



# **Lärm auf den Straßen**

**Eine Untersuchung  
über Ursachen und Konsequenzen  
des Straßenverkehrslärms**

**im Auftrag der  
UNIROYAL-ENGLEBERT Reifen GmbH,  
Aachen**

**von  
Dr. Dieter Ellinghaus**

**IFAPLAN**

Gesellschaft für  
angewandte Sozialforschung  
und Planung GmbH  
Köln

**Köln 1989**

<u>INHALT</u>	<u>Seite</u>
Vorbemerkung	5
1. Was ist Lärm?	7
2. Welche Auswirkungen hat Lärm auf den Menschen?	17
2.1 Physiologische Reaktionen auf Lärm	17
2.2 Psychische Reaktionen auf Lärm	19
2.3 Auswirkungen von Lärm auf den Schlaf	21
2.4 Die Lästigkeit von Lärm	23
3. Welchen Stellenwert hat der Straßenverkehr als Lärmquelle?	28
3.1 Straßenverkehrslärm im Vergleich zu anderen Lärmquellen	28
Exkurs: Die Auswirkungen der Flugzeugkatastrophe von Remscheid auf die Beurteilung des Fluglärms	34
3.2 Straßenverkehrslärm und Wohnsituation	36

	<u>Seite</u>
4. Die Belästigung durch Straßenverkehrslärm	40
4.1 Wie stark ist das Ausmaß der Belästigung?	42
4.2 Wann fühlen sich Menschen besonders belästigt?	51
4.3 Wo fühlen sich Menschen besonders belästigt?	55
4.4 Durch welche Fahrzeuge fühlen sich Menschen besonders belästigt?	59
4.5 Welche Fahrergruppen gelten hinsichtlich der Lärmentfaltung als besonders rücksichtslos?	66
4.6 Wer fühlt sich im besonderen durch Straßenverkehrslärm belästigt?	68
4.7 Über welche gesundheitlichen Folgen des Straßenverkehrslärms berichtet die Bevölkerung?	73
5. Welchen Einfluß haben die verschiedenen Systemkomponenten des Straßenverkehrs auf die Lärmentwicklung?	80
5.1 Der Einfluß des Fahrzeugs	82
Exkurs: Zum Problem des Fahrzeuginnengeräuschs	89
5.2 Der Einfluß des Reifens	90
5.3 Der Einfluß der Straße	96
5.4 Der Einfluß des Fahrers	102

	<u>Seite</u>
6. In welchem Umfang können Lärmschutzwände und -wälle die Lärmbelastung verringern?	107
6.1 Vor- und Nachteile von Lärmschutzwänden und -wällen	108
6.2 Einige ergänzende Daten zu Lärmschutzwänden und -wällen	113
6.3 Die Bewertung von Lärmschutzwänden und -wällen in der Öffentlichkeit	116
7. Gesetzliche Regeln und die Beurteilung straßenverkehrsrechtlicher Maßnahmen zur Lärminderung im Straßenverkehr	125
7.1 Einige Hinweise zu bestehenden gesetzlichen Regelungen	125
7.2 Die Bewertung straßenverkehrsrechtlicher Maßnahmen durch die Öffentlichkeit	129
8. Zusammenfassung in 40 Thesen	134
8.1 3 Thesen zur Bedeutung des Straßenverkehrs als Lärmquelle	134
8.2 16 Thesen zur Belästigung durch Straßenverkehrslärm	135
8.3 15 Thesen zum Zustandekommen des Straßenverkehrslärms	137
8.4 6 Thesen zur Beurteilung von Maßnahmen gegen Straßenverkehrslärm	140

	<u>Seite</u>
8.5 Ein Resumée	140
9. Methodisches Vorgehen	142
10. Literatur	145

### Vorbemerkung

Seit über einem Jahrzehnt beschäftigen sich UNIROYAL-Verkehrsuntersuchungen mit Problemen des Straßenverkehrs. Die Themen der Untersuchungen beschäftigten sich zumeist mit dem Kraftfahrer, seinem Verhalten und seiner Sicherheit. Kennzeichnend für die Sicherheitsentwicklung dieses Jahrzehnts war ein Rückgang der Zahl der Verkehrstoten von 1978 bis 1988 um 44% bei allerdings steigenden Unfallzahlen. Gleichzeitig hat während dieses Zeitraums die Frage der Umweltverträglichkeit des Automobils zunehmend an Bedeutung gewonnen. In der Diskussion dominierte dabei vor allem die Abgasproblematik und die zu ihrer Lösung entwickelte Technologie des geregelten Drei-Wege-Katalysators. Der Lärm als zweite Komponente der Umweltbelastung stand weit weniger im Vordergrund, sei es, weil seine Konsequenzen weniger spektakulär erscheinen oder weil eine vermeintliche Gewöhnung stattgefunden hat.

