

## 7 Lärmschutz

**627.** Mit der Belästigung und gesundheitlichen Beeinträchtigung der Bevölkerung durch den Einfluss von Umgebungslärm hat sich der Umweltrat in seinem Sondergutachten "Umwelt und Gesundheit" (SRU, 1999) und bezogen auf Fluglärm, im Umweltgutachten 2002 (SRU, 2002) befasst. Trotz vielfältiger Bemühungen, die Bevölkerung vor übermäßigem Lärm zu schützen, hat die Belastungssituation in den letzten Jahren weiter zugenommen. Dies nimmt der Umweltrat zum Anlass, sich mit diesem Thema erneut zu befassen.

Für die zunehmende Lärmbelastung spielen vor allem die einzelnen Verkehrsträger eine entscheidende Rolle. Von Bedeutung ist auch die Belästigung durch Nachbarschaftslärm, Lärm von Sport- und Freizeitanlagen, Maschinen- und Baulärm sowie Lärm am Arbeitsplatz.

### 7.1. Überblick

#### 7.1.1 Belastungssituation

**628.** Viele Lärmemittenten (insbesondere Flugzeuge, Pkw und Lkw) sind durch aktiven Lärmschutz in Form von Lärminderungsmaßnahmen an der Quelle leiser geworden. Allerdings ist davon auszugehen, dass die insgesamt gestiegene Fahrleistung der spezifischen Lärmreduktion kompensierend entgegengewirkt hat und daher teilweise zu Vergrößerung der Lärmbelastung geführt hat (z. B. in Ballungsräumen).

Tabelle 7-1

#### Entwicklung der Fahrzeugleistung in Deutschland 1991-2001<sup>a</sup>

Fahrzeugkategorie	1991	1996	2001	Veränderung 1991-2001
	in Mrd. km			in Prozent
Motorisierte Zweiräder	13,6	13,4	17,7	30
Pkw/Kombinationsfahrzeuge	496,4	519,4	511,3	3
Lkw/Sattelzüge/Busse	55,6	67,6	79,6	43
Sonstige	8,6	9,9	11,8	37
<b>Gesamt<sup>b</sup></b>	<b>574,1</b>	<b>610,4</b>	<b>620,3</b>	<b>8</b>

<sup>a</sup> Inländerfahrleistung, einschließlich Auslandsstrecken deutscher Kraftfahrzeuge, ohne Inlandsstrecken ausländischer Fahrzeuge

<sup>b</sup> Summenabweichungen durch Rundungen

Quelle: Verkehr in Zahlen 2002/2003, S. 158-159.

In Tabelle 7-1 ist die Entwicklung der Fahrzeugleistung in Mrd. Kilometern dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass insbesondere bei Lkw, Sattelzügen und Bussen die

Fahrzeugleistung seit 1991 erheblich gestiegen ist. Die Fahrzeugleistung von Pkw hat bis 1996 zunächst zugenommen, war aber dann geringfügig rückläufig. Im Vergleich zu 1991 lag die Fahrleistung von motorisierten Zweirädern um 4,1 Mrd. km niedriger als im Jahr 2001. Prognosen gehen aber davon aus, dass die Fahrzeugkilometer bis 2015 wieder zunehmen werden (MANN et. al, 2001).

**629.** Neben einer Verbesserung aktiver Lärmschutzmaßnahmen wurde insbesondere im Einzugsbereich von Flughäfen, an Autobahnen und Schienenverkehrswegen der passive Lärmschutz durch Schallschutzfenster und -wände verbessert (BMVBW, 2003). Am Beispiel von Schallschutzwällen und Schallschutzwänden an Straßen des Fernverkehrs wird in Tabelle 7-2 verdeutlicht, auf welcher Länge Schallschutzwälle und -wände gebaut wurden, welche Kosten für diese Lärmschutzmaßnahmen angefallen sind und wie groß die verbrauchte Fläche im Jahr 2002 sowie zwischen 1979 und 2002 beziehungsweise 1982 und 2002 war. Allerdings wird durch diese Maßnahmen der Außenbereich (Balkon, Garten) häufig nicht ausreichend geschützt. Hinzu kommen Einschränkungen insofern, als Schallschutzfenster ohne Lüftungseinrichtung weit gehend geschlossen gehalten werden müssen, um der Exposition gegenüber Lärm zu begegnen.

Tabelle 7-2

**Schallschutzmaßnahmen im Straßenverkehr  
bis einschließlich 2002**

<b>Lärmschutzwälle</b>	<b>gebaut 2002</b>	<b>insgesamt von 1979 bis 2002</b>
Länge	16,31 km	900,06 km
Kosten	12,47 Mio. Euro 9 Euro/m <sup>3</sup>	270,81 Mio. Euro 7 Euro/m <sup>3</sup>
<b>Lärmschutzwände</b>	<b>gebaut 2002</b>	<b>insgesamt von 1979 bis 2002</b>
Länge	37,56 km	1 833,09 km
Fläche	131,01 m <sup>3</sup>	6,27 Mio. m <sup>3</sup>
Kosten	35,72 Mio. Euro 273 Euro/m <sup>3</sup>	1 649,31 Mio. Euro 263 Euro/m <sup>3</sup>
<b>Steilwälle</b>	<b>gebaut 2002</b>	<b>insgesamt von 1982 bis 2002</b>
Länge	1,41 km	53,42 km
Fläche	4 200 m <sup>3</sup>	245,2 m <sup>3</sup>
Kosten	1,83 Mio. Euro 435 Euro/m <sup>3</sup>	84,65 Mio. Euro 345 Euro/m <sup>3</sup>
SRU/UG 2004/Tab. 7-2; Datenquelle: BMVBW, 2003		

## 7.1.2 Lärmbelästigung

**630.** Von einer zunehmenden Lärmbelästigung sind hauptsächlich Menschen betroffen, die in dicht besiedelten Gebieten wohnen. In ländlichen Gegenden und in Randgebieten von Städten ist es in der Regel ruhiger. In repräsentativen Umfragen im Auftrag des Umweltbundesamtes wurden in den Jahren 2000 und 2002 2 018 beziehungsweise 2 361 Personen zu Umweltthemen befragt (KUCKARTZ, 2000; KUCKARTZ und GRUNEBERGER, 2002). Die befragten Personen einer repräsentativen Stichprobe gaben zu jedem Lärmemittenten an, inwieweit sie sich von der jeweiligen Quelle gestört oder belästigt fühlen. In Tabelle 7-3 ist die Belästigungssituation bezogen auf die einzelnen Emittenten dargestellt. Dabei wurden jedoch keine kumulativen Effekte durch mehrere gleichzeitig einwirkende Lärmquellen erfragt. Ebenfalls kann den jeweils angegebenen Belästigungsgraden in einer Befragung des Bevölkerungsdurchschnitts keine genaue Schallintensität zugeordnet werden. Die erfragte Lärmbelästigung wurde anhand der 5-stufigen "ICBEN-Skala" dargestellt und bewertet (Tab. 7-3). Mit der ICBEN-Skala (*International Commission for the Biological Effects of Noise*) wird angestrebt, die Belästigungserfassung international zu standardisieren, um so zukünftig zu vergleichbaren Untersuchungsergebnissen zu kommen (GUSKI, 2002). Erstmals wurde die ICBEN-Skala vom Umweltbundesamt für die Erhebung der Lärmbelästigung im Jahr 2000 verwendet. Vorher wurde die Lärmbelästigung heterogen und nicht einheitlich erfasst. Für die Jahre 2000 und 2002 stellt sich die Belästigungssituation wie folgt dar (Tab. 7-3):

Tabelle 7-3

### Lärmbelästigung der Bevölkerung nach Geräuschquellen in den Jahren 2000 und 2002 in Deutschland anhand der ICBEN-Skala

Geräuschquelle	äußerst gestört oder belästigt		stark gestört oder belästigt		mittelmäßig gestört oder belästigt		etwas gestört oder belästigt		überhaupt nicht gestört oder belästigt	
	2000	2002	2000	2002	2000	2002	2000	2002	2000	2002
Jahr										
Straßenverkehr	6	5	11	12	19	20	27	28	37	35
Nachbarn	2	2	4	4	9	11	22	23	63	60
Flugverkehr	2	2	3	5	9	9	17	21	69	63
Industrie und Gewerbe	1	1	3	3	7	8	15	15	74	73
Schienenverkehr	2	1	3	4	7	7	10	11	78	77

Es wurde die Lärmbelästigung der letzten 12 Monate in der Wohnumgebung erfragt; Angaben in Prozent.

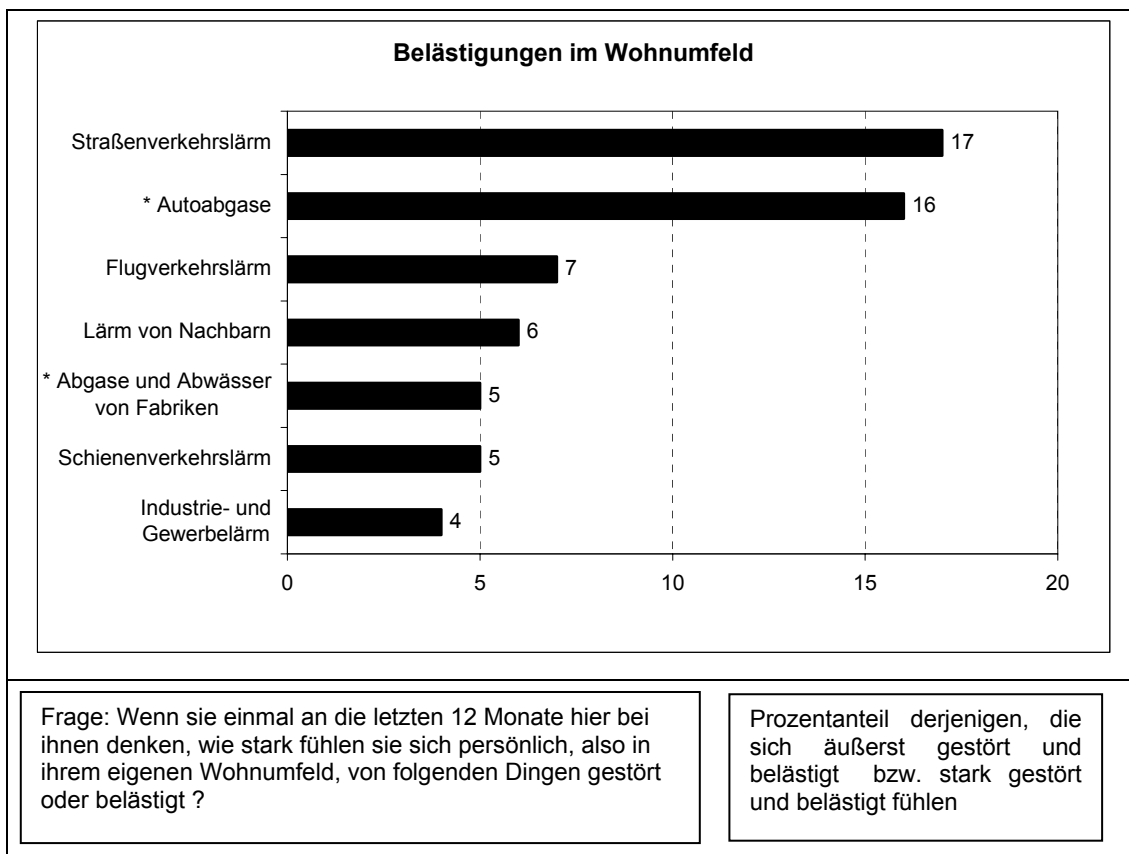
Quelle: KUCKARTZ, 2000; UBA, 2003

Die dominierende Lärmquelle ist unverändert der Straßenverkehr. Im Jahr 2002 gaben 65 % aller Befragten an, sich mehr oder weniger stark durch Straßenverkehr belästigt zu fühlen. Immerhin 40 % fühlten sich insgesamt durch den Lärm von Nachbarn gestört. An dritter Stelle folgt der Flugverkehrslärm mit 37 % und schließlich der Industrie- und Gewerbelärm mit 27 %. Auch wenn die Belästigung durch Schienenverkehrslärm mit 23 % an letzter Stelle liegt, sollte beachtet werden, dass davon ein Viertel der Bevölkerung betroffen ist. In den Jahren 2000 und 2002 hat sich eine zunehmende Anzahl an Personen durch die verschiedenen Lärmquellen gestört oder belästigt gefühlt (Tab. 7-3; UBA, 2003).

**631.** Wird die Lärmbelästigung derjenigen, die sich besonders gestört fühlen (Zusammenfassung der Skala "äußerst gestört oder belästigt" und "stark gestört oder belästigt") in den Jahren 2000 und 2002 verglichen, ergibt sich Folgendes: der Straßenverkehr hatte mit 17 % in beiden Jahren den größten Anteil. An zweiter Stelle steht der Flugverkehrslärm (5 % in 2000 und 7 % in 2002), gefolgt von Lärm durch Nachbarn (6 % in 2000 und 2002) und Schienenverkehrslärm (5 % in 2000 und 2002). Durch Industrie- und Gewerbelärm fühlten sich 4 % der Befragten in beiden Jahren in ihrem Wohnumfeld äußerst oder stark gestört und belästigt (Tab. 7-3 und Abb. 7-1).

Abbildung 7-1

**Repräsentative Umfrage zur Belästigung im Wohnumfeld  
für das Jahr 2002  
("äußerst gestört und belästigt" bzw. "stark gestört und belästigt")**



\* Verkehrsbedingte Belästigung durch Autoabgase: Es ist zu erwarten, dass mit Zunahme des Straßenverkehrs die Belästigung durch Abgase ebenfalls zunimmt. Luftverunreinigungen (wie auch Abgase von Fabriken und Abwässern) sind ein wesentlicher Einflussfaktor für die Ausprägung von Atemwegserkrankungen und müssen bei der Bewertung eines möglichen Zusammenhangs zwischen Lärmbelästigung und Atemwegserkrankungen berücksichtigt werden (siehe Tz. weiter unten).

