

Verkehrslärm: Beeinträchtigungen und Minderungsstrategien

von Michael Jäcker-Cüppers

Zusammenfassung: Verkehrslärm ist nicht nur belästigend, sondern führt auch zu gesundheitlichen Risiken und damit zu hohen externen Kosten. Seine Bekämpfung ist daher ein dringendes Gebot der Umweltschutzpolitik. Dabei sind sowohl ordnungsrechtliche Instrumente zur Begrenzung der Emissionen und Immissionen sowie zunehmend auch ökonomische Instrumente einzusetzen. Das Hauptproblem bei der Lärmbekämpfung sind die schon seit langem bestehenden Verkehrswege und Flughäfen sowie die jeweiligen Bestandsfleotten, da hierfür das ordnungsrechtliche Instrumentarium kaum entwickelt ist. Die aktuelle Lärmschutzpolitik ist deshalb – trotz der Fortschritte, die besonders bei der Bekämpfung des Schienenverkehrs- und Fluglärmes erzielt wurden – unzureichend. Die einzelnen Lärmquellen werden zudem isoliert und in unterschiedlicher Form angegangen, eine kumulative Betrachtung von Mehrfachbelastungen findet nicht statt. Die verschiedenen Handlungsebenen der Lärmschutzpolitik (Gemeinden, Länder, Bund, EU etc.) sind zudem unzureichend abgestimmt. Im vorliegenden Artikel werden Vorschläge für eine integrierte und harmonisierte Lärmschutzstrategie vorgestellt und diskutiert, die auch den stärkeren Einsatz ökonomischer Instrumente zur Internalisierung externer Lärmkosten umfasst.

Summary: Traffic noise does not only cause annoyance but also health risks. Traffic noise abatement is therefore an urgent task in the current environmental policy with noise regulations to limit exposures and emissions and economic instruments playing an important role. The most severe noise problems refer to long existing infrastructures ("hot spots") and to the existing fleets for which regulations are mostly missing. The current noise abatement strategies are therefore insufficient despite the progress mainly in rail and airport noise abatement. Furthermore, an integrated approach to deal with multiple exposures in a harmonised way does not exist. The different administrative levels of action (communities, regions, states, EU etc.) are not sufficiently integrated. This paper proposes an integrated and harmonised noise abatement strategy including economic instruments for the internalisation of external noise costs.

1 Einleitung

Bei der Bekämpfung des Verkehrslärms sind bislang – im Gegensatz zu anderen Bereichen der Umweltpolitik – kaum substantielle Erfolge erzielt worden. Besonders die Belastung durch Straßenverkehrslärm ist schon seit Jahren auf hohem Niveau (siehe Abbildung 1). Ein wesentlicher Grund für die geringen Erfolge bei der Verkehrslärmbekämpfung ist ihre geringe Priorität bei den politischen Akteuren sowohl in Deutschland als auch in Europa. So bezeichnet der Präsident des Umweltbundesamts Jochen Flasbarth den Lärm als „das

JEL Classifications: Q51, Q53, Q58

Keywords: Noise effects, External costs, traffic noise abatement, economic instruments

am stärksten unterschätzte Umweltthema“ (Flasbarth 2009). Um eine Trendwende zu erreichen, ist deshalb auch ein politischer Mentalitätswandel erforderlich.

2 Beeinträchtigungen durch Verkehrslärm – Stand und Folgen

2.1 Indikatoren

Die Beeinträchtigungen durch Verkehrslärm sind vielfältiger Natur. Sie reichen von Belästigungen über Minderungen der Immobilienwerte bis hin zu erhöhten Gesundheitsrisiken. Ursache der Beeinträchtigung sind Schallereignisse. Das Ausmaß der Beeinträchtigungen wird deshalb in Form von *Schalldosis-Wirkungsbeziehungen* beschrieben. Dabei werden für die Schallereignisse geeignete Indikatoren gewählt und diesen die jeweilige Wirkung (zum Beispiel der Prozentsatz der Bevölkerung, der sich bei einem gegebenen Pegel gestört fühlt) funktional zugeordnet. Der gebräuchlichste Indikator ist der *Mittelungspiegel*, der die durchschnittliche („energetisch äquivalente“¹) Geräuschbelastung durch Schallereignisse während eines definierten Zeitraums (zum Beispiel während der Nacht) beschreibt. Er ist gut geeignet für Belastungssituationen, die durch einen relativ konstanten Pegel gekennzeichnet sind, wie das Rauschen einer Autobahn mit dichtem Verkehr. Bei stark intermittierenden Schallereignissen wie beim nächtlichen Flugverkehr, kann der *Maximalpegel* des Ereignisses besser mit der Lärmwirkung (zum Beispiel Aufwecken) korrelieren. Der Mittelungspiegel wird in der Regel als *Außenpegel* ermittelt, also zum Beispiel vor den Hausfassaden. Die tageszeitdifferenzierte Ermittlung des Prozentsatzes der Bevölkerung, der durch bestimmte Mittelungspiegel belastet ist, kann eine erste Einschätzung der Beeinträchtigung durch Lärm liefern („Geräuschimmissionen“ oder „Lärmbelastung“, siehe Tabelle 1).

Mit der Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates von 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm (UL-Richtlinie) (EG 2002) hat die EU begonnen, die Ermittlung der Lärmbelastung und die Bekämpfung des Lärms in Europa zu harmonisieren. Als neuer Indikator L_{den} wurde eine gewichtete Zusammenfassung der Mittelungspiegel für den Tag, den Abend und die Nacht eingeführt. Abend- und Nachtpegel werden dabei rechnerisch um 5 beziehungsweise 10 dB(A) erhöht, um die höhere Lärmsensibilität zu diesen Tageszeiten abzubilden.

2.2 Lärmbelastungen

Das Umweltbundesamt hat die Belastung der Bevölkerung durch Straßen-, Schienen- und Industrielärm bestimmen lassen (Umweltbundesamt 1989). Methodisch wird dabei die Belastung in repräsentativen Gemeinden oder Ortsteilen ermittelt und auf Deutschland hochgerechnet. Das zugrunde liegende Modell ist Anfang der 80er Jahre entwickelt worden und liefert deshalb streng genommen nur Daten für die alten Bundesländer. Es wurde jedoch bezüglich der Emissionsdaten laufend aktualisiert. Die jüngsten verfügbaren Zahlen von 1999 beziehungsweise 1997 sind in der folgenden Tabelle für den Straßen- und Schienenverkehr angegeben (siehe zum Beispiel Umweltbundesamt 1999).

¹ Energetisch äquivalent heißt, dass die Energie des zeitlich schwankenden Geräusches der des gemittelten Geräusches entspricht.

