

Vorbeugender Gesundheitsschutz durch Mobilisierung der Minderungspotentiale bei Straßenverkehrslärm und Luftschadstoffen

Kurzfassung

1. Aufgabenstellung

Im Rahmen des Aktionsprogramms Umwelt und Gesundheit Nordrhein-Westfalen (APUG NRW) sollten Möglichkeiten zur Verbesserung des vorbeugenden Gesundheitsschutzes durch verkehrsbezogene Maßnahmen zur Minderung von Lärm und Luftschadstoffen untersucht werden.

Die vorliegende Studie besteht aus zwei Teilen.

In Teilstudie 1 wurde auf der Grundlage von Modellrechnungen für ausgewählte Hauptverkehrsstraßen in den nordrhein-westfälischen Städten Bonn, Düsseldorf und Hagen untersucht, ob und inwieweit sich die Verkehrslärm- und Luftschadstoffbelastung durch fahrzeugtechnische und lokal wirksame verkehrsplanerische Maßnahmen konkret beeinflussen lässt. Bearbeitet wurde diese Teilstudie von der Planungsgruppe Nord (PGN), Kassel in Zusammenarbeit mit der Universität Kassel (Fachgebiet Umweltmeteorologie).

Teilstudie 2 befasst sich auf Basis der in der ersten Teilstudie ermittelten Daten mit der Frage, wie sich die Auswirkungen der verschiedenen Maßnahmen auf das Risiko der in den untersuchten Straßen wohnenden Menschen, aufgrund der Verkehrslärm- und Luftschadstoffbelastung zu erkranken oder vorzeitig zu sterben, abschätzen lässt. Die Bearbeitung der Teilstudie erfolgte durch die Toxikologische Beratung Dr. Voss, Müllheim, in Zusammenarbeit mit dem Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe (FoBIG), Freiburg.

Ein wichtiges Anliegen der Studie war es, aus den gewonnenen Erkenntnissen prägnante Schlussfolgerungen zu ziehen und grundlegende Empfehlungen für die kommunale Planung abzuleiten.

Vorgehen, Erkenntnisse und Schlussfolgerungen werden im Folgenden zusammengefasst.

2. Ausgangssituation

Der Straßenverkehrslärm stellt nach aktuellen Umfragen des Umweltbundesamtes in Deutschland die Lärmquelle Nr. 1 dar: Fast 70 % der Bevölkerung fühlt sich dadurch belastigt und immerhin rund 22 % stark belastigt.

Verantwortlich für die Stärke des Verkehrslärms sind vor allem die Anzahl der Kraftfahrzeuge, der Anteil der schweren Kraftfahrzeuge und die gefahrenen Geschwindigkeiten. Weil ab einer Geschwindigkeit von etwa 40 km/h bei Pkw und 70 km/h bei Lkw das Rollgeräusch von Reifen und Fahrbahn das Motorengeräusch übersteigt, spielt daneben auch der Fahrbahnbelag eine gewisse Rolle.

Wichtig zu wissen ist ferner, dass

- Veränderungen des Lärmpegels um etwa 1 dB(A) gerade noch hörbar und um etwa 3 dB(A) deutlich wahrnehmbar sind,
- eine Zu- oder Abnahme des Lärms um 3 dB(A) einer Verdoppelung oder Halbierung der Kraftfahrzeugmenge entspricht,
- erst eine Zu- oder Abnahme des Lärmpegels um 10 dB(A) – das würde einer Verzehnfachung der Verkehrsmenge oder deren Reduzierung auf ein Zehntel entsprechen – vom Menschen als Verdoppelung oder Halbierung der Lautstärke wahrgenommen wird und
- die von einem Lkw ausgehende Geräuschbelastung bei innerorts zulässigen Fahrgeschwindigkeiten derjenigen von rund 20-25 Pkw entspricht.

Derzeit befindet sich eine europäische Richtlinie, die sog. „Umgebungs-lärmrichtlinie“, in Umsetzung in deutsches Recht. Sie fordert die europäischen Staaten auf, die Lärmsituation in besonders betroffenen Bereichen differenziert zu analysieren und Aktionspläne aufzustellen, wie die hohen Lärmbelastungen künftig reduziert werden können. In diesem Zusammenhang steht zu erwarten, dass auf die deutschen Städte und Gemeinden in absehbarer Zeit verstärkte Anforderungen zur Lärminderung zukommen werden.

Vor diesem Hintergrund erscheint es unzureichend, wenn sich bisher erst knapp 50 der insgesamt 394 nordrhein-westfälischen Kommunen mit Lärminderungsplanung befasst haben und nur etwa 30 Kommunen dabei sind, Maßnahmen ihres Lärminderungsplans umzusetzen.

Die meisten Lärminderungsmaßnahmen betreffen den Straßenverkehr.

Der motorisierte Straßenverkehr ist auch in Bezug auf die Luftschadstoffbelastung der maßgebliche Verursacher. Dabei spielt eine Vielzahl von unterschiedlichen Substanzen eine Rolle. Besondere Bedeutung für die menschliche Gesundheit haben Schwebstaub, Stickstoffoxide sowie krebserzeugende Substanzen, vor allem Ruß und Benzol.

Bei Schwebstaub handelt es sich um ein diffuses Substanzgemisch, bei dem insbesondere die feineren Anteile gesundheitsgefährdend wirken, weil sie inhalierbar sind und teilweise bis in Bronchien und Lunge gelangen können. Schwebstaub wird nur zu einem Teil durch den motorisierten Verkehr direkt erzeugt (Auspuffgase wie Dieselruß, Abrieb von Bremsen und Reifen etc.). Ein erheblicher Anteil der Staubkonzentration in der Atemluft entsteht auch durch Aufwirbelung und diese ist dort besonders hoch, wo viele Fahrzeuge mit höheren Geschwindigkeiten fahren.