Quelle: KUCKARTZ und GRUNENBERG, 2002

Bezogen auf die gesamte Bevölkerung scheint die Lärmbelästigung auf den ersten Blick nicht besonders hoch zu sein. Diese Interpretation trifft jedoch aus zwei Gründen nicht zu:

Erstens werden in der Umfrage nur diejenigen Personen berücksichtigt, die sich "äußerst" beziehungsweise "stark" durch Lärm gestört oder belästigt fühlen, sodass hauptsächlich Anwohner von verkehrsreichen Straßen oder Durchgangsstraßen betroffen sind. Da gerade in Großstädten der persönliche Stress in Form einer Belästigung durch unterschiedliche Lärmquellen weiter zunimmt, gilt es, nicht nur den Teil der Bevölkerung zu schützen, der sich "äußerst" und "stark" gestört oder belästigt fühlt, sondern aus präventiven Gründen ebenfalls diejenigen, die scheinbar weniger stark betroffen sind und eine mittlere Belästigung angeben. Hinzu kommt, dass in der

Befragung die Intensität der Belästigung selektiv für jede Lärmquelle erfasst wurde, während in den meisten Fällen jedoch anzunehmen ist, dass mehrere Quellen gleichzeitig auftreten. Zweitens fließen in diese repräsentative Umfrage selbstverständlich auch Ergebnisse der Befragung von Personen ein, die innerhalb von Großstädten in verkehrsberuhigten Ortsteilen, am Stadtrand oder auf dem Land wohnen. Da diese eine deutlich niedrigere Lärmbelastigung angeben, relativiert sich die Belästigung der gesamten Bevölkerung. Aus diesen Gründen sind die Ergebnisse der Umfrage nach Ansicht des Umweltrates durchaus alarmierend.

**632.** Bei einem Vergleich der Lärmbelastigung in den Jahren von 1991 bis 2002 ist zunächst eine Abnahme der subjektiven Lärmbelastigung bis zum Jahr 1996 beziehungsweise 1998 zu erkennen. Ab diesem Zeitraum nimmt die Belästigungssituation wieder etwas zu (vgl. Tab. 7-4).

Tabelle 7-4

#### **Zeitreihe zur Belästigungssituation im Wohnumfeld**

Anteil der Befragten in %, die sich äußerst oder stark gestört und belästigt fühlen durch...	Jahr							
	1991	1992	1993	1994	1996	1998	2000	2002
Straßenverkehrslärm	22	23	23	20	14	15	17	17
Flugverkehrslärm	15	14	11	10	5	4	5	7
Schienenverkehrslärm	4	3	4	3	2	2	5	5
Lärm von Nachbarn							6	6
Industrie- und Gewerbelärm	3	3	3	3	2	2	4	4

Quelle: verändert nach KUCKARTZ und GRUNENBERG, 2002

Die seit 1993 beziehungsweise 1994 zu verzeichnenden Rückgänge in der Belästigungssituation der Bevölkerung sind hauptsächlich darauf zurückzuführen, dass der Lärm durch technische Verbesserungen an der Quelle reduziert werden konnte. Weitere Gründe beispielsweise im Straßenverkehr sind der Bau von Umgehungsstraßen, wodurch ehemals stark verlärmte Ortschaften beruhigt wurden und ebenfalls die Einführung von verkehrsberuhigten Straßen und Zonen.

#### Erhebliche Belästigung

**633.** Nach § 3 BImSchG ist der Mensch nicht nur vor gesundheitlichen Gefahren durch Umwelteinwirkungen zu schützen, sondern ebenfalls vor erheblichen Belästigungen und Nachteilen. Da die erhebliche Belästigung vor dem Entstehen von körperlichen Erkrankungen eintritt, besteht seit langem der Bedarf an einer wissenschaftlichen und politischen Präzisierung dieser Erheblichkeitsgrenze. Der Umweltrat hat bereits im Sondergutachten "Umwelt und Gesundheit" und in seinem letzten Umweltgutachten – in Zusammenhang mit dem Konzept der

gesundheitsbezogenen Lebensqualität – die Schwierigkeiten zur Festlegung einer Erheblichkeitsgrenze diskutiert (SRU, 1999, Tz. 405 ff.; SRU, 2002, Tz. 593 ff.).

Aus wissenschaftlicher und psychosozialer Sicht ist der Begriff der erheblichen Belästigung sehr komplex. Belästigungen unterliegen vielen äußeren, individuellen und subjektiven Faktoren, die für eine Verknüpfung mit der tatsächlichen Lärmbelästigung gleichwohl der Präzisierung zugänglich sind. Dies sind unter anderem die lärmphysikalischen Charakteristika wie der Schalldruck der Lärmquelle und dessen Frequenzspektrum, aber auch die persönliche Einstellung zur Lärmquelle, das Umweltbewusstsein und die persönliche Disposition ist bei der Bewertung entscheidend. Die erhebliche Belästigung ist eine unerwünschte Beeinflussung menschlichen Erlebens und Verhaltens, unter die die Störung der Arbeit, der Kommunikation und des körperlichen Wohlbefindens fällt. Weiterhin kann die erhebliche Belästigung zu einer qualitativen Veränderung der Lebenssituation sowie emotionalen Verstimmungen und Beeinflussungen führen (WILDANGER, 1999). Zudem resultiert die Angabe einer erheblichen Belästigung aus der bewussten Bewertung der Beeinträchtigung seitens der betroffenen Menschen unter Berücksichtigung der in der Vergangenheit gesammelten Erfahrungen.

Die erhebliche Belästigung wird nach einem Übereinkommen der ICBEN zukünftig mit derselben Frage in Bevölkerungsumfragen abgefragt, um so zu vergleichbaren Ergebnissen zu gelangen (siehe Tz. 630; GUSKI, 2002). Für die Ermittlung des Anteils der erheblich belästigten Personen werden üblicherweise die ersten beiden Skalen zusammengefasst. Eine erhebliche Belästigung liegt nach dieser Konvention vor, wenn bei einem bestimmten Schallpegel am Tag 25 % der Befragten angeben, "äußerst" oder "stark" gestört oder belästigt zu sein (ORTSCHEID und WENDE, 2000a; GUSKI, 2001). Bei der Befragung muss allerdings berücksichtigt werden, ob ein repräsentativer Bevölkerungsdurchschnitt zur allgemeinen Lärmbelästigung ohne Vorgabe eines bestimmten Schallpegels befragt wurde (vgl. Tab. 7-3, Abb. 7-1), oder ob eine Auswahl von betroffenen Personen – wie beispielsweise Anwohner eines Flughafens – bei einem bekannten Dauerschallpegel befragt wurden. Denn je nach Stichprobe sind unterschiedliche Anteile erheblich belästigter Personen zu erwarten.

Der "Grenzwertsetzung" von 25 % erheblich belästigter Personen bei einem bestimmten Schallpegel liegen allerdings Entscheidungen zugrunde, die nicht wissenschaftlich begründbar sind. Zum einen muss politisch entschieden werden, wie viel Prozent erheblich belästigter Personen die Gesellschaft tolerieren will und zum anderen, wie viel Prozent in Zukunft toleriert werden (GUSKI, 2001). Aus heutiger Sicht liegt die Zumutbarkeitsgrenze für den Lärm des Straßenverkehrs am Tage bei 55 bis 59 dB(A) Außenschallpegel im allgemeinen Wohngebiet (16. BImSchV, Verkehrslärmschutzverordnung) und für den Flugverkehr oberhalb eines innen

gemessenen Dauerschallpegels von 55 dB(A) am Tag (ORTSCHEID und WENDE, 2000a).

### 7.1.3 Lärmwirkungen

**634.** Es ist unbestritten, dass akute und chronische Lärmbelastungen zu einer Beeinträchtigung der Gesundheit führen können, auch wenn der Schallpegel unterhalb der Schwelle für Gehörschäden liegt. Dies ist vom Umweltrat ausführlich und mehrfach verdeutlicht worden (SRU, 1999, Tz. 387 ff.; SRU, 2002, Tz. 581 ff.). Die grundlegenden, im Sondergutachten "Umwelt und Gesundheit" (1999) veröffentlichten Erkenntnisse und Forderungen haben bis heute Bestand und können nach dem Vorliegen weiterer Ergebnisse der Lärmwirkungsforschung erweitert werden:

- Bereits 1999 hat der Umweltrat betont, dass Lärm als Stressor wirkt und damit die Ausbildung von Erkrankungen begünstigt, die durch Stress verursacht werden. Dies sind vor allem Herz-Kreislauf-Erkrankungen.
- Um einer erheblichen Belästigung der Bevölkerung entgegen zu wirken, empfahl der Umweltrat bereits 1988 die Einführung von Vorsorgewerten (SRU, 1988). Tagsüber sollten zur Gewährleistung der Sprachverständlichkeit 40 dB(A) im Innenraum nicht überschritten werden, für den Außenwohnbereich sollte ein Unterschreiten von 50 dB(A) eine nahezu ungestörte Konversation ermöglichen. Bezüglich des Schutzes vor erheblicher Belästigung forderte der Umweltrat im Außenbereich Grenzwerte von 55 dB(A) tagsüber und 45 dB(A) in der Nacht in allgemeinen Wohngebieten. In besonders schutzbedürftigen Gebieten (u.a. Krankenhäusern) sollte es tagsüber nicht lauter als 35-40 dB(A) sein.
- Der Umweltrat bewertete es als notwendig, Maßnahmen zu ergreifen, um die Belastungssituation der Betroffenen zu mindern. Dabei soll der aktive Lärmschutz Vorrang vor dem passiven Lärmschutz haben. Geeignete Maßnahmen sind unter anderem Geschwindigkeitsbegrenzungen im Straßenverkehr, eingeschränkte Lkw-Fahrverbote, verkehrsberuhigende Maßnahmen und Nachtflugbeschränkungen.

Während die Erträge der Lärmwirkungsforschung die formulierten Vorsorgeziele stark stützen, ist es selbst bei dem heutigen Forschungsstand schwierig, präzise Schwellen der Lärmbelastung anzugeben jenseits derer definitiv mit Gesundheitsbeschwerden in einem bestimmten Umfang zu rechnen ist. Es ist wissenschaftlich nicht möglich eine Kausalität zwischen dem Auftreten einer gesundheitlichen Beeinträchtigung und Umgebungslärm nachzuweisen. Allerdings unterstützen neue Forschungsarbeiten zu akuten Lärmwirkungen (Tab. 7-5) und zur Epidemiologie (Tab. 7-6) die Annahme, dass eine chronische Lärmbelastung einen bedeutenden Einfluss auf die menschliche Gesundheit haben kann. Darüber hinaus ist es offensichtlich, dass ein großer Teil der Bevölkerung einer zunehmenden Lärmbelastung ausgesetzt ist. Unter diesen

Voraussetzungen kann mit weiteren Maßnahmen nicht abgewartet werden, bis alle wissenschaftlichen Erkenntnisse über die Störungen vorhanden sind, die durch Lärm verursacht werden (JANSEN et al., 1995).

### **7.1.3.1 Akute Lärmwirkungen**

**635.** Auf Basis vorliegender Forschungsarbeiten, die das Auftreten von (physiologischen) Primärreaktionen auf Verkehrslärm betrachten, konnten bereits 1997 präventivmedizinische Bewertungsmaßstäbe entwickelt werden (MASCHKE et al., 1997). Die durch Lärm hervorgerufenen Störungen lassen sich anhand ihrer zeitlichen Folge in Sofortreaktionen (Primär- und Sekundärreaktionen) und chronische Auswirkungen (Tertiärreaktionen) unterteilen. Auf Grundlage der Daten von 1997 und anhand aktueller Daten haben MASCHKE und HECHT im Auftrag des Umweltrates eine neue Bewertung vorgenommen. In Tabelle 7-5 wird angegeben, bei welchem Lärmpegel eine Primärreaktion beobachtet wurde (MASCHKE und HECHT, 2003a). Diese Tabelle betrifft nur den nächtlichen Lärm, wobei allgemein angenommen wird, dass insbesondere der Schutz der Nachtruhe von entscheidender Bedeutung für die menschliche Gesundheit ist. Dabei werden als Störungen des Schlafes alle objektiv messbaren und/oder subjektiv empfundenen Abweichungen vom normalen Schlafablauf bezeichnet (GRIEFAHN, 1985). Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass gesundheitliche Effekte nur dann auftreten können, wenn bei bestimmten Schallpegeln nachteilige (adverse) Primärreaktionen zu beobachten sind. Als advers werden lärmbedingte Störungen des Schlafes bezeichnet, für die nach dem heutigen Kenntnisstand davon auszugehen ist, dass sie den Beginn eines pathologischen Prozesses anzeigen. Es ist zurzeit noch nicht möglich zu entscheiden, welche Sofortreaktion auf lange Sicht eine Beeinträchtigung der Gesundheit am zuverlässigsten anzeigt. Daher ist es notwendig, viele Parameter in die Beurteilung einzubeziehen (aktuelle internationale Diskussion siehe ICBEN, 2003).