Tabelle 1

Berechnete Geräuschbelastung der Bevölkerung durch Straßen- und Schienenverkehr (alte Bundesländer) nach dem UBA-Lärmelastungsmodell

Mittelungspegel dB(A)	Kumulierter Anteil der Bevölkerung (in Prozent), belastet durch			
	Straßenverkehr im Jahr 1999		Schienenverkehr im Jahr 1997	
	Tags	Nachts	Tags	Nachts
> 45	81,1	48,5	47	36,6
> 50	64,7	30,9	34,6	21,1
> 55	48,9	16,6	19,7	10,3
> 60	30,9	7,3	9,3	4,1
> 65	15,6	3,1	3,1	1,4
> 70	6,6	0,2	0,8	0,5
> 75	1,5	0	0,1	0,1

Hauptproblem des Lärms sind die innerstädtischen hochbelasteten Straßen, an denen etwa 70 Prozent der von Pegeln über 65 dB(A) tags Betroffenen wohnen. Inzwischen wurden die Belastungen nach der UL-Richtlinie für große Ballungsräume (mit mehr als 250000 Einwohnern), Großflughäfen und Hauptverkehrswege ermittelt. Die Daten stehen im Internet zur Verfügung (Umweltbundesamt 2010b) (Eisenbahn-Bundesamt 2010). Sie sind mit den Daten der Tabelle 1 nicht vergleichbar, da bislang nur die hochbelasteten Bereiche kartiert worden sind.

2.3 Lärmelastigungen

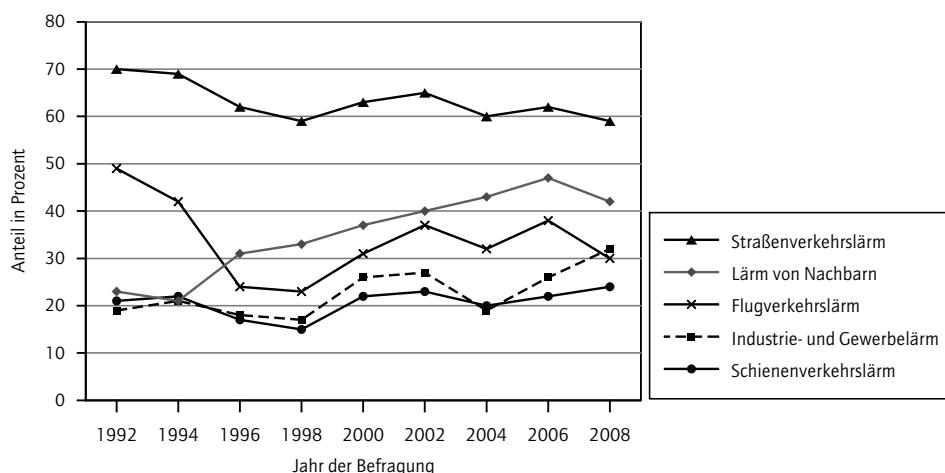
Belästigungen durch Lärm im Wohnumfeld werden alle zwei Jahre im Rahmen einer Befragung der Bevölkerung zum Umweltbewusstsein erhoben (zuletzt 2008, siehe BMU (2008), Umweltbundesamt (2010a)). Abbildung 1 (Seite 4) zeigt die Entwicklung der Belästigungen von 1992 bis 2008. Wichtigste Lärmquelle ist der Straßenverkehr. Er wird in etwa als gleich störend wie die Autoabgase empfunden.

2.4 Wirkungen

Epidemiologische Studien an Straßen zeigen, dass bei Geräuschbelastungen, die tagsüber dauerhaft oberhalb 65 dB(A) (Mittelungspegel außen) liegen, ein erhöhtes Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen befürchtet werden muss (Umweltbundesamt 1999). Damit war etwa jeder sechste Einwohner (15,6 Prozent) 1999 infolge des Straßenverkehrs Pegeln ausgesetzt, die *gesundheitliche Risiken* mit sich bringen. Eine noch unveröffentlichte Studie im Auftrag des Umweltbundesamts zeigt, dass auch beim Fluglärm Risiken von Herz-Kreislauf-Erkrankungen als Funktion der Fluglärmelastung quantifiziert werden können. Schon ab einem Mittelungspegel von 40 dB(A) steigt das Risiko signifikant an. Frauen müssen bei nächtlichen Belastungen ab 53 dB(A) mit einer Verdopplung des Risikos rechnen (Spiegel 2009).

Abbildung 1

Anteil der durch Lärm im Wohnumfeld Belästigten in Prozent (1992–2008)



Die Untersuchungen der Lärmwirkungsforschung zeigen darüber hinaus, dass bereits bei Belastungen von 50/40 dB(A) tags/nachts mit *Belästigungen* durch Verkehrslärm zu rechnen ist. Mit derartigen Pegeln sind in Deutschland an Straßen tagsüber fast zwei Drittel der gesamten Bevölkerung belastet, bei der Schiene ist es etwa ein Drittel. Werden diese Pegel um etwa 5 dB(A) überschritten, ist mit *erheblichen Belästigungen* zu rechnen (Umweltbundesamt 1999, WHO 2000, WHO/Europe 2009). Derartige Belastungen führen tagsüber zu Beeinträchtigungen der Erholung, der Kommunikation und der Leistungsfähigkeit, nachts vor allem zu Schlafstörungen.

2.5 Sekundäre Folgen der Beeinträchtigungen

In Deutschland ist die drohende Zunahme der Lärmelastung immer mehr zu einem der wichtigsten Gründe für den *Widerstand* der Bevölkerung gegen Ausbau und intensivere Nutzung der Verkehrsinfrastruktur geworden. Neben den aktuellen Auseinandersetzungen um die Flughäfen in Frankfurt/Main und Berlin-Schönefeld – und hier vor allem um die Anzahl der zugelassenen Nachtflüge – haben auch die Proteste gegen den Ausbau der Schieneninfrastruktur zugenommen. Lärmelastung ist auch einer der wichtigsten Gründe, weshalb Menschen die Ballungsräume verlassen und *in das Umland* ziehen. (Landeshauptstadt München 2002). Die Lärmelastung in den Ballungsräumen setzt damit einen verhängnisvollen „circulus vitiosus“ in Gang: Besser situierte Haushalte verlassen die Stadt, erzeugen damit mehr Verkehr zu Lasten der verbliebenen Haushalte mit geringerem Einkommen. Eine Auswertung des Sozio-ökonomischen Panels (SOEP) von 1999 zum Zusammenhang von Haushaltseinkommen und Lärmelastung zeigt, dass der Prozentsatz stark und sehr stark Lärmelasteter in der untersten Äquivalenzeinkommensklasse (bis zu 450 Euro/Monat) 1,5 mal (alte Bundesländer) bis 3,3 mal (neue Bundesländer) so hoch

ist wie in der höchsten berücksichtigten Einkommensklasse (1350 Euro/Monat und mehr) (Mielck 2004). Lärmbekämpfung ist damit auch ein Gebot der *sozialen Gerechtigkeit*.

2.6 Monetarisierung der Beeinträchtigungen durch Lärm

Durch Monetarisierung von Beeinträchtigungen wird eine gemeinsame Messgröße für die verschiedenen Beeinträchtigungsformen geschaffen. Die so ermittelten Kosten der Lärmbelastung (beziehungsweise der Nutzen der Lärmreduzierung) sind Bestandteil einer allgemeinen Monetarisierung der Schäden, die der Allgemeinheit durch die Mobilität entstehen (externe Kosten).