Die Stickstoffdioxid-Konzentration in der Außenluft stellt einen Indikator für generelle gesundheitsschädigende Wirkungen der Luftverschmutzung dar. Stickstoffdioxid (NO₂) ist darüber hinaus eine wichtige Vorläufer-

substanz für die fotochemische Ozonbildung und trägt daher zum „Sommermog“ durch bodennahes Ozon bei.

Die Europäische Union hat bereits vor einigen Jahren eine Richtlinie zur Luftqualität verabschiedet, die für eine Reihe von Schadstoffkomponenten verbindliche Grenzwerte festlegt und mittlerweile für die wichtigsten Schadstoffe in deutsches Recht übernommen wurde. Damit kommen spätestens ab 2005 auf Städte und Gemeinden Anforderungen zu, wie es sie bisher nicht gab. In vielen Hauptverkehrsstraßen werden die Grenzwerte für Schwebstaub und Stickstoffoxide überschritten werden, so dass dann kurzfristige Maßnahmen zur Schadstoffreduzierung erforderlich werden.

Die grundsätzlich möglichen Maßnahmen sind Bestandteil der Untersuchungen dieser Studie.

3. Vorgehen der Studie

Die Studie wurde in mehreren Teilschritten erarbeitet.

Zunächst erfolgte eine Zusammenstellung der möglichen verkehrsbezogenen Maßnahmen zur Minderung von Lärm und Luftschadstoffen.

Grundsätzlich unterschieden wurden dabei weitere Verbesserungen der Fahrzeugtechnik, die überwiegend auf staatliche Regelungen zurückzuführen sind, und verkehrsplanerische Maßnahmen, die im kommunalen Handlungsspektrum liegen.

Parallel dazu wurden für sieben Hauptverkehrsstraßen in den Städten Bonn, Düsseldorf und Hagen die Datengrundlagen ermittelt und zusammengetragen, die für die anschließend vorgesehenen Modellrechnungen erforderlich waren.

Auf dieser Grundlage wurde festgelegt, welche Einzelmaßnahmen und Maßnahmenbündel im Weiteren hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Lärm- und Schadstoffsituation in den ausgewählten Straßen aufgrund der Datenlage untersucht werden konnten und untersucht werden sollten.

Die Berechnungen erfolgten mit den Programmen IMMI (Lärm) und IMMIS-Luft. Dabei handelt es sich um gängige Programme, die dem Stand der Technik entsprechen und über eine Vielzahl von Parametern eine wirklichkeitsnahe Simulation der jeweiligen Belastungssituationen zulassen.

Die Berechnungen dienten in erster Linie zum Vergleich der Belastungswerte vor und nach einer Realisierung der definierten lärm- und luftschadstoffmindernden Maßnahmen.

Auf Basis der Berechnungen wurde in der zweiten Teilstudie eine Risikoabschätzung durchgeführt. Grundlage war eine umfassende Sichtung und Bewertung der aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse zu den Auswirkungen von Lärm und Luftschadstoffen auf die menschliche Gesundheit.

Beide Teilstudien kommen abschließend zu einer zusammenfassenden Bewertung, die in Empfehlungen für die kommunale Planungspraxis münden.

4. Untersuchte Maßnahmen

In der Studie wurden alle Maßnahmenbündel und Einzelmaßnahmen untersucht, deren Auswirkungen auf Grundlage der vorhandenen Daten darstellbar waren. Angestrebt wurde dabei, alle zur Minderung von Lärm und Luftschadstoffen aus technischer und planerischer Sicht zur Verfügung stehenden Maßnahmen in die Studie einzubinden.

Auswirkungen der technischen Entwicklung wurden durch folgendes Maßnahmenbündel berücksichtigt:

- Optimierung der Fahrzeugtechnik in Bezug auf den Schadstoffausstoß und die Geräuschentwicklung

Zugrunde gelegt wurden hier absehbare technische Verbesserungen (z. B. die weitere Verringerung des Schadstoffausstoßes und der Geräuschentwicklung bei neuen Motoren sowie ein verstärkter Einsatz lärmärmer Reifen und Fahrbahnbeläge) und die zu erwartenden Veränderungen bezüglich der Fahrzeugflotte (z. B. ein wachsender Anteil lärm- und schadstoffärmerer Fahrzeuge am Gesamtverkehr) in mehreren zeitlichen Stufen.

Die untersuchten verkehrsplanerischen Maßnahmen betreffen zum einen zwei Konzeptansätze auf gesamtstädtischer Ebene:

- Umsetzung von gesamtstädtischen Konzepten zur Veränderung der Verkehrsmittelwahl („Modal-Split“) zugunsten eines geringeren Fahrenaufkommens im motorisierten Individualverkehr

Gesamtstädtische Konzepte sind hauptsächlich Bestandteil der Verkehrsentwicklungsplanung. Die Verkehrsbelastungen in einzelnen Straßen ergeben sich dabei aus dem komplexen Zusammenwirken einer Vielzahl von Einzelmaßnahmen. In der Studie wurden zwei Fälle untersucht. Der „Real-Ansatz“ ging von einer erwartbaren Verkehrsentwicklung aus, wie sie sich in den Fallbeispielstädten aus vorliegenden Planungen ergibt. Der „Maximal-Ansatz“ setzte demgegenüber einen „bestmöglichen“ Modal-Split voraus, wie er nur in wenigen deutschen Städten vorliegt. Die Berechnungen erfolgten hier mit einem Anteil der täglichen Wege von Pkw-Fahrern von 29 % (Stadtbewohner) bzw. 67 % (Umlandbewohner).