Tabelle 7-5

**Schwellen für nachteilige Sofortreaktionen des schlafenden,  
gesunden Erwachsenen bei nächtlichem Verkehrslärm am Ohr des  
Schläfers, publiziert in internationalen Studien seit 1980**

Parameter	Quasi kontinuierliche Geräusche	Intermittierende Geräusche
Gesamtschlafdauer	ab $L_{eq} = 45$ dB(A) verkürzt	bei $L_{max} = 45$ dB(A) (50 Ereignisse) verkürzt
Schlafstadienlatenz	Einschlaflatenz ab $L_{eq} = 45$ dB(A) verlängert, Tiefschlaflatenz ab $L_{eq} = 36$ dB(A) verlängert, Tendenz zur Verlängerung der Traumschlaflatenz	Einschlaflatenz keine Daten, Tiefschlaflatenz bei $L_{max} = 45$ dB(A) (50 Ereignisse) verlängert, Tendenz zur Verkürzung der Traumschlaflatenz
Arousalreaktionen und Schlafstadienwechsel		ab $L_{max} = 45$ dB(A) induziert*
Aufwachreaktionen	oberhalb von $L_{eq} = 60$ dB(A) erhöht	ab $L_{max} = 45$ dB(A) induziert*
Dauer der Wachphasen	oberhalb von $L_{eq} = 66$ dB(A) verlängert	ab $L_{max} = 65$ dB(A) (15 Ereignisse) verlängert
Dauer des Leichtschlafs	oberhalb von $L_{eq} = 66$ dB(A) verlängert	bei $L_{max} = 75$ dB(A) (16 Ereignisse) verlängert
Dauer des Tiefschlafs	ab $L_{eq} = 36$ dB(A) verkürzt	bei $L_{max} = 45$ dB(A) (50 Ereignisse) verkürzt
Dauer des REM-Schlafs	oberhalb von $L_{eq} = 36$ dB(A) verkürzt	bei $L_{max} = 55$ dB(A) (50 Ereignisse) verkürzt
Herzrhythmusstörungen		Häufigkeit kann durch Ereignisse mit $L_{max} > 50$ dB(A) erhöht werden
Herzfrequenz		ab Modulationstiefe von 7 dB(A) erhöht
Cortisolrhythmus	oberhalb von $L_{eq} = 53$ dB(A) <sup>#</sup> gestört	bei $L_{max} = 55$ dB(A) (16 Ereignisse) gestört
Körperbewegungen ( <i>Motility</i> )	oberhalb von $L_{eq} = 35$ dB(A) vermehrt	bei $L_{max} = 45$ dB(A) vermehrt und induziert*
subjektive Schlafqualität	ab $L_{eq} = 36$ dB(A) verschlechtert	bei $L_{max} = 50$ dB(A) (64 Ereignisse) bereits um 25 % verschlechtert
erinnerbares Erwachen		ab $L_{max} = 55$ dB(A) erhöht, nimmt mit $L_{Amax}$ und Ereignisanzahl zu

\* ) Induziert: Reaktion in einem Zeitfenster nach dem Lärmereignis (das Zeitfenster variiert in den einzelnen Untersuchungen zwischen 30 und 90 Sekunden)

#) Mittlere Innenraumpegel bei geöffnetem Fenster

$L_{eq}$  = äquivalenter Dauerschallpegel;  $L_{max}$  = Maximalpegel

Quelle: MASCHKE und HECHT, 2003a

Die Tabelle 7-5 weist für die Effektschwellen Pegelbereiche von 35 bis 40 dB(A) für den energieäquivalenten Dauerschallpegel und von 45 bis 55 dB(A) für die Maximalpegel als LOAEL-Werte (LOAEL, *Lowest Observed Adverse Effect Level*) aus. Dies bedeutet, dass nächtlicher Verkehrslärm den Schlaf bereits bei relativ niedrigen Schallpegeln stören kann. Aus Tabelle 7-5 geht weiterhin hervor, dass die Gesamtschlafzeit durch nächtlichen Verkehrslärm verkürzt (ab 45 dB(A)  $L_{eq}$  und  $L_{max}$  mit 50 Ereignissen) und die Einschlaf- und Tiefschlaf latenz verlängert (ab 36 dB(A)  $L_{eq}$  und  $L_{max}$  mit 50 Ereignissen) werden. Darüber hinaus werden ab einem Maximalpegel von 45 dB(A) vermehrt Arousalreaktionen (unterbewusste Aufwachreaktion, die Person kann sich nicht daran erinnern, kurzzeitig wach gewesen zu sein), Schlafstadienwechsel und Aufwachreaktionen induziert. Eine Erhöhung des nächtlichen Maximalpegels auf 50 dB(A) kann mit einem Anstieg der Häufigkeit von Herzrhythmusstörungen und Körperbewegungen (ab 45 dB(A)) verbunden sein. Auch einzelne laute Lärmereignisse können die Herzfrequenz phasisch erhöhen und Körperbewegungen induzieren.

In Tabelle 7-5 ist die Bewertung von Forschungsarbeiten dargestellt. Diese Arbeiten lassen die Schlussfolgerung zu, dass höhere nächtliche Lärmbelastungen zu Beeinträchtigungen der Cortisolregulation führen, die aber generell von starken intra- und interindividuellen Unterschieden gekennzeichnet sind. Weiterhin verschlechtert sich die subjektive Schlafqualität nach Nächten, in denen eine Lärmexposition vorhanden war und das erinnerbare Erwachen nimmt bei intermittierenden Verkehrsgeräuschen zu. Eine akute Beeinflussung der Leistungsfähigkeit der Probanden am folgenden Tag bleibt nach den vorliegenden Ergebnissen unklar.

**636.** Aus den Ergebnissen in Tabelle 7-5 kann demnach abgeleitet werden, dass sowohl der energieäquivalente Dauerschallpegel als auch der Maximalpegel einen entscheidenden Einfluss auf die Schlafqualität haben. Bereits einzelne Geräusche mit Maximalpegeln zwischen 50 und 55 dB(A) können Reaktionen wie Herzrhythmusstörungen und Anstieg der Herzfrequenz bei den Schlafenden auslösen, die unter Umständen auf lange Sicht gesundheitlich bedenklich sein können. Beginnend mit relativ niedrigen Dauerschallpegeln von 35 und 36 dB(A) können relevante Indikatoren für die Schlafqualität erheblich gestört werden. So treten neben vermehrten nächtlichen Körperbewegungen verkürzte Tiefschlaf- und REM-Phasen auf. Zudem wird die Schlafqualität ebenfalls ab einem Dauerschallpegel von 36 dB(A) von den Probanden zunehmend schlechter eingeschätzt. Einzelne Schallereignisse mit Maximalpegeln zwischen 45 und 55 dB(A) haben mit zunehmender Häufigkeit ebenfalls einen relevanten Einfluss auf die Schlafqualität. Zum Schutz der Bevölkerung vor nächtlichen Lärmbelastungen können somit die aus Tabelle 7-5 resultierenden Effektschwellen zugrunde gelegt werden. Bei einer Einhaltung der oben genannten vorsorgenden Werte für Maximal- und Dauerschallpegel kann für betroffene Personen

von einem geringen "Restrisiko" ausgegangen werden, durch den Einfluss von Lärm zu erkranken (MASCHKE und HECHT, 2003b).

**637.** Aktuelle Daten bezogen auf akute Lärmwirkungen liefert auch das Verbundprojekt "Leiser Verkehr" des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR). Dieses Projekt hat sich zum Ziel gesetzt, mit Hilfe von technischen, operationellen und gesetzlichen Maßnahmen eine Halbierung der derzeit bestehenden Lärmbelastung – insbesondere bei Lärmimmissionen des Luftverkehrs – zu erreichen und befindet sich zurzeit noch in Arbeit. Es wird voraussichtlich nicht vor Redaktionsschluss dieses Umweltgutachtens abgeschlossen sein; trotzdem können an dieser Stelle bereits relevante Zwischenergebnisse präsentiert werden.

In einem in den Verbund "Leiser Verkehr" eingebetteten Forschungsprojekt werden zurzeit die Wirkungen des Nachtfluglärms in einer umfassenden (Panel-)Studie mit einer verhältnismäßig hohen Anzahl an Probanden über einen längeren Zeitraum erforscht. In insgesamt 2 500 Nächten sollen 64 Probanden unter Laborbedingungen, die eine reale Belastung widerspiegeln, und zusätzlich in ihrem eigenen fluglärmbelasteten Wohnumfeld untersucht werden (DLR, 2001). Im ersten Zwischenbericht werden sechs Wirkungsendpunkte betrachtet: 1. primäre Schlafstörungen, 2. motorische Aktivität, 3. Konzentrationsfähigkeit, Merkfähigkeit und Hand-Auge-Koordination, 4. Ausschüttung von Stresshormonen, 5. die Persönlichkeitsskalen: Befindlichkeit, Beanspruchung, Erholung und 6. Belästigung.

Bei Betrachtung primärer Schlafstörungen weisen die ersten Ergebnisse auf wesentliche Zusammenhänge hin. So steigt die Wahrscheinlichkeit einer lärmbedingten Aufwachreaktion mit zunehmenden Maximalpegel ( $L_{max}$ ). Es kann allerdings kein lineares Modell zugrunde gelegt werden, und es gibt keine bei einem bestimmten Lärmpegel liegende Aufweckschwelle. Die zu Beginn beobachteten Gewöhnungseffekte an die nächtlichen Lärmereignisse ließen im Verlauf der Studie nach. Darüber hinaus konnte erneut gezeigt werden, dass der energieäquivalente Dauerschallpegel ( $L_{eq}$ ) kein geeignetes Maß für die Bewertung der lärminduzierten Aufwachreaktionen ist, da das Ohr Einzelschallereignisse wahrnimmt und auf diese reagiert.

Die morgens im Anschluss an die Labornacht durchgeführten Leistungstests führten nicht zu eindeutig interpretierbaren Ergebnissen. Trotzdem zeigte sich ein Trend hin zu einer verlangsamten Reaktion und einer höheren Fehlerhäufigkeit. Die Autoren erwarten, in ihrem Endbericht eine genauere Aussage treffen und bislang unberücksichtigte Kontrollvariablen in die Auswertung einbeziehen zu können. Die Stresshormone Adrenalin, Noradrenalin und Cortisol wurden im Urin (19-23 Uhr und 23-07 Uhr) untersucht. In der Literatur sind zwar widersprüchliche Aussagen zu finden, aber es gibt vermehrt Hinweise darauf, dass sich die Konzentration der Stresshormone

durch den Einfluss einer (nächtlichen) Lärmbelastung verändert (MASCHKE et al., 1995; EVANS et al., 1995; HYGGE et al., 1998; HARDER et al., 1999). Die Ergebnisse des Zwischenberichts können diese Hinweise jedoch nicht bestätigen. Ein Zusammenhang zwischen einer nächtlichen Lärmbelastung und der Ausscheidung von Stresshormonen im Urin wurde nicht gefunden.

Werden psychologische Parameter wie Erholung, Belästigung und Schlafqualität betrachtet, ergeben sich deutliche Zusammenhänge. Es konnten Beeinträchtigungen der Persönlichkeitsskalen Befindlichkeit, Beanspruchung und Erholung nachgewiesen werden. Diese psychischen Reaktionen wurden anhand von standardisierten Skalen (Fragebögen) ermittelt und lassen eine Aussage über die Beeinflussung dieser Reaktionen durch Lärm zu. Die deutlichsten Symptome waren die Zunahme der Müdigkeit am Tag und ein Einfluss auf die allgemeine Erholung und den erholsamen Schlaf. Insbesondere im Bereich der Belästigung (*highly annoyed*) wurden nach Betrachtung der ersten Zwischenergebnisse klare Aussagen getroffen. Bereits in der Literatur wird beschrieben, dass es mit psychologischen Methoden möglich ist, die Zunahme der Belästigung unter steigendem Schallpegel nachzuweisen (RYLANDER et al., 1980; RYLANDER et al., 1986). Die vorliegende Studie bestätigte diese Zusammenhänge und zeigte darüber hinaus auf, dass die Anzahl der Überflüge einen größeren Einfluss als der  $L_{eq}$  auf die Belästigungswirkung während der Nacht hat (DLR, 2001).

**638.** Der Zwischenbericht des Projektes "Leiser Verkehr" bestätigt die Aussage aus Tabelle 7-5, dass nächtlicher Lärm einen adversen Einfluss auf die Schlafqualität insgesamt hat. Darüber hinaus konnten Hinweise auf eine schlechtere Konzentration, stärkere Müdigkeit und schlechtere Reaktionsfähigkeit am Tag nach einer lärmbelasteten Nacht aufgezeigt werden.

Der neue Ansatz dieser Studie ist zu begrüßen, da letztlich Labordaten und Daten aus Felduntersuchungen eingehen werden und damit eine Aussage über akute Lärmwirkungen getroffen werden kann. Die Ergebnisse dieses Zwischenberichtes müssen – wie von den Autoren selbst zu bedenken gegeben – als vorläufig betrachtet werden, da die untersuchten Kollektive (noch) sehr klein sind, einige Störeinflüsse beziehungsweise Moderatorvariablen nicht berücksichtigt worden sind und die Ergebnisse der Felduntersuchung noch nicht einfließen konnten. Bereits im Zwischenbericht wird – wie bereits auch in Tabelle 7-5 dargestellt wurde – deutlich, dass der energieäquivalente Dauerschallpegel allein kein geeignetes Maß ist, um Lärmwirkungen bewerten zu können. Es sollten vielmehr die Anzahl der Überflüge und der jeweilige Maximalpegel zugrunde gelegt werden. Darüber hinaus bestätigen weitere Hinweise, dass der Nachtschlaf des Menschen vorrangig geschützt werden

muss, da eine nächtliche Lärmbelastung offensichtlich einen größeren Einfluss auf die Gesundheit hat, als der Lärm am Tag.

Der Umweltrat weist allerdings darauf hin, dass es sich bei dieser Studie um Grundlagenforschung zu akuten Lärmwirkungen handelt und damit keine allgemeingültigen Aussagen über chronische Einflüsse von Lärm in Bezug auf die Bevölkerung getroffen werden können. Die Entwicklung einer lärmassoziierten Erkrankung kann unter Umständen einen langen Zeitraum umfassen. Zusammenhänge zwischen chronischen Einflüssen von Lärm und gesundheitlichen Wirkungen können nur durch epidemiologische Studien anhand eines repräsentativen Bevölkerungsdurchschnitts getroffen werden. Im Ansatz bieten gegebenenfalls die zu erwartenden Ergebnisse der Felduntersuchung Aufschluss, aber auch hier werden akute Reaktionen auf Lärmreize zugrunde gelegt, wodurch eine Betrachtung einer chronischen Belastung nicht möglich ist.

### **7.1.3.2 Chronische Lärmwirkungen**

**639.** Im Auftrag des Umweltrates wurden von Maschke und Hecht aktuelle epidemiologische Studien zur chronischen Lärmbelastung und dem Entstehen von lärmassoziierten Erkrankungen ausgewertet (MASCHKE und HECHT, 2003a). Es wurde der Versuch unternommen, auf Grundlage neuer epidemiologischer Studien das Risiko für bestimmte lärmassoziierte Erkrankungen darzustellen. Durch das Ergebnis dieser Literaturlauswertung wird die Vermutung, dass chronischer Verkehrslärm die Gesundheit beeinträchtigen kann, nachdrücklich bestätigt (Tab. 7-6). Allerdings muss einschränkend betont werden, dass die Untersuchungen zum Teil große methodische Unterschiede aufweisen und vor allem der Straßenverkehrslärm betrachtet wurde. Es liegen nur wenige Studien vor, die den Flugverkehr als Lärmquelle einbeziehen (MASCHKE und HECHT, 2003a).