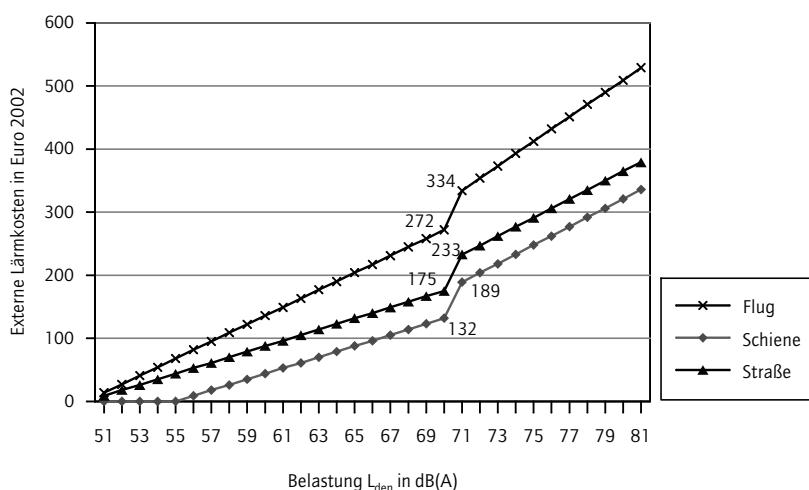
Die Quantifizierung von Lärmkosten kann zum Beispiel verwendet werden für:

- Kosten-Nutzen-Analysen beim Vergleich von Lärmschutzmaßnahmen oder Infrastrukturvarianten (zum Beispiel im Rahmen des Bundesverkehrswegeplans);
- die Gestaltung von Instrumenten für die Internalisierung der externen Lärmkosten;
- eine verkehrspolitisch gerechte Behandlung der verschiedenen Verkehrsträger.

Ergebnis der Monetarisierung ist idealerweise die Bündelung der verschiedenen Dosis-Wirkungsbeziehungen in einer *Dosis-Kosten-Funktion*. Abbildung 2 zeigt die für die Europäische Kommission entwickelte Dosis-Kosten-Funktion für die Verkehrsträger Straße, Schiene und Flug (CE Delft 2007).

Abbildung 2

Kosten des Lärms pro Einwohner und Jahr, Preisstand von 2002



Quelle: CE Delft (2007).

Der Indikator für die Dosis in Abbildung 2 ist der L_{den} gemäß (EG 2002). Die Funktionen sind bilinearer² Natur und berücksichtigen unter einem Wert von 71 dB(A) Belästigungen durch Lärm, darüber die gesundheitlichen Kosten des Lärms. Die Dosis-Kosten-Funktionen sind durchaus umstritten, sowohl in der Wahl des Dosis-Indikators und in der Höhe der Kostenschwellen für Belästigungen und Gesundheit, als auch in der Form der Funktion. So entspricht beispielsweise der gesundheitsbezogene Schwellwert in Abbildung 2 nicht dem aktuellen Stand der Lärmwirkungsforschung, wonach gesundheitliche Risiken bereits ab 65 dB(A) tags auftreten (siehe oben). Auch die Steigungen der Geraden im oberen Bereich liegen mit 15 bis 20 Euro pro dB(A) deutlich unter dem, was zum Beispiel in der deutschen Förderrichtlinie für Lärmsanierungsmaßnahmen an Schienenwegen von 2005 angesetzt wird (50 Euro pro dB(A) pro Einwohner und Jahr) (BMVBS 2005). Sind für eine Quelle die Geräuschimmissionen bekannt, lassen sich mit der Dosis-Kosten-Funktion die *gesamten Kosten des Lärms* berechnen. Die meisten Untersuchungen verwenden für Deutschland die Daten der Tabelle 1. Tabelle 2 zeigt die Gesamtkosten des Lärms, die von INFRAS et al. ermittelt wurden (INFRAS et al. 2000, INFRAS et al. 2007).

Neuere Untersuchungen kommen zu Ergebnissen in der gleichen Größenordnung. Giering (2009) ermittelt für den Straßenverkehrslärm externe Kosten von insgesamt 9,1 Milliarden Euro pro Jahr (davon 1,45 Milliarden Euro Gesundheitskosten; Preisstand 2009, Kostenstschwelle³ und Gesundheitsschwelle⁴ bei 55 dB(A)).

Für die Internalisierung der externen Kosten – zum Beispiel in der Form von Infrastrukturbenutzungsentgelten – interessieren zusätzlich die *fahr- oder flugzeugbezogenen* Kosten (je nach zugrunde gelegtem Prinzip der Preisbildung entweder als durchschnittliche oder als Grenzkosten pro Fahrzeugkilometer). Diese hängen von der jeweiligen Verkehrs- und Bebauungssituation ab (Verkehrsstärke, Dichte der Bebauung). Der Nachtzeitraum mit seinen in der Regel geringeren Verkehrsmengen liefert die höchsten durchschnittlichen Kosten. Die externen Kosten sind bei dichter, trassennaher Bebauung ein Vielfaches der Kosten in ländlichen Räumen. Das Umweltbundesamt hat für den nächtlichen Lkw-Verkehr bei durchschnittlichen Verkehrsstärken auf deutschen Autobahnen (50 000 Kfz/Tag)

Tabelle 2

Externe Kosten des Verkehrslärms in Deutschland in Milliarden pro Jahr Datenstand 1995

Quelle	Belästigung	Gesundheit	Gesamt
Straße	5,2	3,5	8,7 (8,83)
Schiene	0,57	0,16	0,73 (0,828)
Luft	0,3	0,31	0,61 (0,125)
Gesamt	6,1	3,9	10 (9,693)

In Klammern in der letzten Spalte die aktualisierten Kosten nach Datenstand 2005.

Quelle: INFRAS et al. (2007).

2 Zwei abschnittsweise lineare Funktionen mit jeweils unterschiedlicher Steigung und einer Sprungstelle bei 70-71 dB(A)

3 Kostenschwelle ist der Wert der Geräuschbelastung, ab dem Kosten entstehen.

4 Gesundheitsschwelle ist der Wert der Geräuschbelastung, ab dem mit gesundheitsbedingten Kosten zu rechnen ist.

für Innenstädte Kosten von 0,32 Euro/km, für Vororte Kosten von 0,051 Euro/km und für ländliche Gebiete Kosten von 0,01 Euro/km ermittelt (Umweltbundesamt 2008, jeweils durchschnittliche Kosten).

3 Grundsätzliche Strategien zur Minderung des Verkehrslärms

Eine erfolgreiche Lärmschutzpolitik baut auf *Prinzipien* des Umweltschutzes auf und integriert Instrumente, Maßnahmen und Werkzeuge in einer Gesamtstrategie. *Maßnahmen* sind hier als Aktivitäten definiert, mit denen Lärmbeeinträchtigungen konkret vermindert werden (zum Beispiel Bau einer Lärmschutzwand). *Instrumente* sind Aktivitäten Dritter (überwiegend des Staates), die solche Maßnahmen vorschreiben oder stimulieren. Die wichtigsten Instrumente des Lärmschutzes sind ordnungsrechtliche Begrenzungen der Emissionen, der Immissionen und des Betriebes von Verkehrsmitteln sowie Anreize, mit denen leisere Verkehrsformen bevorrechtigt (Benutzervorteile) oder ökonomisch belohnt werden (zum Beispiel lärmabhängige Infrastrukturbenutzungsentgelte IBE). *Werkzeuge* schließlich sind alle Verfahren, mit denen die jeweiligen Aktivitäten hinsichtlich ihrer Wirkung quantifiziert, bewertet und überwacht werden können (zum Beispiel Messvorschriften für die Geräuschemissionen von Fahrzeugen). Einige grundlegende Prinzipien werden nachfolgend erläutert.