- Gesamtstädtische Reduzierung des Lkw-Verkehrs

Hierbei handelt es sich um einen in der Praxis bislang allenfalls kleinräumig in Citylogistikkonzepten umgesetzten Ansatz zur Vermeidung von Lkw-Fahrten durch Bündelung von Transportleistungen. Aus solchen Konzepterfahrungen wurde ein maximal mögliches Minderungspotenzial von rund 20 % der heutigen, auf städtische Ziele bezogenen Lkw-Fahrten (Fahrzeuge > 2,8 t) abgeleitet.

Untersucht wurden darüber hinaus vier kleinräumige Ansätze zur Verkehrsverlagerung durch verkehrsplanerische und straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen und ein straßenraumbezogener Ansatz zur Verminderung der Belastungen im Straßenseitenraum:

- Verkehrsverlagerung auf neue oder bereits vorhandene Umfahungsstraßen

Untersucht wurden sowohl Neubaumaßnahmen als auch Verkehrslenkungsmaßnahmen zur Umverteilung des Verkehrs auf andere, weniger sensible Routen im vorhandenen Straßennetz.

- Fahrverbote für nicht lärm- und schadstoffarme Fahrzeuge in einzelnen Straßen

Diese Möglichkeit ist grundsätzlich durch § 45 (1) der Straßenverkehrs-Ordnung gegeben, sofern die Richtwerte der Lärmschutz-Richtlinien-StV (in Kern- und Mischgebieten z. B. 75 dB(A) am Tag und 65 dB(A) des Nachts) bzw. die geltenden Grenzwerte zur Luftqualität überschritten werden. Die Umsetzung erfolgt durch ein generelles Verkehrsverbot für Pkw und/oder Lkw mit Ausnahmeregelung für lärm- und schadstoffarme Fahrzeuge.

- Reduzierung des Lkw-Anteils in einzelnen Straßen

In mehreren Planfällen wurden die Auswirkungen von ausschließlich statischen bis hin zu vollständig dynamisierten Leitsystemen für Lkw untersucht. Dynamische Systeme ermöglichen insbesondere kurzfristiges Handeln zum Abbau von Spitzen der Schadstoffkonzentration (Grenzwertüberschreitungen). Als besondere Variante wurde ein streckenbezogenes Lkw-Nachtfahrverbot untersucht.

- Maßnahmen zur Geschwindigkeitsbeschränkung und Verstetigung des Verkehrsflusses

Untersucht wurden die Auswirkungen einer streckenbezogenen Geschwindigkeitsbeschränkung auf 30 km/h und der Einrichtung einer „Grünen Welle“. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass die koordinierte Lichtsignalsteuerung in der Praxis ein komplexes Thema ist, das im Netzzusammenhang betrachtet werden muss.

- Lärm- und schadstoffmindernde Straßenraumorganisation

Maßnahmen der Straßenraumorganisation sollen in dem hier untersuchten Zusammenhang zum einen dazu dienen, den Kraftfahrzeugverkehr stärker in der Straßenmitte zu bündeln und dadurch seine Auswirkungen auf das seitliche Umfeld (Gebäude, Gehwege etc.) abzuschwächen. Untersucht wurde hierzu die Reduzierung der Fahrstreifenanzahl von 4 auf 2 und eine Konzentration des motorisierten Individualverkehrs in der Fahrbahnmitte. Zum anderen wurden Maßnahmen der Straßenraumorganisation zur Verstetigung des Verkehrs, beispielsweise durch Einrichtung von Liefer- und Parkstreifen in Seitenlage betrachtet.

Die folgende Tabelle gibt die untersuchten Maßnahmen im Überblick wieder. Kleinräumige Maßnahmen wurden nur in denjenigen Fallbeispielen untersucht, wo konkrete Umsetzungsmöglichkeiten vorhanden waren.