Tabelle 7-6

### Signifikant erhöhte gesundheitliche Risiken für Wirkungsendpunkte chronisch lärmexponierter Gruppen

Wirkungsendpunkt	am Tage		Bemerkung	in der Nacht 8h	Bemerkung
	ganztags (24h)	16h			
Hypertonie, Hypertoniebehandlungen	> 55 dB(A) <sup>b</sup> FBN		DWB; R50	50-55 dB(A) <sup>c</sup>	DWB; R50
Ischämische Herzkrankheiten	> 70 dB(A) <sup>b</sup>		DWB, R60		
Migräne, Migränebehandlungen	> 74 dB(A) <sup>b</sup>		R65	[> 55 dB(A) <sup>c</sup> ]	R50
Häufige Bronchitis, Behandlungen		60-65 dB(A) <sup>3</sup>	R55	32-58 dB(A) <sup>a</sup> > 55 dB(A) <sup>c</sup>	DWB; R39; N&L DWB; R50
Asthma, Asthmabehandlungen				52-70 dB(A) <sup>a</sup>	DWB; R39; N&L
Allergien, Allergiebehandlungen				kein Effekt <sup>a</sup>	
Schilddrüse, Behandlungen	> 67 dB(A) <sup>c</sup>			R62#	
Stoffwechselstörung, Behandlungen				[50-55 dB(A) <sup>c</sup> ]	DWB; R50
Psychische Störungen, (Mental Health)	> 75 dB(A) <sup>c</sup> WECPNL > 60 dB(A) <sup>a*</sup> LDN		DWB; THI DWB; R50		

#### Legende:

<sup>a</sup>) Kinder

<sup>b</sup>) Erwachsene

<sup>c</sup>) ältere Probanden

\*) Vorgeburtliches Risiko (z. B. Frühgeburt)

[ ] ) Signifikanzniveau < 0,1

) Nach Deutschem Fluglärmgesetz

DWB) Dosis-Wirkungs-Beziehung

R60) Referenzgruppe  $\leq xy$  dB(A)

FBN) In Schweden genutzter, zeitlich gewichteter Mittelungspegel

WECPNL) In Japan genutzter, gewichteter Mittelungspegel

LDN) Zeitlich gewichteter Mittelungspegel

THI) Fragebogen: Todai Health Index (Cornell Medical Index)

N&L) Kombinationswirkung Lärm und Luftverschmutzung

Pegelwerte bei denen in epidemiologischen Untersuchungen erstmals signifikant erhöhte Risiken ( $\alpha < 0,05$ ) für Wirkungsendpunkte im Vergleich zu leiseren Referenzgruppen beobachtet wurden. Angegeben sind äquivalente Dauerschallpegel  $L_{eq}$  (3), außen (abweichende Kenngrößen sind vermerkt).

Quelle: MASCHKE und HECHT, 2003a

In den zusammengeführten neueren Studien zeigt sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen einer chronischen Lärmbelastung von mehr als 55 dB(A) am Tag und ab 50 dB(A) in der Nacht mit der Entstehung von Hypertonie (Bluthochdruck). Hypertonie stellt einen behandlungsbedürftigen Befund dar und kann darüber hinaus das erste Anzeichen für das Entstehen gravierender Herz-Kreislaufkrankungen sein. Weitere Studien weisen auf eine starke Beziehung zwischen dem nächtlichen Verkehrslärm ab

einem Dauerschallpegel ab 32 dB(A) und Erkrankungen der Atemwege von Kindern hin. Allerdings muss bei dieser Verknüpfung beachtet werden, dass der Verkehrslärm über das Verkehrsaufkommen mit der Luftqualität verknüpft ist (siehe auch Abb. 7-1). Für Luftverunreinigungen (Feinstäube und Stickstoff) ist bekannt, dass sie einen Einfluss auf Erkrankungen der Atemwege haben (siehe SRU, 2002, Tz. 541 ff.). Die Auswirkung von Verkehrslärm auf die psychische Verfassung und Konzentrationsfähigkeit von Kindern ist in den vorliegenden Studien widersprüchlich, weshalb kein signifikanter Zusammenhang in Tabelle 7-6 angegeben werden kann.

In den von MASCHKE und HECHT (2003a) ausgewerteten epidemiologischen Untersuchungen wurde ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen einer Lärmbelastung und Hypertonie sowie Atemwegserkrankungen bei Kindern festgestellt. Dabei ist der Effekt bei einer nächtlichen Lärmbelastung größer als am Tag. Diese Erkenntnisse liefern für die Hypothese, dass eine Lärmbelastung verantwortlich für das Entstehen von Herz-Kreislaufkrankungen sein kann, zumindest weitere, statistisch abgesicherte Hinweise. Der statistische Zusammenhang zwischen dem Entstehen von Atemwegserkrankungen bei Kindern und einer nächtlichen Lärmbelastung muss weiterhin vorsichtig betrachtet werden.

**640.** Die umfangreiche epidemiologische Studie "Spandauer Gesundheits-Survey" zur Wirkung von Lärmstress wurde Anfang 2003 abgeschlossen (MASCHKE et al., 2003) und bietet einige neue beziehungsweise bestätigende Hinweise, die zum Teil auch in die Auswertung der Tabelle 7-6 eingegangen sind (MASCHKE und HECHT, 2003a). In dieser epidemiologischen Studie wurden vom Gesundheitsamt Spandau insgesamt 2 015 Personen untersucht, von denen 1 714 mindestens fünfmal an der Untersuchung teilnahmen. Die Teilnehmer wurden Untersuchungsgruppen zugeordnet, die sich in einem gemessenen Dauerschallpegel von jeweils 5 dB(A) unterschieden.

Eine objektive Erfassung der Lärmbelastung stellt nach Aussage der Autoren immer dann eine Schwierigkeit dar, wenn Geräusche mit einem ähnlichen Informationsgehalt (also Verkehrslärm untereinander und nicht Verkehrslärm mit Nachbarschaftslärm) zu bewerten sind und wenn Wirkungsendpunkte durch Lärmstress ermittelt werden sollen. Denn im Gegensatz zu lauter Musik oder lauten Gesprächen, impliziert Verkehrslärm für den Menschen "Gefahr" (ISING und ISING, 2001). Deshalb ist es mit Schwierigkeiten verbunden, einer beobachteten Wirkung, die genaue gemessene oder berechnete Exposition zuzuordnen. Aus diesem Grund wurde im "Spandauer Gesundheits-Survey" versucht, eine quellenbezogene Erfassung der Geräuschpegel unterschiedlicher Lärmquellen vorzunehmen und anschließend daraus einen wirkungsgerechten Schallpegel zu errechnen. Dabei wurde die nächtliche Geräuschbelastung gesondert berechnet und ausgewertet, da auch hier davon

ausgegangen wird, dass Schlafstörungen einen Einfluss auf das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit am Tage haben.

Im Spandauer Gesundheits-Survey wurden verschiedene Wirkungsendpunkte betrachtet: 1. Herz-Kreislauf-Erkrankungen, 2. Stoffwechselerkrankungen, 3. Erkrankungen des Immunsystems, 4. Erkrankungen des hormonellen Systems und 5. psychische Störungen.

Im Bereich der Herz-Kreislauf-Erkrankungen kommen die Autoren zu dem Ergebnis, dass insbesondere nächtlicher Lärm über 55 dB(A) im Außenbereich das Risiko für eine Entwicklung von Hypertonie (Bluthochdruck) deutlich erhöht (vgl. auch Tab. 7-5). Eine Lärmbelastung am Tag ließ dieses Risiko nicht im gleichen Maße erkennen. Bezüglich der Wirkungsendpunkte Ischämische Herzkrankheiten, Angina pectoris (Durchblutungsstörungen am Herzen), Herzinfarkt und Migräne konnte kein eindeutiger Zusammenhang zur Lärmbelastung aufgezeigt werden. Ein lediglich schwacher Zusammenhang besteht zwischen einer starken subjektiven Störung durch Fluglärm und einer höheren Häufigkeit von Herzinfarkten, deren Entstehen durch Lärm möglicherweise gefördert oder beschleunigt werden kann. Ebenfalls ist ein Trend zwischen der Häufigkeit von Behandlungen gegen Migräne und einer nächtlichen Lärmbelastung über 55 dB(A) zu erkennen. Eine nächtliche Lärmbelastung über 50 dB(A) könnte auch einen Einfluss auf Blutfettwerte (höherer Cholesterinspiegel) haben. An der Bildung von Typ-II Diabetes ist Lärm nach dieser Studie nicht beteiligt.

Ob ein lärmbedingter Einfluss auf das Immunsystem besteht, wurde an den Endpunkten Asthma bronchiale, chronische Bronchitis, allgemeine Allergieneigung und Krebserkrankungen betrachtet. Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass Verkehrslärm die Entwicklung von Asthma bronchiale und chronischer Bronchitis fördern kann, ohne dass ein Wirkmechanismus zu erkennen ist. Die Autoren geben zu Bedenken, dass Luftverunreinigungen weitere Einflussfaktoren sein können, die diese Erkrankungen beeinflussen (KÜNZLI et al., 2001; Tz. 639). Der Umweltrat weist darauf hin, dass es bei der Betrachtung der Wirkungsendpunkte im Bereich der atemwegsbezogenen Erkrankungen und Herz-Kreislauf-Erkrankungen unerlässlich ist, die Luftqualität als Einflussfaktor zu berücksichtigen. Dieses Vorgehen ist nötig, da verkehrsbedingte Emissionen wie Feinstäube und Stickstoffoxide in der Regel in Zusammenhang mit einer verkehrsbedingten Lärmbelastung anzutreffen sind. Darüber hinaus hat der Umweltrat in seinem vorliegenden und seinem letzten Umweltgutachten die Relevanz der Luftverunreinigungen und deren wesentlichen Einfluss auf die oben genannten Wirkungsendpunkte verdeutlicht (Siehe SRU, 2002, Tz. 541 ff; Tz. 529 f., 537).

Ein Zusammenhang zwischen Lärmbelastung und Allergieneigung konnte nicht bestätigt und hinsichtlich eines Einflusses auf die Krebsentstehung konnte keine eindeutige Aussage getroffen werden, da nicht nach verschiedenen Krebsarten

differenziert wurde. Ebenso unklar bleibt ein möglicher Einfluss auf Erkrankungen der Schilddrüse (Hormonelles System).

Die Häufigkeit psychischer Störungen wurde ebenfalls im Zusammenhang mit Verkehrslärm betrachtet. Es stellte sich heraus, dass diejenigen Personen häufiger an psychischen Störungen litten, die sich stark durch Lärm gestört fühlten. Die subjektiv empfundene Belästigung hatte in diesem Fall einen größeren Einfluss als die gemessene Schallbelastung (MASCHKE et al., 2003).

Die Autoren weisen darauf hin, dass sich die Teilnehmer zu den wiederholten Untersuchungen freiwillig gemeldet haben, weshalb kein repräsentativer Bevölkerungsdurchschnitt vorliegt. Die Probanden waren in der Regel ältere, gesundheitsbewusst lebende Personen. Durch das hohe Alter der Studienteilnehmer könnte ein höheres Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen vorliegen als in einem Bevölkerungsdurchschnitt. Allerdings gibt es möglicherweise Verzerrungen der Daten aufgrund der vergleichsweise gesundheitsbewussteren Lebensweise der Probanden. Beispielsweise könnten die untersuchten Personen durchschnittlich an weniger Fettstoffwechselerkrankungen leiden, als ein repräsentativer Bevölkerungsdurchschnitt. Weiterhin sollten aus Angaben ärztlicher Diagnosen abgeleitete Ergebnisse mit Vorsicht betrachtet werden, da gegebenenfalls ein so genannter Arztbias zum Tragen kommt. Möglicherweise stellen die Ärzte, die in den unterschiedlichen Kollektiven konsultiert wurden, häufiger bestimmte Diagnosen, sodass es hier zu einer Verzerrung kommt. Es ist in epidemiologischen Studien schwierig - selbst unter Berücksichtigung vieler Einflussfaktoren - Aussagen über einen eindeutigen Zusammenhang zu treffen. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Wirkmechanismen wie beim Lärm nicht bekannt sind.

**641.** Eine kürzlich veröffentlichte Studie könnte unter Berücksichtigung der Hypothese, dass Lärm wie psychosozialer Stress wirkt, Hinweise auf ein mögliches Wirkungsmodell für kardiovaskuläre Endpunkte wie Arteriosklerose liefern. Die Wirkung psychosozialen Stresses wurde auf zellulärer Ebene in Zellkultur, im Tierversuch und an Probanden untersucht (BIERHAUS et al., 2003). Es wurde schon mehrfach gezeigt, dass Stress einen Einfluss auf die Bildung von Arteriosklerose hat und dieser adverse Effekt durch Katecholamine (Adrenalin und Noradrenalin) vermittelt wird (ROZANSKI et al., 1999; STANSFELD et al., 2002; SKANTZE et al., 1998). In der Studie von BIERHAUS et al. konnte erstmals die Aktivierung des NF-kappaB (Nekrosefaktor, löst Entzündungen und Abbauprozesse aus und hält sie in Gang) unter Stress in PBMC-Zellen nachgewiesen werden. Der Aktivierungsprozess in PBMC-Zellen kann an der Ausbildung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen beteiligt sein, wenn die Stressreaktion andauernd oder häufig ausgelöst wird (BIERHAUS et al., 2003).

Dieser Befund unterstützt die Ergebnisse des "Spandauer Gesundheits-Surveys" im Bereich der Herz-Kreislauf-Erkrankungen (MASCHKE et al., 2003).

**642.** Der Umweltrat ist der Ansicht, dass sowohl die aktuelle in Tabelle 7-5 dokumentierte Auswertung als auch die Ergebnisse des "Spandauer Gesundheits-Surveys" weitere Erkenntnisse bieten, die Hinweise auf nötige Schutzkonzepte liefern. Insbesondere der Einfluss einer Lärmbelastung auf das Entstehen von Herz-Kreislauf-Erkrankungen durch den Einfluss vom Lärm als Stressfaktor wurde durch die vorliegenden aktuellen Daten mehrfach untermauert.

Der Umweltrat hält es vor allem für erforderlich, eine an ihren Informationsgehalt angepasste Betrachtung der Lärmquellen durchzuführen. Offensichtlich ist, dass nicht nur selektiv eine Lärmquelle auf den Menschen wirkt, sondern immer die Summe des Lärms (Abschn. 7.1.4). Je nach Art des Lärms wird dieser allerdings unterbewusst anders gewichtet. Somit ist es notwendig, nicht nur den Schallpegel und die Häufigkeit, sondern auch den Informationsgehalt der jeweiligen Lärmquelle in ihrer störenden Wirkung einzubeziehen.