3.1 Prinzipien der Verkehrslärmbekämpfung

Die europäische und deutsche Umweltpolitik strebt ein hohes Schutzniveau an, basiert auf dem Vorsorge-, Verursacher und Kooperationsprinzip und gibt Minderungsmaßnahmen an der Quelle Vorrang.

3.1.1 Hohes Schutzniveau

Zu schützen ist der jeweilige Empfänger (Rezeptor) der Geräuschemissionen. Eine rezeptorbezogene Minderung des Lärms geht deshalb davon aus, dass in der Regel mehrere Quellen einwirken, die in ihrer Gesamtwirkung berücksichtigt werden müssen. Deshalb sind Verfahren für die Wirkungsanalyse von kumuliertem Lärm zu entwickeln und anzuwenden sowie eine integrierte Lärmschutzpolitik in Form eines allgemeinen Lärmschutzgesetzes anzustreben.

Lärbetroffene sind bei ihren verschiedenen Aktivitäten zu schützen, wobei der Nutzung der *Wohnung* als Mittelpunkt des Lebens besondere Bedeutung zukommt. Diese umfasst auch die *Außenwohnbereiche* wie Balkone und Gärten. Deshalb hat die Minderung der *Außenpegel* – der so genannte aktive Lärmschutz – Priorität. Aber auch innenraumbezogene Lebensbereiche wie Schlafen, Arbeiten (zum Beispiel Hausarbeiten, Lernen, Studieren etc.), Erholen und Kommunikation sollten grundsätzlich ohne Schließen der Fenster und ohne passiven Lärmschutz (zum Beispiel in Form von Schallschutzfenstern) möglich sein.

Eine besondere Herausforderung des Lärmschutzes ist der *Schutz der Nachtruhe*: Der hohen Sensibilität während der Nacht steht ein zunehmender Druck zur Nutzung der Nacht

für lärmrelevante Aktivitäten gegenüber (zum Beispiel die nächtliche Nutzung der Infrastruktur für Transporte, weil diese tagsüber ausgelastet ist).

Das Umweltbundesamt (1999) und andere Einrichtungen wie die WHO (WHO 2000, WHO/Europe 2009) haben aus den Befunden der Lärmwirkungsforschung *Zielwerte* für die Verkehrslärmbekämpfung abgeleitet.

Sie beziehen sich aus den genannten Gründen auf den Mittelungspiegel außerhalb der Wohnungen:

- Zur Vermeidung *gesundheitlicher Risiken* sollten 65/55 dB(A) tags/nachts nicht überschritten werden (Minimalziel).
- Mittleres Ziel der WHO ist die Senkung der Belastungen auf 55/45 dB(A) zur Vermeidung *erheblicher Belästigungen*.
- *Optimaler Schutz* wird durch die Grenzen 50/40 dB(A) sichergestellt. Wenngleich das optimale Ziel besonders in Innenstädten auch langfristig kaum zu erreichen ist, so sind diese Zielwerte als Schadensschwelle bedeutsam, zum Beispiel bei Kosten-Nutzen-Bewertungen oder Entschädigungsregelungen.

3.1.2 Verursacherprinzip

Die externen Kosten sollen in die individuelle Kostenkalkulation der sie verursachenden Wirtschaftssubjekte eingehen (Internalisierung), womit ein ökonomischer Anreiz zum schonenden Umgang mit Umweltgütern entsteht (Hartkopf und Bohne 1983:110). Die drei wichtigsten Instrumente zur Internalisierung der Kosten des Verkehrslärms sind Emissionsvorschriften, Benutzervorteile (Befreiung emissionsarmer Fahrzeuge von Verkehrs- und Betriebsbeschränkungen) und emissionsabhängige Infrastrukturentgelte. Gewöhnlich kommt eine Vielzahl von Verursachern in Betracht. Beim landgebundenen Verkehr zum Beispiel sind für die Emissionen, die aus dem Kontakt von Fahrzeug und Fahrbahn resultieren, die fahrbahn- und fahrzeugseitigen Verursacher zu unterscheiden.

3.1.3 Vorrang für Maßnahmen an der Quelle

Maßnahmen an der Quelle umfassen die Minderung der Emissionen der jeweiligen Quelle sowie auch eine Minderung der *Quellenzahl*. Daher ist solchen Maßnahmen und Instrumenten Vorrang einzuräumen, die am Anfang der Wirkungskette für das Entstehen von Verkehrslärmelastungen stehen (Verkehrserzeugung). In der umweltpolitischen Diskussion wird deshalb folgende Rangfolge von Maßnahmen empfohlen:

- *Vermeidung* des motorisierten Verkehrs;
- *Verlagerung* auf umweltfreundlichere (leisere) Verkehrsmittel;
- *Verminderung* der Emissionen des Verkehrs;
- Maßnahmen auf dem *Ausbreitungsweg*;
- Schutzmaßnahmen am *Immissionsort*.

Die letzten drei Maßnahmenbündel der Minderung der Emissionen und Immissionen sind der spezifische und konkrete Bereich des Lärmschutzes und werden in Kapitel 4 dargestellt. Instrumente und Maßnahmen zur Verkehrsvermeidung und -verlagerung werden hingegen wegen diffuser Wirkungsketten und geringer Effekte (die Halbierung der Verkehrsmengen führt zum Beispiel zu einer mittleren Reduktion der Belastungen von 3 dB(A)) entgegen dem obigen Postulat oft nachrangig betrieben. Im Folgenden sollen deshalb einige Aspekte dieser Strategien skizziert werden.

3.1.4 Vermeidung des motorisierten Verkehrs

Oft ist es möglich, relevante Transportbedürfnisse in nicht motorisierter Form zu befriedigen (Radverkehr, Fußgängerverkehr). Teilmengen des motorisierten Verkehrs finden nur deshalb statt, weil er entweder subventioniert wird oder seine externen Kosten nicht trägt (siehe oben). Eine Politik der Verkehrsvermeidung internalisiert die externen Kosten des Verkehrs und baut Subventionen ab.

Städte und Gemeinden haben die Aufgabe, baulichen Nutzungsstrukturen zu erhalten und zu fördern, die eine Mobilität in nicht motorisierter Form ermöglichen („Stadt der kurzen Wege“). Die hohe Bevölkerungsdichte in Ballungsräumen bietet prinzipiell die Möglichkeit, Mobilitätsbedürfnisse weitgehend ohne motorisierten Individualverkehr zu befriedigen.

3.1.5 Verlagerung des Verkehrs auf umweltschonendere Verkehrsmittel

Bei der Verlagerung des Verkehrs auf umweltfreundlichere Verkehrsmittel ist zu beachten, dass die Bilanz der Lärmbelastungen verbessert wird. Hierzu sind geeignete Bewertungsverfahren zu entwickeln oder zu vereinbaren. Besonders die aus Gründen des Klimaschutzes politisch gewollte Verlagerung auf den Schienengüterverkehr wird nur dann akzeptabel sein, wenn die Geräuschemissionen des Schienenverkehrs deutlich gesenkt werden.

