS-Datenbank.

3. Untersuchungsergebnisse

Die Wirksamkeit der verkehrlichen Maßnahmen auf die PM10-Zusatzbelastung hängt wesentlich davon ab, ob und wie stark der Schwerverkehr reduziert werden kann. Das wird vor allem am Beispiel Karlsruhe deutlich. Dort ließe sich mit der idealtypisch hoch angesetzten Reduzierung des Schwerverkehrs eine deutliche Reduzierung der PM10-Zusatzbelastung erzielen. Größer ist der Einfluss des Schwerverkehrs auf die NO₂-Zusatzbelastung, da die größten Emittenten von Stickoxiden die Lkw sind, weil die in der Regel mit Dieselmotoren ausgestattet sind.

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.

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 2: 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

4. Handlungsempfehlungen

Sowohl bei Maßnahmen zur Verkehrsverlagerung oder -vermeidung als auch bei Maßnahmen mit direkter Auswirkung auf die Schadstoffimmissionen bleiben ausreichend starke Wirkungen für eine dauerhafte Reduzierung der Schadstoffbelastung oder gar eine Unterschreitung der Grenzwerte bislang in den meisten Fällen aus (siehe Auswertung MARLIS-Datenbank). Dies zeigen auch die Immissionsberechnungen im Rahmen dieses Vorhabens. Die Entwicklung eines Handlungskonzepts sollte deshalb über den in der bisherigen Planungspraxis üblichen Umfang hinausgehen. Es gibt nur wenige Maßnahmen, die aus sich heraus ein hohes Potenzial zur Minderung der Schadstoffbelastung besitzen. Die Ergebnisse der Fallbeispiele zeigen, dass folgende "Regeln" für eine erfolgreiche Umsetzung beachtet werden sollten:

- Die Maßnahmen sind in aufeinander abgestimmten Paketen zu konzipieren, in denen Kernmaßnahmen mit hoher Wirkung mit geeigneten flankierenden Maßnahmen geringerer Wirkung kombiniert werden, um Synergieeffekte zu erzielen.
- Die Maßnahmen sind so zu kombinieren, dass im Gegensatz zu bisher vielfach üblichen einseitigen Angebotsplanungen gleichrangig Push- und Pull-Effekte genutzt werden.
- Es sind möglichst umfassende Maßnahmen zur Beeinflussung des Lkw-Verkehrs vorzusehen, da sie die höchsten Minderungswirkungen erwarten lassen.
- Schließlich sind die Maßnahmen konsequent, d. h. ohne zu weitreichende Ausnahme- und Sonderregelungen, umzusetzen und entsprechend zu überwachen.

5. Beitrag der luftreinhaltenden Maßnahmen zur Lärminderung

Ein Vergleich der Wirkung der Lärminderungsmaßnahmen im Verkehrsbereich mit den im Forschungsvorhaben vorgeschlagenen Maßnahmen identifiziert die Maßnahmen, bei denen Synergieeffekte genutzt und konträre Wirkungen ausgeschlossen werden können. Dazu werden im Folgenden lärmindernde Maßnahmen (Tab. 3) mit luftreinhaltenden Maßnahmen (Tab. 4) "verschnitten".

Tabelle 3: 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 4: Lärmindernde Wirkung von Maßnahmen mit (hoher) Minderungswirkung der Luftbelastung (0 = keine Wirkung, + Wirkung vorhanden)

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	+
Lkw-Abwrackprämie	0

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

- Ortsumfahrungen/Entlastungsstraßen mit Straßenrückbau,
- Lkw-Beschränkungen mit Lkw-Lenkungskonzept,
- Förderung des Umweltverbands mit Veränderung des Modal Splits.

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 sowie
- lärmarmen 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 Lärminderung alleine keinen ausreichenden Effekt. Sie dienen der Unterstützung anderer Maßnahmen. Der größte Effekt bezüglich der Lärminderung ist auch hier von Maßnahmen zu erwarten, die den Lkw-Verkehr reduzieren. Da der städtische Lieferverkehr vor allem vom leichten Güterverkehr (bis 3,5 t) dominiert wird, müssen auch in der Lärminderung hier die Maßnahmen ansetzen. Neue emissionsarme leichte Nutzfahrzeuge sollten deshalb auch grundsätzlich mit relativ leisen Reifen ausgestattet werden und die schon tot geglaubte City-Logistik kann hier möglicherweise unter anderen Rahmenbedingungen (z. B. Elektro-Mobilität) eine unerwartete Renaissance erfahren.

6. Literaturverzeichnis

- [1] Sachverständigenrat für Umweltfragen (Hrsg.) (2008): Umweltgutachten 2008: Umweltschutz im Zeichen des Klimawandels, Berlin.
- [2] Umweltbundesamt (Hrsg.) (2006): Verkehrliche Maßnahmen zur Reduzierung von Feinstaub – Möglichkeiten und Minderungspotenziale: Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes, Juli 2006.
- [3] MARLIS - Maßnahmen zur Reinhaltung der Luft in Bezug auf Immissionen an Straßen, Version 2.0. http://www.bast.de/cln_016/nn_42244/DE/Publikationen/Datenbanken/MARLIS/MARLIS.html (letzter Zugriff: 2.Mai 2011).