**643.** Die aktuellen wissenschaftlichen Untersuchungen belegen mittlerweile eindeutig, dass insbesondere die lärmbedingte Störung des Nachtschlafes zu gesundheitlich bedenklichen Effekten führen kann. Dabei liegen die beobachteten Effektschwellen für Primärreaktionen beim energieäquivalenten Dauerschallpegel zwischen 35 und 40 dB(A). Werden keine Effektschwellen sondern Wirkungsendpunkte – also lärmbedingte Erkrankungen – betrachtet, so ist festzuhalten, dass die epidemiologische Lärmwirkungsforschung deutliche Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen einer Lärmbelastung und Herz-Kreislauf-Erkrankungen aufzeigen kann. Auch hier ist das Risiko zu erkranken, bei einer nächtlichen Lärmbelastung höher. Zwei neue und zum Teil noch nicht abgeschlossene Studien untermauern diese Erkenntnisse weitestgehend (DRL, 2001; MASCHKE et al., 2003).

Selbst wenn keine dieser Studien eine allgemeingültige und repräsentative Aussage über das lärmbedingte gesundheitliche Risiko der gesamten Bevölkerung in Deutschland zulässt, verdeutlichen die Ergebnisse nach Ansicht des Umweltrates erneut, dass der zunehmende Lärmstress bedeutende gesundheitliche Risiken mit sich bringt. Insbesondere die Ruhe in der Nacht und ein weit gehend ungestörter, erholsamer Schlaf haben einen erheblichen Einfluss auf die physische und psychische Gesundheit.

### 7.1.4 Summative Betrachtung von Lärmquellen

**644.** Die vorliegenden Studien unterstreichen die Notwendigkeit einer gemeinsamen Betrachtung und Bewertung der verschiedenen Lärmquellen. Auch in der Umgebungslärmrichtlinie (2002/49/EG) geht es letztlich um eine "summative" Betrachtung der vielfältigen Quellen des Umgebungslärms (siehe Tz. 651). Diese Notwendigkeit besteht insbesondere deshalb, weil Menschen in den meisten Fällen nicht nur einer Lärmquelle ausgesetzt sind, sondern einer Vielzahl unterschiedlicher Geräusche. Nach repräsentativen Umfragen fühlen sich von den 47 Mio. der durch Straßenverkehrslärm belästigten Einwohner rund 13 Mio. zusätzlich durch Fluglärm, 12 Mio. durch zusätzlichen Industrielärm und 11 Mio. durch zusätzlichen Schienenverkehrslärm belästigt (ORTSCHEID und WENDE, 2000b). Eine Verminderung der Lärmbelastigung der Bevölkerung kann daher nur dann erfolgreich sein, wenn auch das Zusammenwirken mehrerer Lärmquellen berücksichtigt wird.

**645.** Die Dosis-Wirkungs-Beziehungen bei gleichzeitigem Einwirken mehrerer Schallquellen sind bislang aus medizinischer und psychologischer Sicht äußerst schwierig zu beschreiben. Lärmphysikalisch ist dagegen eine summative Betrachtung mehrerer Schallquellen möglich, die allerdings im Falle der Verwendung der Dezibelskala zu kontraintuitiven Ergebnissen führt. So steigt beispielsweise die Gesamtintensität zweier gleich lauter Schallereignisse um 3 dB an (und verdoppelt sich nicht etwa). Die Gesamtlautstärke zweier 50 dB lauten Schallereignisse addiert sich demzufolge zu 53 dB. Eine Erhöhung um 3 dB(A) wird vom Ohr aber als eine Verdoppelung des Lärms wahrgenommen. Bei drei gleichen Schallquellen fände eine Erhöhung des Schalldruckpegels um 5 dB statt, bei fünf Quellen um 7 dB etc.. Ein in Bezug auf ein ursprüngliches Schallereignis zehnmal stärkeres Schallereignis führt zu einem Anwachsen der Schallintensität um 10 dB, ein 1000-mal stärkeres zu einem Anwachsen um 30 dB (SCHICK, 1990, S. 20, S. 105 ff.). Aufgrund dieser eindeutigen Beziehungen liegt es nahe, dass gerade bei gleichartigen Geräuschen im selben Frequenzbereich eine summative Betrachtungsweise sinnvoll ist (SRU, 1999, Tz. 505).

Soll der Gesamtschalldruckpegel zweier verschieden starker Schallquellen ermittelt werden, so ist dieser in hohem Maße von der Differenz der Schalldruckpegel der beiden Quellen abhängig. Während sich bei zwei gleich lauten Schallquellen der Gesamtpegel um 3 dB erhöht, erhöht sich der Gesamtpegel gegenüber dem Pegel der lauterer Quelle um nur noch 1 dB, wenn der Schalldruckpegel der leiseren Quelle um 6 dB unter dem der lauterer liegt, und um 0,4 dB, wenn der Differenzbetrag 10 dB beträgt (SCHICK, 1990, S. 106). Dies führt in der Regel dazu, dass sich von einem ebenfalls relevanten Hintergrundlärm eine oder zwei dominante Lärmquellen abheben (z. B. Straßenverkehrs- und Industrielärm).

**646.** Aus medizinischer und psychologischer Sicht ist schon die Betrachtung und Bewertung der gesundheitlichen Risiken durch einzelne Lärmquellen sehr komplex. Da für die meisten extraauralen Endpunkte schon in Bezug auf nur eine Lärmquelle kein Wirkungsmodell existiert, ist eine summative Betrachtung in epidemiologischen Studien extrem schwierig. Zusätzlich müssen alle Störeinflüsse (*Confounder*), die ebenfalls einen Einfluss auf den betrachteten Endpunkt haben, in die Bewertung eingehen. Die vornehmlich betrachteten Endpunkte wie zum Beispiel Herz-Kreislauf-Erkrankungen werden jedoch zugleich in einen relevanten Zusammenhang mit der Wirkung von Luftschadstoffen gebracht (DOCKERY et. al., 1993; PETERS et. al., 2001; SRU, 2002, Tz. 541 ff.). Da Luftschadstoffe jedoch in der Regel auch an solchen Orten in höheren Konzentrationen auftreten, an denen (Verkehrs-) Lärm zu finden ist, können diese Störeinflüsse nur sehr schwer voneinander getrennt werden. Dadurch wird die Darstellung von Zusammenhängen zwischen Wirkungsendpunkten und einer Kombination aus verschiedenen Lärmquellen in epidemiologischen Studien nahezu unmöglich. Auf die Schwierigkeit, den Einfluss vielfältiger Faktoren adäquat zu erfassen und zu bewerten, wird ebenfalls im "Spandauer Gesundheits-Survey" hingewiesen (MASCHKE et al., 2003). Werden Wirkungsendpunkte jedoch nur hinsichtlich einer einzelnen Lärmquelle betrachtet, ergeben sich in neueren Studien valide Hinweise auf Zusammenhänge (vgl. Tab. 7-6)

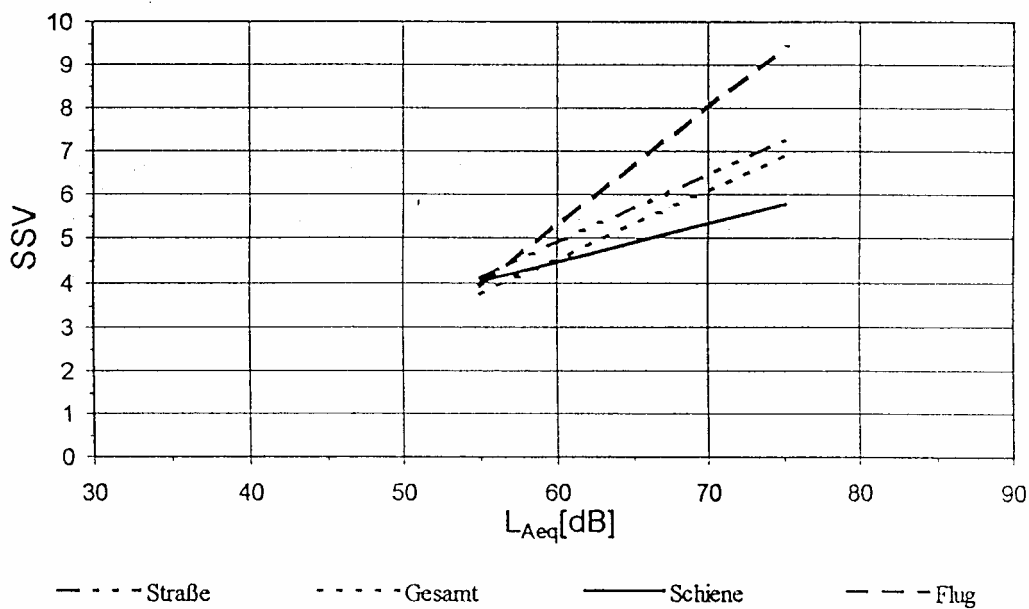
**647.** Der anteilig gewichtete Einfluss mehrerer Lärmquellen auf das Schutzgut menschliche Gesundheit, beziehungsweise die Summe des wirkenden Lärms kann in keiner der oben beschriebenen Studien bewertet werden. Für eine Dosis-Wirkungs-Beziehung in Bezug auf die Belästigung von Lärm aus unterschiedlichen Lärmquellen gibt es unterschiedliche theoretische Modelle. Allerdings werden diese von den Autoren selbst kritisch betrachtet. In vielen Untersuchungen scheint die dominante Quelle diejenige zu sein, die als am meisten störend empfunden wird, wobei die "Hintergrundbelästigung" vernachlässigt werden kann (De JONG, 1990; GUSKI, 1997; RONNEBAUM et al., 1997).

Es wurde der Versuch unternommen, Dosis-Wirkungs-Kurven für eine Gesamtlärmbelastung zu erstellen, indem die in verschiedenen Feld- und Laborstudien erhobene Belästigung vergleichend betrachtet wurde. In Abhängigkeit vom energieäquivalenten Dauerschallpegel wurde das Urteil der befragten Personen in einen so genannten subjektiven Skalierungswert (*subjective scaling value*, SSV) transformiert und einem Mittelungspegel zugeordnet. Bei dieser Analyse blieben starke Abweichungen unberücksichtigt, die durch den Einfluss spezieller Erhebungssituationen bedingt sein könnten. Zusätzlich wird eine lineare Abhängigkeit vorausgesetzt (SCHULTE-FORTKAMP et al., 1996). Die durch dieses Verfahren ermittelten Dosis-Wirkungskurven für Feld- und Laboruntersuchungen werden in Abbildung 7-2 und 7-3 dargestellt.

Abbildung 7-2

**Felduntersuchungen:  
Gemittelte Dosis-Wirkungskurven für verschiedene Quellen.**

**Feldstudien**



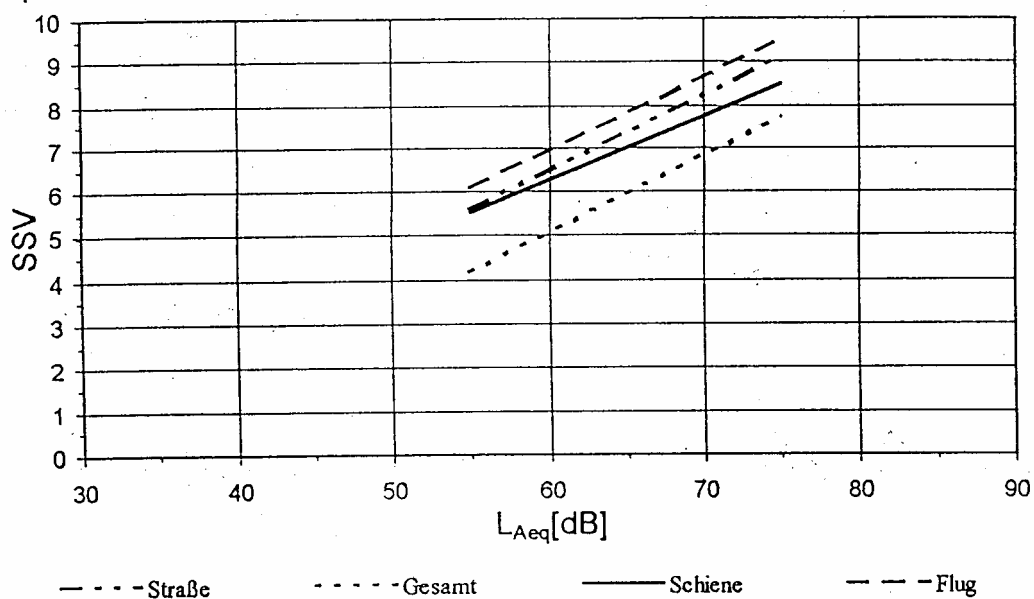
Quelle: SCHULTE-FORTKAMP et al., 1996

SSV: Subjective Scaling Value

Abbildung 7-3

**Laboruntersuchungen:  
Gemittelte Dosis-Wirkungskurven für verschiedene Quellen.**

**Laborstudien**



Quelle: SCHULTE-FORTKAMP et al., 1996

SSV: Subjective Scaling Value

In Abbildung 7-2 ist zu erkennen, dass die Belästigung durch einzelne Lärmquellen mit steigendem Pegel unterschiedlich stark zunimmt. Insbesondere die Belästigungskurve durch Fluglärm weist eine steilere Steigung auf als die Kurve der anderen Lärmarten. Bei Laboruntersuchungen konnte dagegen festgestellt werden, dass die Kurven für Straßen-, Schienen- und Flugverkehr geringe Unterschiede in der Steigung zeigen.

Bei der Bewertung dieser Analyse muss beachtet werden, dass der unterschiedliche Charakter der Lärmquellen, der bei Feldstudien zu beobachten ist, sich im Labor nicht nachweisen lässt. Darüber hinaus ist in beiden Graphiken deutlich zu erkennen, dass eine Betrachtung des Gesamtlärms der Belästigungswirkung einzelner Lärmquellen nicht gerecht werden kann. Die Belästigungswirkung von Flug- und Straßenverkehrslärm ist in Feldstudien bei gleichem Schallpegel stärker als die des Gesamtlärms. In Laborstudien liegt die Kurve des Gesamtlärms sogar deutlich unter den Kurven der anderen Lärmquellen.