4 Aktueller Stand des staatlichen Verkehrslärmschutzes

4.1 Minderung der Geräuschemissionen

Ordnungsrechtliche Instrumente in Form von Geräuschvorschriften sind am ehesten geeignet, Lärminderungsmaßnahmen „an der Quelle“ (Fahr- und Flugzeuge, Fahrwege) zu induzieren. Geräuschvorschriften existieren jedoch nur für neue Fahrzeuge und Komponenten des Straßen- und Schienenverkehrs, zuständig dafür sind die EU beziehungsweise UNECE, für neue Flugzeuge die ICAO (International Civil Aviation Organization). Bund, Länder und Gemeinden können durch Anreize (Benutzervorteile für leise Fahrzeuge) und durch Beschaffung leiserer Verkehrsmittel (im ÖPNV und bei den Nutzfahrzeugflotten) den Lärmschutz fördern. Zentrales Problem ist die Minderung der Geräuschemissionen der Bestandsflotten, vor allem bei den langlebigen Fahrzeugen des Schienen- und Flugverkehrs.

4.1.1 Straßenverkehrsemissionen

Durch Richtlinien der EU wurden zwischen 1975 und 1995 die zulässigen Geräuschgrenzwerte für Kfz deutlich gesenkt (Pkw: von 82 dB(A) auf 74 dB(A), schwere Lkw von 91 dB(A) auf 80 dB(A)). Seit 1995 sind die Grenzwerte nicht mehr verschärft worden. Diese Minderungsvorgaben sind in der Realität jedoch nicht erreicht worden. So haben sich bei den Pkw im frei fließenden innerstädtischen Verkehr die Emissionen von 1978 bis 2001 im Mittel nur um 1 dB(A) vermindert, bei schweren Lkw sind es immerhin 6 dB(A) (Steven 2005). Wesentliche Ursachen der sehr geringen Minderungen bei den Pkw sind die Besonderheiten des Messverfahrens (Messung eines extremen Betriebszustands mit Volllastbeschleunigung) sowie die gestiegene Bedeutung der Rollgeräusche. Eine Modifikation des Messverfahrens wird bei der UNECE seit langem diskutiert, um Typprüfung und reale Emissionen besser in Einklang zu bringen.

Im Jahre 2001 hat die EU eine Geräuschvorschrift für Kfz-Reifen verabschiedet. Wie bei Fahrzeugen hat sich allerdings auch bei den Reifen die bisherige Regelung zur Geräuschtypprüfung in der Praxis nicht bewährt. Grund dafür sind viel zu hohe Grenzwerte. Inzwischen hat die EU die Geräuschgrenzwerte für Reifen verschärft (EG 2009a) und eine Kennzeichnung der Reifen mit ihrem Geräuschwert eingeführt (EG 2009b). Diese Kennzeichnung ermöglicht es dem Verbraucher, bei der Wahl von Reifen Umweltaspekte zu berücksichtigen. Geräuschvorschriften für Straßendecken sind bislang nicht entwickelt worden.

4.1.2 Schienenverkehrsemissionen

Die Geräuschemissionen von Schienenfahrzeugen waren lange Zeit nicht limitiert. In jüngerer Zeit hat nun die EU derartige Vorschriften verabschiedet. Die Geräuschgrenzwerte gelten für so genannte *neue interoperable* Fahrzeuge, also solche, die auf dem transeuropäischen Eisenbahnnetz verkehren. Sie wurden in Form von Technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI) erlassen (für Fahrzeuge des *Hochgeschwindigkeitsverkehrs* seit 2002, für den *konventionellen* Schienenverkehr seit 2006).

Die wichtigste Auswirkung dieser Geräuschvorschriften ist, dass Schienenfahrzeuge mit Grauguss-Klotzbremsen (GG) die Grenzwerte nicht mehr einhalten können. Neufahrzeuge müssen also mit anderen Bremsarten ausgerüstet sein (Kunststoffklötze – K-Sohlen oder LL-Sohlen –, Scheibenbremsen etc.). Dies betrifft vor allem die lauteste Fahrzeugkategorie der Güterwagen.

Durch die Beschränkung der Vorschriften auf Neufahrzeuge wird sich der volle Effekt der Regelungen wegen der langen Lebensdauer von Schienenfahrzeugen erst in etwa 35 Jahren auswirken, was für die kurzfristig gebotene Minderung des Schienenverkehrslärm nicht ausreichend ist.

Eisenbahnverbände und Regierungen diskutieren deshalb schon seit Ende der 90er Jahre über eine Umrüstung der Bestandsflotte, bislang allerdings – sieht man von der Schweiz ab – ohne Erfolg. Hauptursache sind die hohen Kosten, die mit einer Umrüstung (insbesondere auf K-Sohlen) verbunden sind und die die Eisenbahnverkehrsunternehmen nicht zu tragen bereit oder in der Lage sind. Die Bundesregierung hat deshalb im Jahre 2008 das

Pilotprojekt „Leiser Rhein“ gestartet: Dabei sollen modelhaft 5 000, überwiegend auf der Rheintrasse verkehrende Güterwagen umgerüstet werden, kostengünstigere Kunststoffsohlen entwickelt und Modelle für lärmabhängige Trassenpreise geprüft werden (BMVBS 2010a).

Bekanntlich ist der Schienenzustand von großer Bedeutung für die Emissionen. Der Unterschied zwischen den Emissionen auf sehr glatten und stark verriffelten Schienen kann bis zu 20 dB(A) betragen. Eine allgemeine Vorschrift für die Qualität des Schienennetzes existiert bislang nicht, wäre jedoch in Anbetracht dieser Unterschiede unerlässlich.

4.1.3 Flugverkehrsemissionen

Die Geräuschgrenzwerte für Flugzeuge werden durch völkerrechtliche Vereinbarungen im Rahmen der ICAO im Anhang 16 zum Luftfahrtabkommen festgelegt. Inzwischen gelten für Neuzulassungen ab dem Jahre 2006 die Grenzwerte des Kapitels 4. Die aktuellen Grenzwerte sind gegenüber den Kapitel-3-Werten deutlich reduziert worden. Die im Auftrag des Umweltbundesamt erstellte Studie zur Verschärfung der Lärmgrenzwerte von zivilen Strahlflugzeugen (Arps et al. 2006) weist allerdings nach, dass neu zugelassene Flugzeuge die Kapitel-4-Grenzwerte bereits deutlich unterschreiten und mittelfristig mit fortschrittlicher Triebwerkstechnologie eine *weitere Senkung der Emissionsgrenzwerte* für neu zugelassene Flugzeuge um circa 20 dB (bezogen auf die kumulierte Emission an drei Messpunkten) möglich ist.

Auch bei den Flugzeugen sind wegen ihrer langen Lebensdauer die Bestandsflotten ein großes Problem. Immerhin legt die EU-Richtlinie 92/14/EWG fest, dass ab dem 01.04.2002 die lauteste Kategorie der Kapitel-2-Flugzeuge auf den Flughäfen der Gemeinschaft nicht mehr landen darf. Zudem setzen die Flughäfen zur Steuerung der Emissionen *lärmabhängige Landeentgelte* ein (siehe unten).