	Minderungsansatz	Umsetzungsansatz	Maßnahmenbündel, Einzelmaßnahme
Fahrzeug-technik	Technische Reduzierung der fahrzeugseitigen Schadstoff- und Geräuschemissionen	Verringerung der Schadstoffemissionen bzw. Motoren- und Rollgeräusche einzelner Fahrzeuge und Modernisierung der Fahrzeugflotte insgesamt	Insgesamt drei auf Schadstoffminderung (Zielhorizont 2005, 2010, 2015) und zwei auf Lärminderung („real“, „maximal“) gerichtete Technikszenarien
Verkehrsplanung (gesamtstädtisch)	Gesamtsstädtische Reduzierung des Kraftfahrzeugverkehrsanteils an den täglichen Wegen (Einwohner und Einpendler)	Umsetzung eines Verkehrsentwicklungsplans mit Konzepten für alle Verkehrsarten	Realistische Annahmen zur Veränderung des Modal-Splits nach vorliegenden Ansätzen in den Fallbeispielstädten Hypothetische Annahme zur Veränderung des Modal-Splits nach einem „Best-Practise-Ansatz“
	Gesamtsstädtische Reduzierung des Lkw-Verkehrs	Umsetzung von Logistik- und Lkw-Routenkonzepten	Hypothetische Annahme nach einem theoretischen Maximalansatz zur Fahrtenminimierung im Lkw-Verkehr
Verkehrsplanung (straßen- oder gebietsbezogen)	Kleinräumige Reduzierung des Kraftfahrzeugverkehrs Verkehrslenkung und Umverteilung	Verlagerung von Durchgangsverkehr auf andere, weniger sensible Routen (Umgehungsstraße)	Konkrete Maßnahmenansätze in einzelnen Fallbeispielen (Umfahrungsrouten, Tunnel, Innenstadtkonzept / Verkehrslenkung)
		Einrichtung eines Fahrverbots für nicht lärm- und schadstoffarme Fahrzeuge	Konkrete Maßnahmenansätze in einzelnen Fallbeispielen (straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen nach § 45(1) StVO)
	Kleinräumige Reduzierung des Lkw-Verkehrs	Einrichtung eines statischen oder dynamischen Lkw-Leitsystems, Lkw-Nachtfahrverbot	Konkrete Maßnahmenansätze in einzelnen Fallbeispielen (Fallbeispiel Hagen, sog. „Hagen-Routing“)
	Kleinräumige Lärm- und Schadstoffminderung durch Beeinflussung von Fahrgeschwindigkeiten und Verkehrsfluss	Geschwindigkeitsbeschränkung, koordinierte Lichtsignalsteuerung zur Verstetigung des Verkehrsflusses	Konkrete Maßnahmenansätze in einzelnen Fallbeispielen (Geschwindigkeitsbeschränkung auf 30 km/h, Einrichtung einer „Grünen Welle“)
	Lärm- und Schadstoffminderung durch Straßenraumorganisation	Stärkere Bündelung des Kraftfahrzeugverkehrs in Straßenmitte und Umgestaltung der Seitenbereiche	Konkrete Maßnahmenansätze in einzelnen Fallbeispielen (Rückbau von 4 auf 2 Fahrstreifen, Einrichtung von Busspuren bzw. Liefer-/Parkstreifen am Fahrbahnrand)

5. Wesentliche Ergebnisse

5.1 Auswirkungen von Verkehrslärm und Luftschadstoffen auf die menschliche Gesundheit – aktueller Stand der Erkenntnisse

Andauernd hohe Belastungen durch Verkehrslärm und Luftschadstoffe sind gesundheitsgefährdend, sie erhöhen das Erkrankungs- und das Todesfallrisiko bei den betroffenen Menschen. Diese Zusammenhänge sind, wie in Teilstudie 2 aufbereitet, durch wissenschaftliche Untersuchungen hinreichend belegt.

Die Empfindung einer Lärmbelästigung im Sinne der Beeinträchtigung des körperlichen, psychischen und sozialen Wohlbefindens ist stark von subjektiven Einflüssen abhängig. Gleichwohl wurde in verschiedenen Studien festgestellt, dass zwischen der Anzahl der subjektiv belästigten

Personen und der Höhe der messbaren Lärmbelastung ein eindeutiger Zusammenhang besteht. Danach ergibt eine Senkung des mittleren Tagespegels um 1 dB(A) einen Rückgang des Anteils schwer belastigter Personen um 3 % und eine Pegelsenkung um 3 B(A) einen Rückgang um etwa 10 %.

Zu den gesundheitlichen und psychosozialen Auswirkungen von Lärmbelastungen liegen insbesondere folgende Erkenntnisse vor:

- Schlafstörungen können bei nächtlichen Dauerschallpegeln von 35-45 dB(A) im Außenbereich auftreten, ebenso bei kurzzeitigen Pegelspitzen von 45-55 dB(A).
- Kommunikationsstörungen treten bei Störgeräuschpegeln ab etwa 55 dB(A) verstärkt auf.
- Störungen der Arbeits- und Lerneffektivität (z. B. im Schulunterricht) werden bei anspruchsvollen Tätigkeiten bereits ab 45 dB(A) festgestellt und nehmen bei mittleren Lärmpegeln von über 70 dB(A) deutlich zu.
- Bei andauernden Lärmbelastungen von mehr als 65 dB(A) am Tag und 55 dB(A) nachts treten verstärkt Stressreaktionen (z. B. Bluthochdruck) auf, die besondere Risikofaktoren für Herz-Kreislauf-Erkrankungen darstellen.
- Die vorliegenden Untersuchungen sprechen dafür, dass sich ab einem Wert von 65 dB(A) das Risiko von Herz-Kreislauf-Erkrankungen deutlich erhöht. Ab einem Dauerschallpegel von 75 dB(A) liegt dieses Risiko bereits bei etwa dem 1,7-fachen von Dauerschallpegeln unter 55 dB(A).
- Vorübergehende Schädigungen des Hörorgans können bei kurzzeitigen Lärmpegeln oberhalb von 85-90 dB(A) auftreten.

In Bezug auf die gesundheitsschädigende Wirkung von Luftschadstoffbelastungen liegen folgende Erkenntnisse vor:

- Die Stickstoffdioxid-Belastung in der Außenluft korreliert in vielen Studien mit der Häufigkeit von Atemwegssymptomen, vor allem bei Kindern. Zwar scheint sie nicht mit der Entstehung von Asthma in Verbindung zu stehen, wohl aber mit einer Symptomverschlimmerung bei schon bestehenden Asthmaerkrankungen. Der Anteil asthmakranker Kinder und Jugendlicher hat in den letzten Jahren weiter zugenommen und liegt in Deutschland aktuell bei rund 14 %.
- Eine Zunahme der Belastung durch inhalierbaren Schwebstaub (Bezeichnung: PM₁₀) geht mit einer erhöhten Sterblichkeit sowie vermehrtem Auftreten von Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems und der Atemwege einher. Festgestellte Auswirkungen betrafen zum einen kurzfristige Zunahmen herz-kreislauf-bedingter Notaufnahmen in Krankenhäusern, zum anderen aber vor allem auch eine langfristig erhöhte Sterblichkeitsrate. Eine Verminderung der Schwebstaubbelastung erhöht andererseits die Lebenserwartung.
- Neueste Untersuchungen weisen darauf hin, dass diese Auswirkungen vor allem auf besonders feinen Staub (PM_{2,5}) zurückzuführen sind, weil dieser bis in die Lungenverästelungen vorzudringen vermag. Ho-

he Feinstaubkonzentrationen erhöhen dementsprechend das Risiko zu erkranken und vorzeitig zu sterben in besonderem Maße.