**648.** Gesamtlärm wird auf Lärmskalen von Menschen nicht einheitlich bewertet, wodurch viele Schwierigkeiten bei der Entwicklung von Wirkungsmodellen entstehen. Im Gegensatz zu der Analyse von SCHULTE-FORTKAMP et al. (1996) ergab eine weitere Analyse von über 70 Feld- und Laborstudien, dass das "Modell der dominanten Quelle" am besten geeignet erscheint, um eine summative Lärmbelästigung zu bewerten (RONNEBAUM et al., 1997). Demzufolge scheinen mehrere gemeinsam auftretende Lärmquellen weniger belästigend zu wirken, als die lauteste Lärmquelle, wenn diese selektiv – ohne Betrachtung des Gesamtlärms – bewertet werden soll. Eine mögliche Erklärung für dieses lärmphysikalisch gesehen kontraintuitive Ergebnis ist, dass Menschen viele simultane Lärmquellen nicht adäquat bewerten können, oder die Information von mehreren Lärmquellen unbewusst grundsätzlich anders bewertet wird. Es ist weiterhin denkbar, dass Menschen bei einem erhöhten Bewusstsein für Umweltprobleme eine höhere Lärmempfindlichkeit entwickeln und auf diese Weise Gruppenunterschiede zum Tragen kommen. Eine höhere Lärmempfindlichkeit wirkt sich nachweislich auf physiologische Funktionen und auch auf das Wohlbefinden aus (di NISI et al., 1987). Dem Ergebnis der oben genannten Literaturstudie könnte jedoch ebenso ein methodischer Fehler in der Abfrage der Belästigung zugrunde liegen (RONNEBAUM et al., 1997). Eine weitere Studie kommt ebenfalls zu dem Resultat, dass widersprüchliche Ergebnisse häufig von Befragungs- beziehungsweise Messfehlern herrühren (JOB und HATFIELD, 2001). Auch unter Berücksichtigung möglicher Messfehler stellen die Autoren jedoch keinen Unterschied fest, wenn sie verschiedene gleichzeitig auftretende Lärmquellen einzeln betrachten. Da die Interaktion verschiedener Lärmquellen anscheinend nicht abhängig von der Art der Lärmquelle ist, erscheint es nach diesen Studien vernünftig, bei der Bewertung der Lärmbelästigung die "Zielquelle" – also die lauteste Quelle – zu betrachten. Dabei könnte die Zusammensetzung des Hintergrundlärms vernachlässigt werden. Die

Autoren selbst halten die Lösung, den Hintergrundlärm außer Acht zu lassen, nicht für sinnvoll. Wird dieser Hintergrund durch stetig neue Lärmquellen ergänzt (*noise creep*), steigt der Lärmpegel weiter an. Deshalb sollte, bezogen auf das jeweilige Schutzgut, ein Limit für die Hintergrundlärmbelastung gesetzt werden, das nicht überschritten werden sollte (JOB und HATFIELD, 2001).

**649.** Die oben aufgeführten Beispiele zeigen, dass unter den Wirkungsforschern zu der Frage der Bewertung von Gesamtlärm keine Einigkeit besteht (siehe auch GUSKI, 1997). Um aber eine Lösung für dieses Problem zu finden, wird vom TÜV Rheinland/Berlin-Brandenburg ein pragmatischer Ansatz zur Bewertung von Gesamtlärm empfohlen (TÜV, 2000). Dieses Modell orientiert sich an einem vorläufigen Verfahren "Interim Methode" von 1995 (DELTA, 1995). Wegen Fehlens einer Dosis-Wirkungs-Beziehung setzt dieser Ansatz folgende Annahmen voraus:

- Alle Immissionswerte (*noise limits*) für die verschiedenen Geräuscharten beziehen sich auf den gleichen Belästigungsgrad.
- Alle Dosis-Wirkungs-Beziehungen weisen eine lineare Abhängigkeit auf.
- Die hinsichtlich der Belästigungswirkung gewichteten Geräuschpegel werden energetisch addiert.

Auf diese Weise kommen die Autoren zu einem Vorschlag für einen Gesamt-Immissionsgrenzwert (70 bis 75 dB(A) tags und 60 bis 65 dB(A) nachts) und -richtwert (59 bis 64 dB(A) tags und 49 bis 54 dB(A) nachts), wobei sich der Grenzwert an der "Schwelle" der Gesundheitsgefährdung orientiert und der Richtwert den Beginn schädlicher Umwelteinwirkungen kennzeichnet.

Durch die oben getroffenen Annahmen wird das Modell allerdings sehr stark vereinfacht und lässt außer Acht, dass die Gesamtlärmsituation häufig als weniger belästigend eingestuft wird als die lauteste Einzelquelle. Darüber hinaus ist eine lineare Abgängigkeit von Lärmwirkungen rein spekulativ. Ein linearer Zusammenhang konnte in den meisten untersuchten Parametern beispielsweise in der Studie "Leiser Verkehr" nicht aufgezeigt werden (DLR, 2001). Dennoch stellt dieses vereinfachte Modell eine sinnvolle vorläufige Methode dar, mit der eine Bewertung des Gesamtlärms erfolgen kann. Die Autoren schlagen vor, mit dem vorgestellten System Erfahrungen zu sammeln und es bei Vorliegen neuer Erkenntnisse zu erweitern.

**650.** Der Umweltrat kommt nach Bewertung der aktuellen Erkenntnisse der Lärmwirkungsforschung zu dem Schluss, dass die Hinweise aus langjähriger Forschung eine anspruchsvolle Lärmschutzpolitik rechtfertigen. Auch wenn nach wie vor die Wirkungszusammenhänge nicht bekannt sind, kann davon ausgegangen werden, dass eine Lärmbelastung einen starken Einfluss auf die menschliche

Gesundheit und die gesundheitsbezogene Lebensqualität hat und zu einer erheblichen Belästigung der betroffenen Bevölkerung führen kann.

## **7.2 Aktuelle rechtspolitische Entwicklungen**

### **7.2.1 Umsetzung der Umgebungslärmrichtlinie**

**651.** Das EG-Recht prägt seit längerem und stetig zunehmend das Lärmschutzrecht der Mitgliedstaaten und zwar im Wesentlichen durch die Vorgabe von Emissionsgrenzwerten. Das gilt bekanntlich für Kraftfahrzeuge, Verkehrsflugzeuge, Baumaschinen und sonstige im Freien zu betreibende Geräte und neuerdings auch für Hochgeschwindigkeitszüge (Überblick bei KOCH und PRALL, 2002; KOCH, 2003; SCHULTE und SCHRÖDER, 2000). Diese Lärmschutzpolitik der Emissionsgrenzwerte zielte immer zugleich auf eine Harmonisierung der produktbezogenen Anforderungen im Interesse des freien Binnenmarktes.

Mit der Umgebungslärm-Richtlinie (2002/49/EG) gewinnt die Lärmschutzpolitik der Gemeinschaft eine neue Qualität. Denn diese Richtlinie führt über eine allein emissionsorientierte Politik hinaus und ist letztlich auf die Förderung von Lärmqualitätszielen gerichtet, auch wenn die Richtlinie selbst keine Immissionsgrenz- oder Immissionsrichtwerte vorgibt. Ziel der Richtlinie ist die Bekämpfung des "Umgebungslärms, dem Menschen insbesondere in bebauten Gebieten, in öffentlichen Parks oder anderen ruhigen Gebieten eines Ballungsraums, in ruhigen Gebieten auf dem Land, in der Umgebung von Schulgebäuden, Krankenhäusern und anderen lärmempfindlichen Gebäuden und Gebieten ausgesetzt sind" (Art. 2 Abs. 1 RL). Unter "Umgebungslärm" versteht die Richtlinie "unerwünschte oder gesundheitsschädliche Geräusche im Freien, die durch Aktivitäten von Menschen verursacht werden, einschließlich des Lärms, der von Verkehrsmitteln, Straßenverkehr, Eisenbahnverkehr, Flugverkehr sowie Geländen für industrielle Tätigkeiten gemäß Anhang I der Richtlinie 96/61/EG des Rates vom 24. September 1996 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung ausgeht" (Art. 3 lit. a RL).

Als wesentliche Pflichten der Mitgliedstaaten sieht die Umgebungslärm-Richtlinie vor:

- Die Harmonisierung von Lärmindizes und Bewertungsmethoden für Umgebungslärm;
- die Erarbeitung eines verbesserten Informationsstandes über Lärmbelästigungen in Form von "Lärmkarten" auf Grundlage der vereinheitlichten Lärmindizes und Bewertungsmethoden;
- die Information der Öffentlichkeit über bestehende Lärmbelästigungen, was sodann als Grundlage von "Lärmaktionsplänen" auf lokaler/regionaler Ebene genutzt werden soll;

- die Verpflichtung der Mitgliedstaaten, "Aktionspläne" zu erarbeiten (für Ballungszentren mit mehr als 250 000 Einwohnern bis 18.07.2008, für Ballungsräume mit mehr als 100 000 Einwohnern bis 18.07.2013). Der Mindestinhalt dieser Aktionspläne ergibt sich aus Anhang V des Richtlinienvorschlags.

Dieses Instrumentarium lässt keinen Zweifel daran zu, dass letztlich auf der Grundlage einer "gesamthafter", summativen Betrachtung der Belastung der Bevölkerung durch Umgebungslärm entsprechend umfassend angelegte Programme der Mitgliedstaaten zur Belastungsminderung induziert werden sollen.

Zur Umsetzung der Umgebungslärm-Richtlinie in Deutschland sind verschiedene Vorschläge mit teilweise weit reichenden Änderungen des Deutschen Lärmschutzrechts unterbreitet worden (IRMER, 2002). Die Bundesregierung beabsichtigt eine Ergänzung der Vorschriften über Lärminderungsplanung im BImSchG in Verbindung mit vornehmlich technischen Konkretisierungen in einer zugehörigen Rechtsverordnung. Dabei soll im BImSchG die Lärminderungsplanung alle Lärmquellen betreffen, auch die Flughäfen. Das ist insbesondere mit Blick auf die gebotene gesamthafte, akzeptorbezogene Betrachtungsweise sehr zu begrüßen.

## **7.2.2 Perspektiven für das deutsche Lärmschutzrecht**

**652.** Der Umsetzungsprozess zur EG-Umgebungslärm-Richtlinie steht nicht nur unter dem Gebot, die unübersichtliche Vielfalt der deutschen Lärmschutzregelungen hinsichtlich wichtiger Erfassungs- und Bewertungsmethoden zu harmonisieren, sondern er bietet zugleich die große Chance, das schwerwiegende Defizit des deutschen Rechts, nämlich die segmentierende Betrachtung und Beurteilung verschiedener Lärmquellen in ein Konzept summativer, akzeptorbezogener Bewertung der Gesamtlärmbelastung der jeweils betroffenen Bevölkerung einzubinden (s. dazu SRU, 1999, Tz. 504 ff.). Hier sind verschiedene gesetzgeberische Optionen denkbar:

Vereinzelt wird ein Lärmschutzgesetz "aus einem Guss" vorgeschlagen und damit unter anderem die Herauslösung von Teilen des Lärmschutzrechts aus dem BImSchG (IRMER, 2002). Bei aller Eigenständigkeit, die dem Schutz vor Lärm gegenüber dem Schutz vor Luftverunreinigungen regelungsstrukturell gewiss zukommen sollte, erscheint eine solche Zersplitterung des Immissionsschutzrechts eher nicht vorzugswürdig. Zwar könnte unter dem Dach eines umfassenden Umweltgesetzbuches – allerdings unter Wahrung der Gemeinsamkeiten – auch eine deutlichere Eigenständigkeit der beiden großen Gebiete des Immissionsschutzrechts – nämlich der Luftreinhaltung und des Lärmschutzes – gelingen. Sieht man unter den gegenwärtigen Rahmenbedingungen von dieser Option jedoch ab, so bietet sich eine Erweiterung des BImSchG durchaus als adäquater gesetzgeberischer Rahmen für die Zusammenführung, Harmonisierung und gesamthafte Regelung des Lärmschutzrechts

an. Dabei muss die praktische Bedeutung der verschiedenen Lärmquellen berücksichtigt werden. Demgemäß ist der adäquaten Regulierung des Verkehrslärms, insbesondere des Straßenverkehrslärms besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Dazu sind mindestens erforderlich

- eine Erstreckung des Geltungsbereichs des BImSchG auf Flughäfen,
- eine Verankerung des Konzepts der summativen Lärmbetrachtung im BImSchG,
- eine diesen gesetzlichen Regelungen entsprechende Ergänzung, Koordination und Vernetzung der untergesetzlichen Regelwerke für die Lärmermittlung, die Lärmbewertung und die lärmschutzbezogenen Anforderungen sowie
- eine wesentliche Fortentwicklung des Instruments der Lärminderungsplanung.

Auf einzelne Korrektur- und Ergänzungsbedarfe hinsichtlich des geltenden Rechts wird nachfolgend eingegangen.

### 7.2.2.1 Straßenverkehrslärm

**653.** Wie eingangs schon dargestellt wurde, ist der Straßenverkehrslärm insbesondere in den städtischen Ballungsräumen die dominante Belastungsquelle gerade auch aus der Sicht der lärmbeeinträchtigten Bevölkerung (Tz. 628 ff.).

Im Bereich des Straßenverkehrs sind erhebliche Bemühungen zur Verminderung der Lärmbekämpfung unternommen worden. Das gilt zum einen für *Maßnahmen an der Lärmquelle*, insbesondere also an den Fahrzeugen (vgl. Sondergutachten Verkehr). Mit Hilfe der sukzessive verschärften Euro-Normen, die über § 49 StVZO ins deutsche Recht rezipiert werden, ist eine beachtliche Lärminderung gerade auch bei den besonders relevanten Lastkraftwagen gelungen (KOCH, 2003, § 55 Rn. 15 ff., 37 f.). Die Erfolge werden allerdings durch das ungebremste Verkehrsmengenwachstum teilweise zunichte gemacht (s. oben Tz 628).