4.2 Minderung der Geräuschimmissionen

Der Lärmschutz bei *Neubau und wesentlichen (baulichen!) Änderungen von Verkehrswegen* (Lärmvorsorge) (Bundes-Immissionsschutzgesetz BImSchG §§41-43) ist mit der Festlegung von Grenzwerten und Berechnungsvorschriften in der Verkehrslärmschutzverordnung von 1990 relativ weitgehend geregelt. Diese definiert die zulässigen *Außenpegel* (für Wohngebiete 59/49 dB(A)), deren Überschreitung beim Bau und bei wesentlicher Änderung von Verkehrswegen zu vermeiden ist (§41 (1)). Dies gilt soweit die Kosten der Schutzmaßnahme nicht außer Verhältnis zu dem angestrebten Schutzzweck stehen würden (§41 (2)); ansonsten kommen nur so genannte „passive“ innenraumschützende Schutzmaßnahmen in Betracht. Mit der Beschränkung auf wesentliche *bauliche* Eingriffe (höhere Fahrzeugmengen oder -geschwindigkeiten lösen grundsätzlich keine wesentliche Änderung aus) und mit der isolierten Betrachtung des geänderten Verkehrsweges ist die Verordnung jedoch als unzureichend einzuschätzen (vgl. auch die Kritik von (Koch 2002)).

Das zentrale Problem der Verkehrslärmbekämpfung in Deutschland ist allerdings die bisher *fehlende gesetzliche Grundlage* für die Begrenzung der Immissionen an bereits

bestehenden Verkehrswegen. Der Bund hat ersatzweise für *Straßen* in seiner Baulast im Zeitraum von 1978 bis 2008 insgesamt 819,2 Millionen Euro vornehmlich für sekundäre Lärmschutzmaßnahmen (Wälle, Wände, Fenster) im Außerortsbereich aufgewandt. Dabei gelten als Lärmsanierungswerte 70 bis 75 dB(A) tags und 60 bis 65 dB(A) nachts, je nach Empfindlichkeit der belasteten Baunutzungen. Einige Bundesländer führen für ihre Landesstraßen vergleichbare Programme durch. Analoge Programme der Gemeinden gibt es aber nicht. Die Lärmsanierungsprogramme haben deshalb das zentrale Lärmproblem an innerstädtischen Hauptverkehrsstraßen nicht gelöst.

In die Lärmsanierung an *Schienenwegen* ist der Bund erst 1999 eingestiegen (BMVBS 2010b). Bis zum Jahr 2005 wurden jeweils 51 Millionen Euro/Jahr bereitgestellt, im Jahr 2006 und seit dem Jahr 2007 wurde das Programm um 25 beziehungsweise 49 Millionen Euro aufgestockt. Grenzwerte und förderfähige Maßnahmen entsprechen dem Sanierungsprogramm an Bundesfernstraßen. Fahrzeugbezogene Maßnahmen werden allerdings bislang nicht finanziert.

Ein Sonderfall ist der Schutz vor *Fluglärm*. Das novellierte Fluglärmgesetz trat im Jahr 2007 in Kraft (BRD 2007). Das Gesetz sieht die Festsetzung von Lärmschutzbereichen an zahlreichen zivilen und militärischen Flugplätzen vor, wobei der Lärmschutzbereich aus zwei Tag-Schutzzonen und einer Nacht-Schutzone besteht. Sie werden bei bestehenden zivilen Flughäfen durch die Überschreitung eines Mittelungspegels von 65, 60 beziehungsweise 55 dB(A) bestimmt, was deutlich unter den entsprechenden Werten 75 und 67 dB(A) für die beiden auf den 24-Stunden-Tag bezogenen Schutzzonen des Fluglärmgesetzes von 1971 liegt. In der Tag-Schutzone 1 und der Nacht-Schutzone werden bauliche Schallschutzmaßnahmen an bestehenden Wohngebäuden erstattet. Beim Neubau oder bei der wesentlichen baulichen Erweiterung bestehender Flugplätze gibt es zusätzlich eine Entschädigungsregelung für Beeinträchtigungen des Außenwohnbereichs (zum Beispiel Terrassen, Balkone) in der Tag-Schutzone 1.

Das Fluglärmgesetz enthält für den Fall des Neubaus und der wesentlichen Änderung keine *Immissionsgrenzwerte* im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Die Schutzmaßnahmen sind insgesamt nur passiver Natur.

Mit der *Richtlinie* des Europäischen Parlaments und des Rates über die *Bewertung* und die *Bekämpfung von Umgebungslärm* vom 25. Juni 2002 (UL-Richtlinie) (EU 2002) hat die EU zum ersten Mal Regelungen zur Minderung der Geräuschimmissionen getroffen. Die Bundesregierung hat diese Richtlinie in das Bundes-Immissionsschutzgesetz überführt (BRD 2005). Die Richtlinie konzentriert sich auf Großflughäfen, Hauptverkehrswege und Ballungsräume. Für die schalltechnische Bestandaufnahme (strategische Lärmkarten) und die Aufstellung von Lärmaktionsplänen – nicht aber für deren Umsetzung – werden Fristen vorgegeben. Die Öffentlichkeit ist zu beteiligen, was inzwischen zu einer deutlichen Sensibilisierung für die Lärmprobleme geführt hat. Die Einzelheiten zur Umsetzung der Richtlinie können den Internetseiten des Umweltbundesamts entnommen werden (2010b). Die Richtlinie ist nicht mit den laufenden Lärmsanierungsprogrammen des Bundes abgestimmt.

4.3 Internalisierung der externen Kosten durch ökonomische Instrumente

Durch die Vorgabe und Einhaltung von Emissionsgrenzwerten können die externen Kosten verringert werden. Verbleibende externe Kosten sollten durch ökonomische Instrumente wie lärmabhängige Infrastrukturbenutzungsentgelte (IBE) internalisiert werden. Dies stimuliert einerseits Lärminderungsmaßnahmen, die über bestehende Grenzwerte hinausgehen, andererseits lassen sich so Finanzmittel gewinnen, die zum Beispiel zur Compensation gesundheitlicher Schäden eingesetzt werden können. An den externen Kosten orientierte lärmabhängige IBE geben zusätzlich einen Anreiz, Verkehrsdispositionen auch unter dem Gesichtspunkt der Lärminderung zu treffen. Besonders wichtig ist ein solches Instrument bei langlebigen Bestandsflotten wie im Schienengüterverkehr, die bislang keine Grenzwerte erfüllen mussten. Eine harmonisierte Vorgehensweise für alle Verkehrsmittel ist allerdings unerlässlich, damit keine Wettbewerbsverzerrungen entstehen.

Lärmabhängige IBE sind in Deutschland bislang nur für den Flugverkehr eingeführt worden. Aktuell wird die Einführung von lärmabhängigen IBE für die Straße und die Schiene diskutiert. Damit ein nichtdiskriminierender Zugang zur Infrastruktur Nutzung möglich ist, hat die EU entsprechende Rahmenrichtlinien für die Entgeltregelungen eingeführt.