Da Straßenverkehrslärm ein Phänomen darstellt, an dessen Zustandekommen Fahrzeug, Reifen, Straße und Fahrer gemeinsam beteiligt sind, war es naheliegend, dieses Thema disziplinübergreifend im Rahmen einer UNIROYAL-Verkehrsuntersuchung zu behandeln. Ein disziplinübergreifender Ansatz erweist sich deshalb als notwendig, weil es sich bei Lärm um ein Phänomen handelt, das nicht ausschließlich mit Hilfe physikalischer Parameter des Geräusches erklärt werden kann, sondern das sehr wesentlich von psychologischen und sozialpsychologischen Komponenten bestimmt wird. Die Untersuchung widmet sich daher nicht nur den Komponenten der Geräuschenstehung, sondern stellt das Lärmempfinden der Betroffenen als zentralen Aspekt in den Mittelpunkt.

Zielsetzung der Untersuchung ist es somit, die vielfältigen Einflüsse der Geräuschenstehung im Straßenverkehr und das Belastungsempfinden der Betroffenen deutlich zu machen. Die

Untersuchung selbst soll dabei einen Beitrag dazu leisten, die Öffentlichkeit für das Thema "Lärm" weiter zu sensibilisieren. Es sollte die Erkenntnis vermittelt werden, daß Hilfe nicht nur von Technikern und Ingenieuren erwartet werden darf und daß mit schnellen, perfekten Lösungen ohnehin nicht zu rechnen ist. Es soll vielmehr deutlich werden, daß jeder einzelne durch seine ureigenste Fahrweise einen Beitrag zur Lärmreduktion leisten kann und muß.

## 1. Was ist Lärm?

"Lärm ist, wenn es zu laut, zu lang und zu oft zu unangenehm Krach macht", sagt Jean PÜTZ<sup>1)</sup> und macht damit deutlich, daß es sich bei Lärm um ein Alltagsphänomen handelt, das von jedermann - es sei denn, er sei taub - unmittelbar erlebt wird. So mag die Frage: "Was ist Lärm?" auf den ersten Blick trivial erscheinen. Beschäftigt man sich jedoch näher mit diesem Phänomen, wird dessen Komplexität sehr schnell sichtbar. Insbesondere wird deutlich, daß Lärm keineswegs ausschließlich physikalisch erklärt oder definiert werden kann, sondern daß eine Vielzahl physiologischer, psychischer und sozialer Faktoren die Lärmwahrnehmung beeinflussen und daß selbst in die Messung von Lärm psychologische Elemente eingehen.

Dementsprechend enthalten Definitionen des Begriffs "Lärm" in der Regel neben dem physikalisch-akustischen Aspekt auch Elemente, die auf die individuelle Verarbeitung und Bewertung von Geräuschen hinweisen. In diesem Sinne erklären JANSEN und KLOSTERKÖTTER "Lärm ist keine physikalische Größe; ein Schallereignis wird dann zu Lärm, wenn es bei der Einwirkung auf Personen deren körperliches, seelisches und soziales Wohlbefinden beeinträchtigt."<sup>2)</sup>

Der Störungsgrad oder die Lästigkeit eines Geräusches sind dabei physikalisch nicht meßbar oder bestimmbar, hierzu bedarf es der Untersuchung der Lärmwirkungen auf die Betroffenen. Eben dieser Sachverhalt ist auch der Grund, daß die vorliegende Arbeit in ihrem Untertitel den Hinweis auf eine "sozialwissenschaftliche Untersuchung" enthält.

---

1) J. PÜTZ (Hrsg.), Hifi, Ultraschall und Lärm, Die Welt des Schalls, Köln 1973, S. 83

2) G. JANSEN, W. KLOSTERKÖTTER, Lärm und Lärmwirkungen, Ein Beitrag zur Klärung von Begriffen, Bonn 1980, S. 3

Voraussetzung zum Verständnis des Phänomens Lärm sind allerdings Kenntnisse über die physikalischen und technischen Bedingungen, die der Lärmentwicklung im Zusammenspiel von Fahrzeug, Straße und Fahrer zugrunde liegen. Auf die physikalisch-akustischen Aspekte wollen wir im folgenden ein wenig näher eingehen.