**654.** Auf dem Gebiet der *Verkehrswegeplanung* sind mit Hilfe des vierstufigen "Lärmbekämpfungsprogramms" der §§ 41 ff. des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) in Verbindung mit den beiden maßgeblichen Verordnungen, nämlich der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) und der Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung (24. BImSchV) deutliche Erfolge für den Schutz der Bevölkerung vor Straßenverkehrslärm erzielt worden (KOCH, 2003; SCHULZE-FIELITZ, 2001). Die vier Gebote der Verkehrswegeplanung garantieren als jeder Abwägung entzogenen "harten Kern" des deutschen Verkehrslärmschutzrechts ungefähr die Einhaltung eines äquivalenten Dauerschallpegels innen von 40 dB(A) in Wohn- und 30 dB(A) in Schlafräumen, allerdings, wie zu betonen ist, nur mit Blick auf den gerade in der Planung stehenden Verkehrsweg. Diese vier Rechtspflichten lauten folgendermaßen:

- einer schonenden Trassenführung (§§ 41 Abs. 1, 50 BImSchG),
- eines aktiven Lärmschutzes nach dem Stand der Technik unter verbindlicher Orientierung an den Grenzwerten der 16. BImSchV (§§ 41 Abs. 1, 43 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG),
- eines passiven Schallschutzes zur Vermeidung schädlicher Umwelteinwirkungen nach Maßgabe der 24. BImSchV, falls aktiver Lärmschutz wegen unverhältnismäßiger Kosten nicht oder nur partiell durchzuführen ist (§§ 41 Abs. 2, 43 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG), sowie
- einer angemessenen Entschädigung in Geld, soweit schädliche Umwelteinwirkungen im Außenwohnbereich nicht vermieden werden können (§ 42 Abs. 2 Satz 2 BImSchG, § 74 Abs. 2 Satz 3 Verwaltungsverfahrensgesetz),

Das Wertepaar 30/40 dB(A) innen entspricht der langjährigen Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts (s. nur BVerwG NJW 1995, S. 2573) und gewährleistet ohne hinzutretende Beiträge anderer Lärmquellen ungestörte Kommunikation und ungestörten Schlaf. Mit Blick auf die naturwissenschaftlichen Einschätzungen (siehe Abschn. 7.1.3) liegt das Wertepaar 30/40 dB(A) auf der sicheren Seite für einen präventiven Schutz.

Wie stark der Außenwohnbereich verlärmert wird, hängt unter anderem davon ab, welche Kosten des aktiven Lärmschutzes als prohibitiv eingestuft werden dürfen und ob und gegebenenfalls welche anderen Gesichtspunkte jenseits der Kostenaspekte dazu berechtigen können, auf aktive Schallschutzmaßnahmen als unverhältnismäßig im Sinne einer Gesamtabwägung zu verzichten. Hierzu gehen die Ansichten in der juristischen Literatur auseinander und auch die Rechtsprechung hat noch nicht zu einer einheitlichen Linie gefunden (s. nur BVerwGE 104, S. 123, 139; BVerwGE 108, S. 248, 255 ff.). Soll der Schutz vor Verkehrslärm nicht vornehmlich hinter Schallschutzwänden und Schallschutzfenstern gewährleistet sein, kommt es jedoch entscheidend auf die Vermeidung von Straßenverkehrslärm, eine schonende Trassenführung und unter Umständen auf kostspielige aktive Schutzmaßnahmen etwa durch Untertunnelung an (SCHULZE-FIELITZ, 2002).

**655.** Das Lärmschutzkonzept der §§ 41 ff. Bundes-Immissionsschutzgesetz in Verbindung mit der 16. und der 24. BImSchV hat im Übrigen zwei wesentliche Schwächen. Zum einen finden die Vorschriften nur bei wesentlicher Änderung oder beim Neubau von Verkehrswegen, jedoch nicht zur Sanierung vorfindlicher Belastungslagen Anwendung. Außerdem normiert die 16. BImSchV eine von der Rechtsprechung akzeptierte segmentierende Betrachtung des singulären, jeweils in der Planung stehenden Verkehrsweges jedenfalls bis hin an die Schwelle der Gesundheitsgefährdung (s. nur BVerwGE 101, S. 1, 9 f.). Zwar ziele – so meint das

Bundesverwaltungsgericht – der Begriff der schädlichen Umwelteinwirkungen auf eine summative Betrachtung und schließe der Wortlaut des § 41 BImSchG eine summative Betrachtung auch nicht aus, jedoch gebiete der Wortlaut andererseits die summative Betrachtung nicht, sodass sich die Entscheidung des Verordnungsgebers der 16. BImSchV für eine Separierung des jeweiligen Verkehrsweges im gesetzlichen Rahmen halte. Allerdings dürften aus verfassungsrechtlichen Gründen summierte Immissionen nicht zur Gesundheitsgefährdung führen. Dazu habe deshalb auch der Gesetzgeber nicht ermächtigen wollen, sodass eine lärmquellenbezogene Betrachtung an dieser Grenze ihre Schranke finde. Dem stehen allerdings gesetzessystematische und verfassungsrechtliche Gesichtspunkte entgegen, die sich gerade wegen des auch vom Bundesverwaltungsgericht zumindest als "offen" eingestuftem Wortsinns der streitigen Regelung aufdrängen: Insbesondere ist der Begriff der schädlichen Umwelteinwirkungen zu berücksichtigen, dessen akzeptorbezogene, also schutzgutbezogene Betrachtungsweise im BImSchG eine fundamentale konzeptionelle Bedeutung hat. Ein rational nachvollziehbarer Rechtsgüterschutz verlangt als notwendige Bedingung eine akzeptor- beziehungsweise schutzgutbezogene Betrachtungsweise. Wer nur separierte Lärmquellen in den Blick nimmt, kann schon konzeptionell nicht zuverlässig Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen gewähren (näher KOCH, 1999; DOLDE, 2001).

**656.** Gerade in städtischen Ballungsräumen setzt die angemessene Bewältigung der Verkehrslärmproblematik eine umfassende und weitsichtige *Gesamtverkehrsplanung* voraus. Hier fehlt es bislang an einem adäquaten rechtlichen Planungsrahmen. Die informellen Verkehrsplanungen der Gemeinden sind von sehr unterschiedlicher Qualität. Insgesamt ist festzustellen, dass verkehrserzeugende städtebauliche Entwicklungen, auch solche auf der Grundlage der kommunalen Bebauungsplanung, vielfach nicht von einer adäquaten planerischen Bewältigung der Verkehrsprobleme begleitet werden (s. umfassend KOCH et al., 2001).

**657.** Schließlich kommt – wenngleich nachrangig – den vielfältigen Instrumenten der *Verkehrslenkung* Bedeutung zu. Insofern ist namentlich das Straßenverkehrsrecht in den vergangenen zwei Jahrzehnten sukzessive "ökologisiert" worden, das heißt in der Zielsetzung über die Aspekte der Flüssigkeit und Leichtigkeit der Verkehrsabläufe hinaus um Ziele des Umweltschutzes, insbesondere auch des Schutzes vor Verkehrslärm angereichert worden. Hier ist als zentrale Vorschrift § 45 Straßenverkehrszulassungsordnung mit seinen Verkehrsbeschränkungen und -verboten aus Gründen der Luftreinhaltung und des Lärmschutzes sowie mit seinen verschiedenen Zonenregelungen (verkehrsberuhigte Bereiche, Fußgängerzonen u.a.) zu nennen. Dieses Instrumentarium kann sein Potential allerdings nur im Rahmen einer kommunalen Gesamtverkehrsplanung angemessen zur Geltung bringen (KOCH und MENGEL, 2000).

**658.** Im Bereich aller Regelungsansätze, also der Lärmreduktion an der Quelle, der lärmindernden Verkehrswegeplanung sowie einer dementsprechenden Verkehrslenkung sieht der Umweltrat weitere, teilweise erhebliche Potentiale für die erforderliche Verminderung der Verkehrslärmbelastung der Bevölkerung. Er empfiehlt der Bundesregierung insbesondere folgende Reformschritte:

- Verschärfungen von Maßnahmen an der Lärmquelle, insbesondere an den Fahrzeugen. Bei Lastkraftwagen und Motorrädern können die Antriebsgeräusche deutlich gemindert werden, bei allen Fahrzeugen die Rollgeräusche durch verbesserte, lärmarme Reifen.
- Ergänzungen und Korrekturen des Straßenplanungsrechts, insbesondere durch eine deutliche Novellierung der 16. BImSchV, die hinsichtlich des Lärmschutzes ausschließlich und damit unzureichend auf den zu errichtenden beziehungsweise zu ändernden Verkehrsweg abstellt. Außerdem ist mit Blick auf die dominante Rolle des innerstädtischen Verkehrslärms den Gemeinden ein adäquates rechtliches Verkehrsplanungsinstrumentarium zur Verfügung zu stellen.
- Verbesserungen des Instrumentariums der Verkehrslenkung gerade auch unter Gesichtspunkten des Lärmschutzes. Dafür sind sowohl ökonomische Anreizinstrumente wie auch ein flächendeckendes Tempolimit geeignete Maßnahmen.

Im vorliegenden Zusammenhang ist ergänzend zu betonen, dass der Verkehrslärm in die Gesamtlärmermittlung und -bewertung einzubeziehen ist. Sofern die Umsetzung der Umgebungslärmrichtlinie insoweit nicht zu einer Neubestimmung des gesamten Lärmschutzrechts im Sinne einer summativen Betrachtungsweise aller Lärmquellen genutzt wird, sind entsprechende detaillierte Korrekturen im BImSchG vorzunehmen, sodass die Regulierung von Verkehrslärm in der Verkehrswegeplanung und Verkehrslenkung nicht ohne Berücksichtigung von Lärmvorbelastungen erfolgen darf. Für weitere, vielfältige Einzelheiten über Maßnahmen zur Reduktion der Verkehrslärmbelastung der Bevölkerung wird auf das geplante Sondergutachten "Umweltprobleme des Kfz-Verkehrs" des Umweltrates hingewiesen.

### **7.2.2.2 Fluglärm**

**659.** Insgesamt ist die Regelungssituation im Bereich des Schutzes vor Fluglärm ausgesprochen defizitär: Ein lückenhaftes Flughafenplanungsrecht ohne klare Regelungen über das anzustrebende Schutzniveau (Kritik bei SCHULZE-FILITZ, 2003), ein in seinen Maßstäben gänzlich überholtes, hinsichtlich der notwendigen Siedlungsbeschränkungen ungeeignetes Fluglärmschutzgesetz (Kritik bei KOCH, WIENEKE, 2003) sowie eine unzureichende internationale Durchsetzung des Standes der Lärminderungstechnik am Fluggerät (dazu SCHULTE, 2003) sind maßgeblich

mitursächlich dafür, dass die Bevölkerung die Beeinträchtigung durch den Fluglärm als erhebliches Umweltproblem einstuft und ihr den zweiten "Rang" hinter den Belastungen durch den Straßenverkehr zuweist.

Vor diesem Hintergrund empfiehlt der Umweltrat der Bundesregierung

- auf internationaler und europäischer Ebene nachdrücklich auf eine raschere und konsequentere Durchsetzung der Lärminderungstechniken am Fluggerät zu drängen,
- die deutschen Flughäfen in ihren quellenbezogenen Lärmschutzbemühungen durch eine bestmögliche Umsetzung der (in Vorbereitung befindlichen) Landeentgelte sowie der Betriebsbeschränkungsrichtlinie zu unterstützen,
- die seit nunmehr 44 Jahren geltende Schutzauflagenvorschrift des § 9 Abs. 2 LuftVG im Interesse auch der Rechtssicherheit für Drittbetroffene durch eine Luftverkehrslärmschutzverordnung entsprechend der 16. BImSchV zu konkretisieren und damit auch den Zustand permanenter "Nothilfe" in Form von singulären Konkretisierungsbeiträgen der Rechtsprechung zu beenden sowie
- das seit 30 Jahren unverändert geltende, teilweise schon mit seinem Inkrafttreten ungeeignete Fluglärmschutzgesetz auf dem von der Bundesregierung schon in der vorigen Legislaturperiode eingeschlagenen Weg zu novellieren (s. SRU 2002, Tz. 601 ff.). Allerdings sollten über den seinerzeitigen Entwurf hinaus auch die Vorschriften über Siedlungsbeschränkungen zu adäquaten Lenkungsinstrumenten entwickelt werden. Im übrigen gilt natürlich auch für den Luftverkehrslärm, dass er in eine Gesamtlärbetrachtung und -regulierung einzubeziehen ist.

### **7.2.2.3 Schienenverkehrslärm**

**660.** Beim Schienenverkehrslärm bestehen erhebliche Lärminderungspotentiale durch Maßnahmen an den Emissionsquellen, also an den Antriebselementen, den Fahrgestellen, den Bremsen und den Gleisbetten (UBA, 1998, S. 196 ff.). Hier sind dringend (europa-)rechtliche Regelungen anzustreben (SCHULTE, 2002; KOCH, 2000, S. 496 f.). Insofern ist es zu begrüßen, dass die EG-Kommission einen Anfang mit der Festlegung von Geräuschgrenzwerten für Hochgeschwindigkeitszüge auf der Grundlage der Richtlinie über Interoperabilität des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsnetzes (96/48/EG) gemacht hat.

Im übrigen ist auch zum Planfeststellungsrecht für Schienenwege eine summative Betrachtungsweise anzumahnen. Es ist im hohem Maße problematisch, dass im Zuge der Wiederertüchtigung zahlreicher Schienenwege in Ostdeutschland auf der Grundlage zweifelhafter rechtsdogmatischer Konstruktionen und offensichtlicher finanzpolitischer Motivationen ein adäquater Lärmschutz versagt wird und damit die

Sanierungsfälle der nahen Zukunft geschaffen werden (SCHULTE, 2000, S. 197 f; KOCH, 2000, S. 697). Hierzu empfiehlt der Umweltrat entsprechende rechtliche Klarstellungen in der 16. BImSchV.

Offenbar wird als unproblematische Selbstverständlichkeit angesehen, dass die Bahn auf "ihrem" Schienennetz fahren kann, wann und wie sie es betriebstechnisch und betriebswirtschaftlich für sinnvoll hält. Das versteht sich aber durchaus nicht von selbst. In stark lärmbelasteten Konstellationen stellt sich vielmehr die Frage, ob die nächtliche Zughäufigkeit und Fahrgeschwindigkeit auch am Ziel noch zumutbarer Lärmbelastung zu orientieren ist. Die Grenzen der betrieblichen Autonomie der Bahn werden gegenwärtig durch mögliche Ansprüche auf Lärmsanierung gezogen, die jedoch nur unter strengen Voraussetzungen gewährt werden (s. MICHLER, 1998). Um ein Höchstmaß an betrieblicher Autonomie zu wahren und hinderliche Betriebsbeschränkungen in einem zumeist stark ausgelasteten Netz zu vermeiden, erscheint es um so wichtiger, die festgestellten Regelungsdefizite hinsichtlich der Lärminderung an der Quelle und in der Planung zu beheben. Gleichwohl ist über Instrumente der Beeinflussung der Verkehrslenkung etwa durch das Eisenbahnbundesamt nachzudenken.