- Einzelne Bestandteile der Außenluft sind krebserzeugend. Dass heißt auch, dass für diese Stoffe kein Schwellenwert angegeben werden kann, unterhalb dessen ein Erkrankungsrisiko nicht besteht. In der Studie wurden die Untersuchungen auf den Einzelstoff Benzol beschränkt, weil für andere krebserzeugende Stoffe wie z. B. Ruß (Dieselruß) in den Fallbeispielen keine Daten zur Immissionsituation vorlagen bzw. berechnet werden konnten. Die Aufnahme von Benzol erhöht beim Menschen das Risiko, an Leukämie zu erkranken.

5.2 Einzelergebnisse aus den Voruntersuchungen – heutige Ausgangssituation in den untersuchten Hauptverkehrsstraßen

Bei den untersuchten Straßen handelt es sich um Hauptverkehrsstraßen mit besonderer Verkehrsbedeutung. Die Kraftfahrzeugbelastungen liegen zwischen etwa 14.000 und 48.000 Fahrzeugen am Tag mit Lkw-Anteilen von etwa 3 % bis 16 % (einschließlich Linienbusverkehr mit Anteilen bis 5 %). Die Baufluchtabstände betragen 15-30 m.

Der Mittelungspegel lag in den untersuchten Hauptverkehrsstraßen am Tag bei 74-81 dB(A) und nachts bei 64-73 dB(A), jeweils bezogen auf einen maßgeblichen Immissionspunkt im ersten Obergeschoss. Die ermittelten Werte lagen damit durchweg an der Obergrenze oder über den derzeit in Deutschland geltenden Richtwerten und übersteigen deutlich die medizinisch begründeten Dauerschallpegel von 65 dB(A) tags und 55 dB(A) nachts, ab denen erhöhte gesundheitliche Auswirkungen auf betroffene Menschen zu erwarten sind (vgl. 4.1).

Die derzeit geltenden Grenzwerte für die Luftschadstoffkomponenten PM₁₀ und NO₂ wurden in drei Straßen rechnerisch deutlich überschritten und lagen in den übrigen vier Straßen im Grenzbereich oder etwas darunter. Der Benzolgrenzwert wurde nur in einem Fall rechnerisch erreicht. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass für krebserzeugende Stoffe wie Benzol keine Wirkungsgrenzen gelten. Insbesondere die ermittelten PM₁₀-Belastungen lassen erwarten, dass auch mittelfristig die ab 2005 geltenden Grenzwerte ohne weitergehende Maßnahmen kaum einzuhalten sind.

5.3 Wesentliche Erkenntnisse zur Maßnahmenwirksamkeit

Die Untersuchungen machen grundsätzlich zweierlei deutlich:

- Die größten positiven Effekte zur Lärm- und Luftschadstoffminderung gehen von den (fahrzeug-)technischen Maßnahmen aus.

Dabei ist allerdings der Zeitfaktor zu bedenken. Selbst die bereits eingeleiteten gesetzgeberischen Maßnahmen zur weiteren motorseitigen Reduktion des Schadstoffausstoßes werden erst in etwa 5-10 Jahren deutlicher wirksam werden, weil sie sich nur auf die neu zugelassenen Fahrzeuge beziehen.

Darüber hinaus muss auch berücksichtigt werden, dass eine Realisierung der untersuchten Maßnahmen teilweise ohne verbindliche gesetzliche Regelungen, vielmehr z. B. auf der Grundlage von Selbstbindungen der Fahrzeugindustrie erfolgt und daher hinsichtlich des zeitlichen Umsetzungsrahmens unbestimmt erscheint. Dies gilt insbesondere für weitergehende fahrzeugtechnische Maßnahmen zur Lärminderung.

- Alleine durch technische Maßnahmen lassen sich daher kurz- und mittelfristig nicht die Entlastungswirkungen erzielen, die zur Einhaltung von Richt- und Grenzwerten zum Gesundheitsschutz notwendig sind.

Verkehrsplanerische Maßnahmen im kommunalen Zuständigkeitsbereich erscheinen daher unabdingbar, um die anspruchsvollen Ziele eines vorbeugenden Gesundheitsschutzes durch Lärm- und Luftschadstoffminderung zu erreichen.

Gleichzeitig sind auch auf nationaler und europäischer Ebene verstärkte Anstrengungen erforderlich, beispielsweise hinsichtlich einer weiteren Anpassung von Emissionsgrenzwerten (auch in Bezug auf Verkehrslärm) an die wissenschaftlichen Erkenntnisse sowie zusätzlicher Anreize für Fahrzeugindustrie und Verbraucher zur Reduzierung der Auswirkungen von Verkehrsemissionen auf Gesundheit und Umwelt.

Die wesentlichen Ergebnisse der Untersuchungen sind in der folgenden Tabelle im Überblick dargestellt. Eine differenzierte Darstellung der Ergebnisse – insbesondere die quantitative Größenordnung der erzielten Entlastungswirkungen, die der in der Tabelle enthaltenen qualitativen Bewertung zugrunde liegen – findet sich in Kapitel 6 der Teilstudie 1.