4.3.1 Lärmabhängige Trassenpreise im Schienenverkehr

Die gültige Richtlinie der EU (2001/14/EG) lässt die Berücksichtigung umweltbezogener Kosten in den Nutzungsentgelten für Schienenfahrzeuge zu (Artikel 7 (5)). Sie erlaubt die Anlastung externer Umweltkosten als Entgelterhöhung allerdings nur, wenn vergleichbare Regelungen auch für die konkurrierenden Verkehrsträger gelten. Die EU-Kommission plant, bei der Revision der Richtlinie lärmabhängige Entgeltkomponenten *verbindlich* vorzugeben (EU-Kommission 2008a). In Deutschland beabsichtigt die Regierungskoalition von CDU/CSU/FDP, lärmabhängige Trassenpreise einzuführen (2009). Im Rahmen einer interministeriellen Arbeitsgruppe der Bundesregierung werden zurzeit Modelle für lärmabhängige Trassenpreise geprüft (BMVBS 2010b). Im Fokus stehen dabei die Güterwagen, die mit traditionellen Grauguss-Bremsklötzen die lauteste Fahrzeugkategorie des Schienenverkehrs sind. Die lärmabhängigen Trassenpreise sollen deshalb vorrangig die Umrüstung der Bestandsflotte von Güterwagen stimulieren. Sie sind nicht an der Höhe und Struktur der externen Kosten orientiert, sondern so dimensioniert, dass die Umrüstung für die Wagenhalter ökonomisch vorteilhaft ist.

4.3.2 Lärmabhängige Benutzungsentgelte im Straßenverkehr

Auch hier gibt eine europäische Richtlinie („Eurovignetten“-Richtlinie 1996/62/EG, geändert durch die Richtlinie 2006/38/EG) die Rahmenbedingungen für den Straßengüterverkehr vor. Danach dürfen die Mautsätze (das heißt die fahrleistungsabhängigen IBE) kostenneutral⁵ auch nach dem Ausmaß der Emissionen differenziert werden (Artikel 7 (10a)). Explizit berechtigt die Richtlinie aber nur zur Differenzierung nach Emissionsklassen für Luftsabdstoffe (Artikel 7 (10b)). Die EU-Kommission hat im Jahre 2008 eine Änderung

⁵ Die Berücksichtigung der Emissionen darf nicht zu einer Erhöhung der Maut führen; Senkung der Maut für emissionsarme Fahrzeuge muss demnach durch die Erhöhung der Maut für stärker emittierende Fahrzeuge kompensiert werden.

der Richtlinie 1996/62/EG vorgeschlagen, die nun auch explizit lärmabhängige Mautkomponenten enthält (EU-Kommission 2008b). Diese dürfen festgelegte Maximalwerte pro Fahrzeugkilometer nicht überschreiten und betragen für Vorstadtstraßen 1,1 Eurocent am Tag und zwei Eurocent in der Nacht. Für andere Fernstraßen sind die Maximalzuschläge 0,13 beziehungsweise 0,23 Eurocent. Diese Werte betragen nur 40 beziehungsweise 20 Prozent der vom Umweltbundesamt (2008) ermittelten Kosten (siehe oben). Zudem werden Innerortsfernstraßen wie Stadtautobahnen, auf denen die externen Lärmkosten besonders hoch sind, nicht berücksichtigt. Im Unterschied zur geplanten Änderung der Wegekostenrichtlinie bei den Schienenfahrzeugen blieben aber lärmabhängige Zuschläge der Lkw-Maut in das Belieben der Mitgliedsstaaten gestellt.

4.3.3 Lärmabhängige Landeentgelte im Flugverkehr

Die von deutschen Flughäfen zur Steuerung der Emissionen eingesetzten lärmabhängigen Landeentgelte haben sich in der derzeitigen Form nicht bewährt. Ein Forschungsbericht über lärmabhängige Landegebühren (Hochfeld et al. 2004) im Auftrag des Umweltbundesamts hat festgestellt, dass die finanziellen Anreize der aktuellen lärmabhängigen Lande-Entgeltsysteme nicht ausreichen, die intendierten Reaktionen bei den Fluggesellschaften hervorzurufen (Einsatz lärmärmerer Flugzeuge, zeitliche oder räumliche Verlagerung der Flugbewegungen).

Die EU-Mitgliedsstaaten sind gehalten, spätestens bis zum 15.03.2011 die EG-Richtlinie zu Flughafenentgelten umzusetzen (EG 2009c). Diese Richtlinie lässt allerdings die Einbeziehung von externen Umweltkosten in die Gebühren offen. Die geplante Richtlinie der EG für einen Gemeinschaftsrahmen zu Lärmentgelten für Flugzeuge (EU-Kommission 2002) ist nicht in Kraft getreten. Auch dieser Vorschlag orientierte sich nicht am Konzept der Internalisierung, da die Lärmentgelte aufkommensneutral (siehe Fußnote 5) sein sollten.

5 Fazit: Vorschläge für die Verbesserung des Verkehrslärm-schutzes

Aus der in diesem Beitrag dargestellten Situation ergeben sich folgende Handlungsempfehlungen für die Verkehrspolitik:

- Ein wirksamer Schutz vor Verkehrslärm kann nur durch ein *integriertes Gesamtkonzept* erreicht werden, das alle Akteure und Handlungsebenen einbezieht, und das – um Synergien zu nutzen – in ein Gesamtkonzept für *nachhaltige Mobilität* eingebettet wird. In diesem Konzept haben Instrumente zur Verkehrsvermeidung die höchste Priorität, auch wenn die Lärminderungspotentiale begrenzt sind.
- Die Umsetzung von Instrumenten und Maßnahmen zur *Lärmsanierung* ist am dringlichsten. Die Schaffung eines *gesetzlichen* Anspruchs auf Lärmsanierung wäre dafür das beste Instrument. Es sollte in ein allgemeines Lärmschutzgesetz integriert werden, das auch die Belastung durch mehrere Quellen behandelt.

- Die Grenzwerte der *Lärmsanierung* sind kurzfristig auf die Pegel zu senken, mit denen gesundheitliche Risiken weitgehend ausgeschlossen werden können (Mittelungspegel unter 65 dB(A) am Tage und 55 dB(A) in der Nacht (außen an der Fassade). Langfristig sind die Zielwerte der WHO anzustreben.
- Die Bundesregierung muss bei der EU, der UNECE beziehungsweise der ICAO schärfere *Geräuschgrenzwerte* für Fahrzeuge (einschließlich ihrer Komponenten) und für Flugzeuge einfordern. Die Geräuschvorschriften für die verschiedenen Verkehrsarten sollten bezüglich ihrer Wirksamkeit harmonisiert werden. Der Stand der Technik der Geräuschminderung ist weiterzuentwickeln.
- Außerdem sind ökonomische Instrumente zur *Internalisierung der externen Lärmkosten* zu implementieren oder zu verbessern. Lärmabhängige Infrastrukturbenutzungsentgelte sind für alle Verkehrs- und Fahrzeugarten verbindlich einzuführen, vorzugsweise auf europäischer Ebene und grundsätzlich als Zuschlag zu den bisherigen Entgelten. Die bisher geplanten und diskutierten Kostensätze sind an den externen Kosten des Verkehrslärms zu orientieren. Die Einführung lärmabhängiger Trassenpreise könnte auch die längst überfällige Umrüstung der Güterwagen stimulieren.