#### **7.2.2.4 Anlagen- und Maschinenlärm**

**661.** Die für den Anlagenlärm maßgebliche TA Lärm 1998 hat die zuvor 30 Jahre unverändert geltende aus der Zeit vor dem Bundes-Immissionsschutzgesetz stammende TA Lärm 1968 abgelöst. Die TA Lärm von 1998 hat eine Reihe von Verbesserungen für den Schutz vor Lärm gebracht und entspricht den gesetzlichen Vorgaben in weitem Umfang (s. näher FELDHAUS, 1998; SCHULZE-FILITZ, 1998; HANSMANN, 2002). Insbesondere zu der praktisch sehr bedeutsamen Problematik der summativen Lärmbelastung durch mehrere Lärmquellen bringt die TA Lärm Verbesserungen für die Betroffenen, ohne allerdings den gesetzlichen Vorgaben schon vollen Umfangs zu genügen (DOLDE, 2001; KOCH, 1999). Einerseits ist nunmehr gemäß Nr. 3.2.1 TA Lärm ausdrücklich maßgeblich, ob die "Gesamtbelastung" am Immissionsort Immissionsrichtwerte nach Nr. 6 überschreitet. Insofern ist eine summativ, akzeptorbezogene Betrachtungsweise geboten. Allerdings ist – einschränkend – zu beachten, dass nach Nr. 2.4 Abs. 3 TA Lärm "Gesamtbelastung" diejenige Belastung ist, die von allen der TA Lärm unterfallenden – und nur von diesen – Anlagen hervorgerufen wird. Der TA Lärm unterfallen aber unter anderem nicht Verkehrswege, Sportanlagen, Freizeitanlagen usw.. Insofern geht es hier um eine sehr restriktive Art der Gesamtbetrachtung, die deshalb durch eine ergänzende Sonderfallprüfung gemäß Nr. 3.2.2 TA Lärm auf andere relevante Lärmquellen erstreckt werden muss (s. für die ganz vorherrschende Ansicht HANSMANN, 2000, Nr. 3 Rn. 43 ff.).

Zu kritisieren ist auch, dass die TA Lärm auf die Normierung vorsorgebezogener Emissionsgrenzwerte gänzlich verzichtet (s. schon SRU, 1999, Tz. 495). Gewiss wird manches durch die emissionsbezogenen Anforderungen an Maschinen (inzwischen 32. BImSchV) geleistet. Gleichwohl erscheint es empfehlenswert, für einige lärmintensive Anlagenkategorien, die in der Regel ein Konglomerat aus zahlreichen Maschinen darstellen, anlagenbezogene Emissionsgrenzwerte als Stand der Technik zu normieren.

Wichtige Verbesserungen in Sachen Anlagenlärm sind von der Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung (32. BImSchV) vom 29. August 2002 zu erwarten. Die 32. BImSchV, die eine entsprechende Richtlinie der EG (2000/14/EG) umsetzt und die 8. und 15. BImSchV sowie zahlreiche Baumaschinen-Verwaltungsvorschriften ablöst, (s. KOCH und PRALL, 2002, S. 672; KOCH, 2002, S. 236 f.), normiert vor allem verschärfte Emissionsgrenzwerte für rund 60 Geräte- und Maschinenarten, die im Freien verwendet werden und vielfach zu erheblichen Belästigungen der Bevölkerung führen. Dazu gehören Baumaschinen, diverse Gartengeräte einschließlich Rasenmähern und Laubbläsern, Geräte der Stadtreinigung und Abfallbeseitigung bis hin zum Altglascontainer. Weiterhin setzt die Verordnung die Anforderung der Richtlinie an das Inverkehrbringen der Geräte und Maschinen sowie an eine entsprechende Marktüberwachung um.

Von wesentlicher Bedeutung ist schließlich auch die Betriebszeitenregelung, mit der die Bundesregierung von der entsprechenden EG-rechtlichen Ermächtigungsgrundlage Gebrauch gemacht hat. Es fällt auf, dass für Mischgebiete, die bekanntlich nicht nur der gewerblichen Nutzung, sondern ebenso auch der Wohnnutzung dienen, Betriebszeitenregelungen fehlen (s. § 7 32. BImSchV). Besser wäre eine Betriebszeitenregelung mit Ausnahmen für ausschließlich gewerblich geprägte Teile der Mischgebiete.

**662.** Für den besonders wichtigen Bereich des Einsatzes von Baumaschinen bleibt die Allgemeine Verwaltungsvorschrift Baumaschinen-Geräuschemissionen vom 19. August 1970 (Bundesanzeiger Nr. 160 vom 01.01.1970) unverändert in Kraft. Darin sind gebietsspezifische Immissionsrichtwerte normiert, sodass die notwendige akzeptorbezogene Betrachtungsweise grundsätzlich gewährleistet erscheint. Dieses Regelwerk ist dementsprechend zur Konkretisierung der immissionsschutzrechtlichen Anforderungen an Baustellen im Rahmen des § 22 BImSchG heranzuziehen, und zwar zur Beantwortung der Frage, wann der Baustellenlärm auf ein verträgliches "Mindestmaß" beschränkt ist. Die Fortgeltung dieses – im sachlichen Kern unverzichtbaren – Relikts aus der Frühzeit des Lärmschutzrechts fördert nicht die Übersichtlichkeit der maßgeblichen Rechtsquellen und sollte im Zuge der

anzustrebenden Harmonisierung des deutschen Lärmschutzrechts durch eine moderne Regelung ersetzt werden.

Insgesamt ist bei der Bewertung der Probleme des Anlagenlärms zu beachten, dass diese Lärmquellen in der Wahrnehmung der Bevölkerung inzwischen eine nachrangige Rolle spielen. Strukturveränderungen in der Wirtschaft, Fortschritte in der Lärminderungstechnik, eine über Jahrzehnte bestehende Fokussierung des Lärmschutzrechts auf den Anlagenlärm (TA Lärm, 1968) sowie verbesserte Planungsinstrumente bei der Festsetzung von Industrie- und Gewerbegebieten sind für Erfolge im anlagenbezogenen Lärmschutz verantwortlich, sodass weitere wünschenswerte Verbesserungen auf diesem Gebiet jedenfalls nicht als vordringlich einzustufen sind.

### **7.2.2.5 Lärm von Sport- und Freizeitanlagen**

**663.** In der Freizeitgesellschaft bilden auch Sport- und Freizeitanlagen ein – wenngleich aufs Ganze gesehen – nachrangig wichtiges, gleichwohl relevantes Konfliktfeld. Die gesellschaftspolitische Aufregung, die durch einige vertretbar restriktive höchstrichterliche Entscheidungen unter anderem zur hamburgischen Sportanlage *Tegelsberg* (BverwGE 81, S. 197) hervorgerufen worden ist, konnte durch die subtilen Regelungen der Sportanlagenlärmschutzverordnung (18. BImSchV) offenbar gedämpft werden (s. KETTELER, 2002, S. 1070).

Für die Regulierung von Problemen des sonstigen Freizeitlärms stehen den Behörden vielfach noch keine hinreichend effektiven Instrumente zur Verfügung (Übersicht bei KOCH und MAAß, 2000). Anhaltspunkte bietet die Freizeitlärm-Richtlinie des Länderausschusses für Immissionsschutz von 1995. Sie vermag jedoch nicht die nötige Rechtssicherheit herzustellen. Bedenkt man, dass selbst so unverdächtig klingende Veranstaltungen wie ein bayerisches Kirchweihfest zu einem solchen Spektakel geraten können, dass die Anwohner in einen kostspieligen Kurzurlaub flüchten, erscheint die Mühe einer Rechtssicherheit gebenden staatlichen Normierung gerechtfertigt.

### 7.3 Zusammenfassung und Empfehlungen

**664.** In den letzten zwei Jahrzehnten hat die Lärmwirkungsforschung eine bemerkenswerte Breite und Tiefe erlangt. Allerdings konnten auch jüngere Studien, die hier vorgestellt werden, eine Reihe wichtiger Fragen im komplexen Ursachen-Wirkungsgefüge lärmbedingter (Gesundheits-) Beeinträchtigungen nicht klären. Immerhin sind erneut wichtige bisherige Befunde der Lärmwirkungsforschung bestätigt worden:

- Es kann kein ernster Zweifel mehr daran bestehen, dass Störungen des nächtlichen Schlafens in besonderer Weise geeignet sind, die Gesundheit, aber auch die gesundheitsbezogene Lebensqualität zu beeinträchtigen.
- Für die Bewertung von Lärmbelastungssituationen kommt neben dem äquivalenten Dauerschallpegel der Häufigkeit, Dauer und Lautstärke einzelner Schallereignisse eine wesentliche Bedeutung zu.
- Die Ergebnisse der Lärmwirkungsforschung reichen – bei allem weiteren Forschungsbedarf – völlig aus, um anspruchsvolle Ziele der europäischen und deutschen Lärmschutzpolitik zu rechtfertigen. Allerdings bedarf die Fixierung von Lärmqualitäts- und Lärmhandlungszielen politischer Entscheidungen. Ziel- und Grenzwerte lassen sich wissenschaftlich nicht definitiv bestimmen. Auf der Grundlage der Erträge der Wirkungsforschung hält der Umweltrat an seinen früheren Vorschlägen fest (s. SRU, 1999, Tz. 493 ff.): Das Umwelthandlungsziel der Bundesregierung von 65 dB(A) Außenpegel bei Tag kann nur ein Nahziel für den vorbeugenden Gesundheitsschutz und den Schutz gegen erhebliche Belästigungen darstellen. Es muss durch mittelfristige Ziele – 62 dB(A) als Präventionswert und 55 dB(A) als Vorsorgezielwert – ergänzt werden. Für die Nachtzeit sind kurzfristig ein Außenwert von 55 dB(A), mittelfristig ein Wert von 52 dB(A) und langfristig ein Vorsorgezielwert von 45 dB(A) anzustreben. Dabei führt ein Außenpegel von 45 dB(A) bei gekipptem Fenster zu einem Pegel von circa 30 dB(A) am Ohr des Schlafers.

Vordringliche Aufgabe der Lärmschutzpolitik ist die Reduktion des Verkehrslärms, insbesondere des Straßenverkehrslärms. Ohne eine energische Politik in diesem Bereich sind relevante Verbesserungen der Lärmbelastungssituation der Bevölkerung nicht erreichbar. Denn die anderen Lärmquellen, auch der Industrieanlagenlärm, sind gegenüber dem Verkehrslärm deutlich nachrangig. Der Umweltrat empfiehlt daher:

- Um beim Straßenverkehrslärm, aber auch beim Schienenverkehrslärm erkennbare Erfolge zu erzielen, sollte die extrem quellenseparierende Betrachtungsweise der 16. BImSchV aufgegeben werden. Gegenwärtig werden sehenden Auges die Sanierungsfälle von morgen gebaut.

- Für eine erfolgreiche kommunale Gesamtverkehrsplanung sollte ein adäquater rechtlicher Rahmen geschaffen werden. Dabei sollten die Gemeinden auch durch realistische Qualitätsvorgaben an verkehrserzeugenden Planungen ohne entsprechende Konfliktbewältigungsstrategien gehindert werden.
- Die Schutzvorschrift des § 9 Abs. 2 Luftverkehrsgesetz zugunsten der Flughafenrainer bedarf seit 44 Jahren der Konkretisierung durch ein untergesetzliches Lärmregelwerk. Dieser Zustand der Rechtsunsicherheit, den die Rechtsprechung trotz sehr respektabler Bemühungen (s. zuletzt BverwGE 107, 313) naturgemäß nur ungenügend ausgleichen kann, sollte dringend durch den Erlass einer zeitgemäßen Fluglärmschutzverordnung beendet werden. Außerdem bedarf das seit 1971 unverändert geltende Fluglärmschutzgesetz sofort einer entschiedenen Anpassung an den Stand der Lärmwirkungsforschung. Der gescheiterte BMU-Entwurf mit abgesenkten Grenzwerten für die Lärmschutzzonen – 65/60 dB(A) – und der Einführung einer Nachtschutzzone (Grenzwert 50 dB(A), Maximalpegel 55 dB(A)) ist ein vertretbarer Kompromiss, der immerhin entgegen den Lärmschutzziele der Bundesregierung die Errichtung von Wohnungsbauvorhaben in der Schutzzone 1 mit über 65 dB(A) Außenpegel tagsüber gestatten würde.

Angesichts der dominanten Rolle des Verkehrslärms würden die angeführten sektoralen Verbesserungen in diesen Bereichen eine deutliche Reduktion der Lärmbelastung der Bevölkerung mit sich bringen. Gleichwohl bleibt es darüber hinaus ein Desiderat, mit einer an den noch unsicheren Erträgen der Lärmwirkungsforschung und der im geltenden Immissionsschutzrecht verankerten akzeptorbezogenen Betrachtungsweise auf dem Weg zu einer Gesamtlärmbeurteilung voranzuschreiten. Der Umweltrat schlägt dafür folgende Differenzierung vor:

- Der Lärm gleichartiger Quellen ist stets und zwingend summativ zu bewerten. Daher darf – entgegen der 16. BImSchV – ein geplanter Verkehrsweg nicht ohne Berücksichtigung des bereits vorhandenen, ebenfalls einwirkenden Straßenverkehrslärms (so genannte Vorbelastung) bewertet werden.
- Bei Lärmquellen unterschiedlicher Art – zum Beispiel Straßenverkehrslärm und Fluglärm – ist eine qualitative akzeptor- beziehungsweise schutzgutbezogene Betrachtungsweise geboten. Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen, dass unterschiedliche Belastungen "kumulieren" können, sodass lärmfreie Intervalle durch andere Lärmquellen ausgefüllt werden.
- Im Übrigen müssen in der Lärmwirkungsforschung die disziplinären Grenzen zwischen der Medizin, Psychologie, Physik und auch der Rechtswissenschaft stärker überwunden werden, um die erforderlichen Erkenntnisse gewinnen zu können.