Ausgangspunkt der Betrachtung ist, daß Straßenverkehrslärm durch Geräusche hervorgerufen wird, die vom Kraftfahrzeug selbst und im Zusammenspiel von Fahrzeug und Straße erzeugt werden. Unter dem Begriff "Geräusch" versteht man dabei in der Akustik "ein Gemisch von Teilschwingungen, die in regellosem Verhältnis zueinander stehen."<sup>1)</sup> Im Gegensatz hierzu stehen Klänge, die sich aus harmonischen Teilschwingungen zusammensetzen.

Die wesentlichen Parameter einer Schwingung sind deren Tonhöhe sowie deren Stärke. Die Tonhöhe oder Frequenz hängt von der Anzahl oder Dichte der Schwingungen ab. Gemessen wird sie in der Einheit "Hertz" (Hz), wobei ein Hz eine Schwingung pro Sekunde bedeutet. Der Hörbereich des Menschen liegt normalerweise etwa zwischen 18 Hz und 20.000 Hz.<sup>2)</sup> Im Verlauf des Lebens verschiebt sich die obere Reizschwelle nach unten, das heißt, das Frequenzspektrum wird enger, die Fähigkeit, sehr hohe Töne zu hören, geht verloren.

Die Stärke eines Geräusches hängt von der Schallintensität bzw. dem Schalldruck ab. Während man die Schallintensität in  $W/m^2$  (Watt pro Quadratmeter) mißt, wird der Schalldruck in Mikrobar gemessen. Beide Größen sind jedoch unmittelbar aufeinander bezogen und stehen mathematisch in einer quadratischen Beziehung zueinander. Die Besonderheit des Ge-

---

1) A. SCHICK, Schallwirkung aus psychologischer Sicht, Stuttgart 1979, S. 22

2) ebenda, S. 31

hörs liegt nun darin, daß das Ohr eine extrem weite Spanne von der unteren Reizschwelle (Hörschwelle) bis zur oberen Reizschwelle (Schmerzschwelle) abdeckt. Wie Übersicht 1 zeigt, liegt die Hörschwelle, die angibt, bei welcher Schallintensität bzw. welchem Schalldruck man "eben noch" etwas hört bei 0,000 000 000 001 Watt/m<sup>2</sup> 1), bzw. 0,0002 Mikrobar.<sup>2)</sup> Die Schmerzgrenze ist bei 1 Watt/m<sup>2</sup>, bzw. 2000 Mikrobar erreicht.

Übersicht 1: Schallintensität/Schalldruck und Hörschwellen

	Schallintensität (Watt/m <sup>2</sup> )	Schalldruck (Mikrobar)	dB
Untere Reizschwelle (Hörschwelle)	0,000 000 000 001	0,0002	0
Obere Reizschwelle (Schmerzschwelle)	1,0	2,000	120-135

In Anbetracht der Tatsache, daß die obere Reizschwelle um den Faktor 10 Billionen (beim Schallintensitätspegel) bzw. um 10 Millionen beim Schalldruckpegel über der unteren Reizschwelle liegt, hat dazu geführt, daß man diese Skalen in eine logarithmische Skala übergeführt hat. Die Wahl eines logarithmischen Maßstabes geschah allerdings keineswegs willkürlich. Sie begründet sich darin, daß die Schallempfindung in etwa mit dem Logarithmus des auslösenden Reizes an-

---

1) S. ULLRICH, Die Lärmbelastung durch Straßenverkehr in Kleingartenanlagen, Methoden zur Verringerung, Bundesanstalt für Straßenwesen, unveröffentl. Manuskript, Bergisch Gladbach, Dezember 1988, S. 4

2) vgl. A. SCHICK, a.a.O., S. 30

wächst.<sup>1)</sup> Als Maßeinheit für die logarithmische Skala dient das "Dezibel" (dB)<sup>2)</sup>, wobei der Hörschwelle ein Wert von Null dB entspricht. Die Schmerzschwelle wird in der Literatur nicht ganz einheitlich im Bereich zwischen 120 und 135 dB angesetzt.