Literaturverzeichnis

- Armborst, Matthias (2009): Interview mit Umweltbundesamts-Chef Flasbarth: Lärm ist das am stärksten unterschätzte Umweltthema. *Epoch Times Deutschland* vom 29.12.2009. www.epochtimes.de/articles/2009/12/29/532001.html
- Arps, H., A. Hermann, W. Zimmer, W. Krebs, S. Donnerhack, F. Kennepohl und H. Kuhfeld (2006): Verschärfung der Lärmgrenzwerte von zivilen Strahlflugzeugen unter besonderer Berücksichtigung des Zusammenhangs zwischen den Lärm- und Schadstoffemissionen von Strahltriebwerken. Forschungsbericht im Auftrag des Umweltbundesamts. Berlin.
- Bartsch, Matthias (2009): Tödlicher Lärm. *Der Spiegel*, Nr. 51.
- BMU (2008): Umweltbewusstsein in Deutschland 2008. Berlin.
- BMVBS (2005): Richtlinie für die Förderung von Maßnahmen zur Lärmsanierung an bestehenden Schienenwegen der Eisenbahnen des Bundes. Verkehrsblatt 2005, Heft 6, 176–181.
- BMVBS (2010a): Lärmschutz im Schienengüterverkehr: Pilot- und Innovationsprogramm zur Reduzierung des Lärms durch Güterverkehr auf der Schiene. www.bmvbs.de/Klima_Umwelt-Energie/Mobilitaet-Verkehr/Laerm-schutz-im-Schienengueterv.htm
- BMVBS (2010b): Lärmschutz an Schienenwegen. www.bmvbs.de/Verkehr/Integrierte-Verkehrspolitik,-2862/Laerm-schutz.htm
- BRD (2005): Gesetz zur Umsetzung der EG-Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm vom 24.06.2005. BGBl. I S. 1794 ff.
- BRD (2007): Gesetz zur Verbesserung des Schutzes vor Fluglärm in der Umgebung von Flugplätzen vom 01.06.2007. BGBl. I S. 986.
- CDU/CSU/FDP (2009): Wachstum, Bildung, Zusammenhalt. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und FDP, 17. Legislaturperiode. www.cdu.de/doc/pdfc/091024-koalitionsvertrag-cducsu-fdp.pdf

- CE Delft (2007): Handbook on estimation of external costs in the transport sector. http://ec.europa.eu/transport/sustainable/doc/2008_costs_handbook.pdf
- EG (2002): Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25.06.2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 18.07.2002, L189.
- EG (2009a): Verordnung (EG) Nr. 661/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juli 2009 über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen, Kraftfahrzeuganhängern und von Systemen, Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten für diese Fahrzeuge hinsichtlich ihrer allgemeinen Sicherheit. Amtsblatt der Europäischen Union vom 31.7.2009 L 200/1 ff.
- EG (2009b): Verordnung Nr. 1222/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. November 2009 über die Kennzeichnung von Reifen in Bezug auf die Kraftstoffeffizienz und andere wesentliche Parameter. Amtsblatt der Europäischen Union vom 22.12.2009 L342/46 ff.
- EG (2009c): Richtlinie 2009/12/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. März 2009 über Flughafenentgelte. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 14.03.2009, L70.
- Eisenbahn-Bundesamt (2010). Umgebungslärmkartierung. www.eba.bund.de/cln_007/nn_201954/DE/Fachthemen/Umgebungslärmkartierung/laermkartierung_node.html?__nnn=true
- EU-Kommission (2002): Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Festlegung eines Gemeinschaftsrahmens für die Lärmeinstufung ziviler Unterschallluftfahrzeuge zur Berechnung von Lärmentgelten. KOM(2001) 74. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften C 103 E/221 vom 30.4.2002.
- EU-Kommission (2008a): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament und den Rat – Lärmschutzmaßnahmen am aktuellen Schienenfahrzeugbestand. KOM(2008) 432, Brüssel. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0432:FIN:DE:PDF>
- EU-Kommission (2008b): Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rats zur Änderung der Richtlinie 1996/62/EG über die Erhebung von Gebühren für die Benutzung bestimmter Verkehrswege durch schwere Nutzfahrzeuge. KOM(2008) 436. Brüssel. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0436:FIN:DE:PDF>
- Giering, K. (2009): Monetäre Bewertung des Straßenverkehrslärms für Deutschland. Lärmbekämpfung. Bd. 4. Nr. 5, 200–203.
- Hartkopf, G. und E. Bohne (1983): *Umweltpolitik*. Bd. 1. Grundlagen, Analysen und Perspektiven. Opladen, Westdeutscher Verlag.
- Hochfeld, C., H. Arps, A. Hermann, M. Schmied, S. Otten und R. Hopf (2004): Ökonomische Maßnahmen zur Reduzierung der Umweltauswirkungen des Flugverkehrs: Lärmabhängige Landegebühren. Forschungsbericht im Auftrag des Umweltbundesamts.
- INFRAS/ISI/IER (2007): Externe Kosten des Verkehrs in Deutschland. Aufdatierung 2005. Zürich. www.allianz-pro-schiene.de/publikationen/studie-externe-kosten-des-verkehrs-in-deutschland/studie-externe-kosten-des-verkehrs-in-deutschland.pdf
- INFRAS/IWW (2000): *External Costs of Transport*. Zürich, Karlsruhe.
- Koch H.-J. (2002): Fünfzig Jahre Lärmschutzrecht. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung*, 49 (6), 235–244.
- Landeshauptstadt München (2002): Raus aus der Stadt? Untersuchungen der Motive von Fortzügen aus München in des Umland 1998–2000. www.muenchen.de/

- cms/prod2/mde/_de/rubriken/Rathaus/75_plan/02_projekte/s_u_wanderung/pdf/wanderungsmotivuntersuchung.pdf
- Mielck, A. (2004): Unterschiede bei Lärmbelastung und Luftverschmutzung nach dem Haushaltseinkommen. In: G. Bolte und A. Mielck (Hrsg.): *Umweltgerechtigkeit – Die soziale Verteilung von Umweltbelastungen*. Weinheim, Juventa.
- Steven, H. (2005): Ermittlung der Geräuschemissionen von Kfz im Straßenverkehr. Forschungsbericht im Auftrag des Umweltbundesamts. www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2952.pdf
- Umweltbundesamt (1989): *Lärmbekämpfung '88. Tendenzen – Probleme – Lösungen*. Berlin, Erich Schmidt Verlag.
- Umweltbundesamt (1999): Jahresbericht 1999. Kapitel 8. Berlin.
- Umweltbundesamt (2008): Bewertung der Ansätze für die Kosten des Lärms im Änderungsentwurf der Eurovignetten-Richtlinie (interner Bericht).
- Umweltbundesamt (2010a): Lärmbelästigung durch verschiedene Geräuschquellen. www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2451
- Umweltbundesamt (2010b): Lärm – Umgebungslärmrichtlinie. www.umweltbundesamt.de/laermprobleme/ulr.html
- WHO (2000): Executive Summary of the Guidelines for Community Noise. Genf. <http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/a68672.pdf>
- WHO/Europe (2009): Night Noise Guidelines for Europe. Copenhagen. www.euro.who.int/InformationSources/Publications/Catalogue/20090904_12