Zuständigkeit	Maßnahmenbündel, Einzelmaßnahme	Entlastungswirkung		Sekundäreffekte	Räumliche Wirkung		Zeiträumen der Umsetzbarkeit		
		Lärm	Luft		Kleinräumig	Stadtweit	Kurzfristig	Mittelfristig	Langfristig
EU, Bund	2005 Technische Reduzierung der fahrzeugseitigen Schadstoffemissionen	O	+		x	x		x	
	2010	O	++		x	x		x	x
	2015	O	+++		x	x			x
	Technische Reduzierung der fahrzeugseitigen Lärmemissionen	++	O		x	x		x	x
Kommunen	Gesamtstädtische Reduzierung des Kraftfahrzeugverkehrs an den täglichen Wegen (Einwohner und Einpendler)	O	O+	Vielfältige Effekte der Verkehrsreduzierung	x	x			x
	Gesamtstädtische Reduzierung des Lkw-Verkehrs	O bis +	+		x	x			x
	Kleinräumige Reduzierung des Kraftfahrzeugverkehrs durch Verkehrslenkung und Umverteilung	+	+	Verdrängungseffekte auf andere Straßen	x		x	x	
	Kleinräumige Reduzierung des Kraftfahrzeugverkehrs durch Fahrverbot für nicht schadstoffarme Fahrzeuge	O	+	Ggf. Verdrängungseffekte auf andere Straßen	x		x		
	Kleinräumige Reduzierung des Kraftfahrzeugverkehrs durch Fahrverbot für nicht lärmarme Fahrzeuge	++	O+	Ggf. Verdrängungseffekte auf andere Straßen	x		x		
	Kleinräumige Reduzierung des Lkw-Verkehrs	+	+	Verdrängungseffekte auf andere Straßen	x		x	x	
	Reduzierung der Geschwindigkeit	++	O+	Erhöhung der Verkehrssicherheit	x		x		
	Verbesserung des Verkehrsflusses	+	O bis +		x		x	x	
	Immissionsmindernde Straßenraumorganisation	O	O-	Ggf. Verbesserung der Verkehrsabwicklung	x		x	x	
Alle	Maximale Maßnahmenkombination (maximale fahrzeugtechnische und gesamtstädtische Maßnahmen sowie straßenspezifisch mögliche Einzelmaßnahmen)	+++	+++		x	x			x

Bewertung: +++ Äußerst positive Auswirkungen
 ++ Sehr positive Auswirkungen
 + Positive Auswirkungen
 O Weitgehend wirkungsneutral (O+ positive Tendenz, O- negative Tendenz der Auswirkungen)

Die untersuchten, in kommunaler Zuständigkeit liegenden **lokalen Einzelmaßnahmen** weisen unterschiedliche Wirkungen zur Lärm- und Luftschadstoffminderung auf.

Lärmmindernde Wirkungen ergeben sich vorrangig durch Maßnahmen zur

- Geschwindigkeitsbeschränkung,
- Bevorzugung lärmarmen Fahrzeuge und
- Verkehrsverlagerung.

Die stärkste positive Wirkung hat eine streckenbezogene Geschwindigkeitsbeschränkung auf 30 km/h. Diese Maßnahme ist zudem bereits kurzfristig umsetzbar, muss allerdings im Kontext der Verkehrsfunktion der jeweiligen Hauptverkehrsstraße abgewogen werden.

Die Wirkung von Geschwindigkeitsbeschränkungen kann durch Verbesserung des Verkehrsflusses erhöht werden, beispielsweise durch Optimierung der Lichtsignalsteuerung (Stichwort „Grüne Welle“) und der Verkehrsorganisation (Stichwort: Park-, Liefer- und Ladevorgänge). Optimierungen der Lichtsignalsteuerung bedürfen allerdings in der Regel einer verkehrsnetzbezogenen Gesamtkonzeption.

Die beiden anderen oben genannten Maßnahmen belasten im Normalfall andere Straßen und bedürfen daher ebenfalls einer besonderen Abwägung.

Darüber hinaus weisen auch kleinräumige Maßnahmen zur Beeinflussung des Lkw-Verkehrs noch lärmindernde Wirkungen oberhalb der Wahrnehmungsschwelle auf. Auch hier bedarf es einer Einzelfallabwägung zur Vermeidung ungewollter Verlagerungen.

Zur Verminderung der Luftschadstoffbelastung ergeben verkehrslenkende Maßnahmen

- zur Verkehrsverlagerung des motorisierten Verkehrs, insbesondere des Lkw-Verkehrs, auf andere Routen sowie
- zur Bevorzugung schadstoffarmer Fahrzeuge durch Verkehrsverbote

die günstigsten Wirkungen in den untersuchten Straßenabschnitten. Dabei ist allerdings generell abzuwägen, inwieweit andere Straßen dadurch zusätzlich belastet werden.

Die größten Minderungspotentiale in Bezug auf Schwebstaub (PM₁₀), die problematischste Luftschadstoffkomponente, liegen im Bereich des Lkw-Verkehrs. Durch wirksame Reduzierung des Lkw-Verkehrs können höhere Entlastungen als durch (fahrzeug-)technische Maßnahmen erreicht werden.

Eine Bevorzugung schadstoffarmer Fahrzeuge durch Verkehrsverbote ergibt desto geringere Wirkungen, je mehr schadstoffarme Fahrzeuge auf den Straßen fahren. Mit der Zeit wird eine solche Maßnahme daher an Bedeutung verlieren.