Komplizierend für die Skalierung der Lautstärke wirkt sich die Tatsache aus, daß Töne unterschiedlicher Frequenz bei gleicher Schallintensität unterschiedlich laut empfunden werden. Vereinfachend kann man sagen, daß "hohe und tiefe Töne bei gleicher Lautstärke leiser als mittlere Töne wahrgenommen werden."<sup>3)</sup> Dies hat dazu geführt, daß in die dB-Skala Korrekturfaktoren eingegeben werden, die sicherstellen sollen, daß die wahrnehmungsmäßigen Unterschiede ausgeglichen werden. Die Aussagen zur Lautheit von Schall werden auf diese Weise über alle hörbaren Frequenzen hinweg direkt miteinander vergleichbar. Da die Bewertungskurven sich nicht physikalisch-mathematisch ableiten lassen, sondern über Vergleichsschätzungen zustandekommen, sind verschiedene Bewertungskurven entwickelt worden. Vier dieser Bewertungskurven sind in die DIN 45633<sup>4)</sup> übernommen worden. Sie tragen die Bezeichnung A, B, C und D. Da es sich beim Straßenverkehrslärm um ein Breitbandgeräusch handelt, das Frequenzen von

- 
- 1) Der logarithmische Zusammenhang zwischen Reizstärke und Stärke der Empfindung wurde in der Psychologie durch die Arbeiten von FECHNER bekannt (WEBER-FECHNER'sches Gesetz), vgl. A. SCHICK, a.a.O., S. 59-64
  - 2) Im streng physikalischen Sinne handelt es sich bei der dimensionslosen Zahl, die mit dB bezeichnet wird, um keine Maßeinheit. Sie beinhaltet vielmehr eine Rechenvorschrift.
  - 3) J. ULLRICH, Lärmschutz unter besonderer Berücksichtigung des Straßenverkehrslärms, DVBL, 1.11.1985, S. 1160
  - 4) Die Norm DIN 45633 entstammt dem Fachnormenausschuß Akustik und Schwingungstechnik im Deutschen Normenausschuß (DNA), Fachnormenausschuß Elektrotechnik im DNA und legt die allgemeinen Anforderungen für Präzisions-schallpegelmesser fest.

der unteren Hörschwelle bis über 4000 Hz enthält, ist zur Messung des Straßenverkehrslärms eine Skala geeignet, die dieses Frequenzspektrum berücksichtigt. Hierbei ist zu beachten, daß die größte Hörempfindlichkeit des Menschen zwischen 1.000 und 4.000 Hz liegt, tiefe Töne unter 1.000 Hz und hohe Töne über 5.000 Hz vergleichsweise leiser wahrgenommen werden.

Unter Berücksichtigung dieser Gegebenheiten wird zur Beurteilung des Verkehrslärms heute international auf die Bewertungskurve A zurückgegriffen. Die Messung erfolgt demgemäß in dB(A). Die Korrektur der Bewertungskurve A ist dabei bereits in die Messgeräte integriert. Dies geschieht physikalisch in der Weise, daß hohe und tiefe Frequenzen gedämpft werden. Die dB(A)-Skala ist also eine physikalische Skala, in die psychologische Befunde als Korrekturfaktor integriert sind. Diese Integration psychologischer Aspekte in eine physikalische Skala findet sich auch bei der "Phon"-Skala, die früher zur Bestimmung der Lautheit eingesetzt wurde. Aus Praktikabilitätsgründen wendet man die DIN-Phon-Messung seit 1966 in Deutschland jedoch nicht mehr an.<sup>1)</sup>

Um einen Überblick über die Lautstärke verschiedener Geräuschquellen zu gewinnen, haben wir in Übersicht 2 verschiedene Geräuschquellen und den dazugehörigen Lautstärkewert zusammengestellt. Übersicht 2 zeigt, daß sich die Geräuschemissionen des Straßenverkehrs im Bereich zwischen 70 und 90 dB(A) bewegen, einem Bereich also, in dem mit Sicherheit vegetative Reaktionen bei den Betroffenen auftreten und ein Bereich, der bis an die Grenze heranreicht, an der Hörschäden einsetzen (90 dB(A)).

Während Übersicht 2 auf einfache Weise deutlich macht, welcher jeweilige Schallpegel (dB(A)-Wert) durch verschiedene

---

1) Vgl. J. ULLRICH, a.a.O., S. 1160

Geräuschquellen zustande kommt, erweisen sich die Beziehungen zwischen Veränderungen in der Schallintensität, dem Schallpegel und dem Lautstärkeempfinden als ein wenig komplizierter. Diese Schwierigkeiten werden vor allem durch den logarithmischen Maßstab der dB-Skalen hervorgerufen.