Auswirkungen von Geschwindigkeitsbeschränkungen (Reduzierung von 50 auf 30 km/h) auf die Luftqualität konnten mit dem angewandten Berechnungsprogramm nicht realitätsnah simuliert werden. Aktuelle Untersuchungen z. B. im Rahmen des EU-Projektes HEAVEN in Berlin wei-

sen jedoch auf eine neutrale bis leicht positive Wirkung von Tempo 30 auf PM₁₀ und NO₂ hin.

Die Auswirkungen einer immissionsmindernden Straßenraumorganisation waren in den untersuchten Beispielen gering. In Einzelfällen können jedoch auch von dieser Maßnahme – je nach straßenräumlichen und verkehrlichen Gegebenheiten – günstigere Wirkungen erwartet werden.

In Bezug auf den gesamtstädtischen Ansatz einer **integrierten Verkehrsentwicklungsplanung** (mit abgestimmten Konzepten für alle Verkehrsarten) konnten in den konkret untersuchten Hauptverkehrsstraßen keine relevanten Lärminderungswirkungen und nur geringe Minderungswirkungen bei den Luftschadstoffen (am stärksten bei Benzol und NO₂, in geringerem Umfang bei PM₁₀) ermittelt werden. Dies erscheint erklärungsbedürftig:

- Die Hauptverkehrsstraßen tragen aufgrund ihrer besonderen Funktion im gesamtstädtischen Straßennetz auch künftig die Hauptlast des motorisierten Verkehrs. Eine Bündelung des Kraftfahrzeugverkehrs auf diesen Straßen erscheint im Zusammenhang mit dem Ziel, möglichst weite Stadtgebiete wirksam vom Verkehr zu entlasten, sogar wünschenswert. In anderen, hier nicht untersuchten Straßen und auf der gesamtstädtischen Betrachtungsebene ist daher von einer deutlich stärkeren Entlastungswirkung auszugehen als für die konkreten Hauptverkehrsstraßen ermittelt.
- Der untersuchte Modal-Split-Ansatz berücksichtigt nur eine Verringerung der Personenfahrten mit privaten Kraftfahrzeugen. Bei hohen Lkw-Anteilen sind jedoch deren Lärm- und Schadstoffemissionen für die Gesamtsituation von maßgeblicher Bedeutung. Selbst in Bezug auf die untersuchten Hauptverkehrsstraßen wird dies deutlich, wenn man die Ergebnisse der beiden Maßnahmenansätze „Gesamtstädtische Reduzierung des Kraftfahrzeuganteils an den täglichen Wegen (Einwohner und Einpendler)“ und „Gesamtstädtische Reduzierung des Lkw-Verkehrs“ vergleicht.

Gleichwohl kommt dem kommunalen Planungsinstrument einer integrierten Verkehrsentwicklungsplanung hohe Bedeutung zu.

Zum einen kann nur auf dieser Betrachtungsebene eine sinnvolle Koordination von verkehrsplanerischen Einzelmaßnahmen zur Lärm- und Luftschadstoffminderung erfolgen, mit der beispielsweise negative Effekte einer Verkehrsverlagerung in andere sensible Bereiche diskutiert und vermieden werden können.

Zum anderen sind langfristig nur von einer koordinierten Umsetzung von Maßnahmen zur großräumigen Verkehrslenkung des motorisierten Verkehrs im Stadtgebiet und zur Förderung der umweltfreundlichen Verkehrsarten (Fußgängerverkehr, Fahrradverkehr, öffentlicher Personennahverkehr) nachhaltige lärm- und schadstoffmindernde Wirkungen in problematischen Straßen und Teilgebieten zu erwarten und dadurch ein weiteres Anwachsen des Kraftfahrzeugverkehrs in Städten und Gemeinden zu verhindern oder soweit möglich einzuschränken.

Die Einbeziehung des Wirtschafts- und Güterverkehrs, insbesondere des innerörtlichen Lkw-Verkehrs, in die Verkehrsentwicklungsplanung er-

scheint unter dem hier behandelten Aspekt der Gesundheitsvorsorge unbedingt notwendig.

5.4 Wesentliche Ergebnisse der Risikoabschätzungen

Als Grundlage für eine Abschätzung der erwartbaren Gesundheitsvorsorgewirkung durch die untersuchten Maßnahmen in den konkreten Fallbeispielen diente die eingehende Betrachtung und Bewertung der aktuellen Erkenntnisse zur den gesundheitlichen Auswirkungen von Lärm und Luftschadstoffen (hier: PM₁₀, NO₂, Benzol).

Abgeschätzt wurde das luftschadstoffbedingte Risiko in Bezug auf

- vorzeitige Todesfälle und Herz-Kreislauf-Erkrankungen mit Krankenhausaufenthalt im Zusammenhang mit PM₁₀,
- chronische Bronchitis bei Kindern mit Asthma im Zusammenhang mit NO₂ und
- Krebserkrankungen (Leukämie) im Zusammenhang mit Benzol

sowie das lärmbedingte Risiko von vorzeitigem Todesfällen durch stressbedingten Herzinfarkt und die Auswirkungen der erzielten Lärmminde- rung auf die Anzahl der Lärmbelästigten.

Der Anteil der durch den Verkehrslärm schwer belästigten Personen lässt sich in den untersuchten Straßen, über die Umsetzung technischer Lärm- minderungsmaßnahmen bei Fahrzeugen und Fahrbahnbelägen hinaus, am stärksten durch wirksame Geschwindigkeitsbeschränkungen vermindern. Bei der Umsetzung einer Geschwindigkeitsbeschränkung auf 30 km/h (gegenüber vorher 50 km/h) ergeben sich bei Ausgangsanteilen von 40- 59 % schwer belästigter Personen beispielsweise Rückgänge um 6-10 Prozentpunkte bzw. bis zu einem Viertel.

Die übrigen hier untersuchten Maßnahmen zur Reduzierung des Ver- kehrslärms kommen zu wesentlich geringeren Wirkungen. Lediglich bei einer Umsetzung umfassender Maßnahmenpakete (unter Einbeziehung technischer Lärmminde- rungsmaßnahmen an Fahrzeugen und Fahrbah- nen) wurden stärkere Rückgänge der stark belästigten Personen um bis zu einem Drittel gegenüber der Ausgangssituation ermittelt.

Die Auswirkungen von Lärm und Luftschadstoffen auf die Gesundheit erscheinen aufgrund der durchgeführten Risikoabschätzungen insbeson- dere in Bezug auf den Aspekt vorzeitiger Todesfälle erheblich. Um dies zu verdeutlichen, wurde ein Vergleich der ermittelten Risiken mit dem aktuellen Risiko, in Deutschland im Straßenverkehr tödlich zu verunglü- cken, angestellt. Bezogen auf eine Vergleichsbasis von 10.000 Einwoh- nern und Jahr ergibt sich demnach ein Todesfallrisiko von:

- 0,84 Getöteten bei Verkehrsunfällen (Bezug: Deutschland 2001; NRW 2001: 0,58 Getötete),
- 2,9 Todesfällen im Zusammenhang mit andauernden Belastungen durch Verkehrslärm von mehr als 65 dB(A),
- 4 Todesfällen im Zusammenhang mit andauernd hohen Luftschad- stoffbelastungen (hier: pro 10 µg/m³PM₁₀).

Berücksichtigt werden muss bei diesem Vergleich allerdings, dass es sich in einem Fall (Verkehrsunfälle) um tatsächliche Todesfälle, in den beiden anderen Fällen dagegen um statistische Betrachtungen auf Basis einer Risikoabschätzung handelt, die mit entsprechenden Unsicherheiten verknüpft sind.

Auf eine genauere Abschätzung des Verlusts an Lebenszeit wurde im Rahmen der vorliegenden Studie verzichtet, weil dafür notwendige Rahmendaten nicht vorlagen. Überschlägig kann nach den vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnissen abgeschätzt werden, dass eine Verminderung der PM_{10} -Belastung über die Lebenszeit (ab 30 Jahren) um $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ die Lebenserwartung, betrachtet über die Gesamtbevölkerung, rechnerisch um etwa 0,5 Monate erhöht.

6. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Wesentliche Schlussfolgerungen für die **kommunale Planungspraxis** ergeben sich aus den oben bereits dargestellten Erkenntnissen.

Danach erscheint es keinesfalls ausreichend, auf die positiven Auswirkungen (fahrzeug-)technischer Maßnahmen zur Lärminderung und Luftreinhaltung zu warten. Vielmehr bedarf es parallel dazu der Entwicklung und Umsetzung von kommunalen Handlungsstrategien, ohne die die künftig verbindlich geltenden Grenzwerte für Luftschadstoffe wie auch die zur Gesundheitsvorsorge bedeutsamen Richtwerte für Verkehrslärm selbst mittelfristig nicht einzuhalten sein werden.

Auf der Grundlage eines kommunalen Verkehrsentwicklungsplans, der alle Verkehrsarten und auch den Wirtschafts- und Güterverkehr einbezieht, bedarf es insbesondere ausgewogener Einzelmaßnahmen zur Reduzierung der verkehrlichen Auswirkungen im Hauptverkehrsstraßennetz. Dabei sind nur wenige Maßnahmenansätze für andere Straßen „neutral“ (Geschwindigkeitsbeschränkungen, Straßenraumorganisation). In allen anderen Fällen, d. h. bei Verkehrsverboten, verkehrlenkenden Maßnahmen und Straßennetzergänzungen (Umgehungsstraßen, Tunnelbauwerke etc.) sind die Effekte von Verkehrsverlagerungen in einem größeren räumlichen Kontext zu berücksichtigen und abzuwägen.

Die Erkenntnisse sprechen insgesamt für die Bearbeitung von Verkehrsentwicklungskonzepten und verkehrlichen Maßnahmen zur Lärminderung und Luftreinhaltung möglichst in einem integrierten Planungsprozess bzw. Planwerk, um einerseits Synergieeffekte zu nutzen und andererseits konträr wirksame Maßnahmen auszuschließen.

Die kommunale Planung ist dabei allerdings auch auf eine wirksame Unterstützung durch **gesetzgeberische Maßnahmen auf übergeordneter Ebene (EU, Bund, Länder)** angewiesen. Diese betreffen insbesondere:

- auf europäischer und nationaler Ebene eine weitere Vereinheitlichung sowie verbindliche Festlegung von Grenzwerten zur Gesundheitsvorsorge (z. B. zur fahrzeugtechnischen Lärm- und Schadstoffminderung),

- auf nationaler Ebene die Anpassung der Einsatzmöglichkeiten der Straßenverkehrs-Ordnung an die aktuellen Anforderungen der Lärm-minderung und Luftreinhaltung im kommunalen Bereich (insbesondere § 45 zur Umsetzung von Geschwindigkeitsbeschränkungen, Verkehrs-verboden etc.),
- die Förderung von kombinierten Lärm-minderungs- und Luftreinhaltung-plänen, möglichst im Kontext der kommunalen Verkehrsentwick-lungsplanung (mit Harmonisierung der erforderlichen Daten- und Be-rechnungsgrundlagen).