Um hier einen besseren Überblick zu gewinnen, haben wir in Übersicht 3 anhand einiger Beispiele zusammengestellt, wie Schallintensität, gemessen in  $\text{Watt/m}^2$ , Schallpegel, gemessen in dB(A) und subjektives Empfinden der Lautstärke miteinander zusammenhängen.

Übersicht 2: Lautstärke verschiedener Geräuschquellen<sup>1)</sup>

Lautstärke dB(A)	Geräuschquelle
0	- Hörschwelle - Schalltoter Raum
10	- Blättersäuseln
20	- Taschenuhr in 1 m Entfernung
20-30	- Umgebungsgeräusch außerhalb bebauter Gebiete - Atemgeräusche eines Schlafenden (kein Schnarchen)
30-40	- sehr ruhige Wohnstraße - untere Grenze üblicher Wohngeräusche - leise Rundfunkmusik
50-60	- Unterhaltungssprache - Bürogeräusche
70	- Straßenbahn auf eigenem schallgedämpften Gleiskörper - Straßenverkehr <u>ohne</u> LKW, Bus, Motorrad - Vorbeifahrt eines PKW mit 120 km/h in 25 m Abstand
75	- Autobahn in 25 m Abstand (Mittelungspegel) bei einer Belastung von 1.600 PKW + 400 LKW pro Stunde
80	- Straßenverkehr mit LKW, Bus, Motorrad - Vorbeifahrt eines LKW mit 80 km/h in 25 m Abstand - Vorbeifahrt eines LKW mit 30 km/h in 7,5 m Abstand
90	- starker Straßenverkehr, alle Fahrzeug- gattungen
100	- Presslufthammer in 10 m Abstand
110	- Kesselschmiede - elektronisch verstärkte Rockmusik
120-130	- Düsenflugzeug in 100 m Abstand

1) Als Quelle für die Tabelle dienen:

a) J. ULLRICH, a.a.O., S. 1160

b) A. SCHICK, a.a.O., S. 67

c) S. ULLRICH, Die Lärmbelastung durch Straßenverkehr in  
Kleingartenanlagen, Methoden zur Verringerung, Unver-  
öffentl. Manuskript der Bundesanstalt für Straßenwesen,  
Dezember 1988, S. 3

Übersicht 3: Zusammenhänge von Schallintensität,  
Schallpegel und subjektiv empfundener  
Lautstärke in Beispielen<sup>1)</sup>

Schallintensität	Schallpegel	Subjektives Empfinden der Lautstärke
Verdoppelung	+ 3 dB(A)	+ 25%
Halbierung	./ . 3 dB(A)	./ . 20%
Verzehnfachung	+ 10 dB(A)	Verdoppelung
Reduktion auf 1/10	./ . 10 dB(A)	Halbierung

In der Praxis bedeuten diese Zusammenhänge, daß beispielsweise eine Verdoppelung<sup>2)</sup> der Verkehrsmenge eine Schallpegelerhöhung um 3 dB(A) bewirkt und das subjektive Empfinden einen Anstieg der Lautstärke von 25% registriert. Eine Verzehnfachung der Verkehrsmenge führt zu einem Anstieg des Schallpegels von 10 dB(A) und wird als Verdoppelung der Lautstärke erlebt.

Umgekehrt bewirkt eine Reduktion der Verkehrsmenge auf die Hälfte eine Schallpegelreduktion um 3 dB(A), die als Verringerung der Lautstärke um 20% erlebt wird. Will man das Lautstärkeerleben halbieren, ist es erforderlich, den Pegel um 10 dB(A) zu senken, hier ist eine Reduktion der Verkehrsmenge auf 1/10 erforderlich!

---

1) Vgl. S. ULLRICH, a.a.O., S. 5+6, sowie  
J. ULLRICH, a.a.O., S. 1160,  
S.S. STEVENS, F. WARSHOFISKY, Schall und Gehör,  
Hamburg 1970, S. 22

2) Voraussetzung für die Richtigkeit der Aussagen ist selbstverständlich, daß sich an der Zusammensetzung der Verkehrsmenge nichts ändert.

ULLRICH<sup>1)</sup> liefert in seinem bereits zitierten Artikel eine Reihe interessanter Ergebnisse, wie sich z.B. Veränderungen im LKW-Anteil, in der Geschwindigkeit oder in der Entfernung zur Schallquelle im Schallpegel niederschlagen (Übersicht 4).

Übersicht 4: Auswirkungen verschiedener Faktoren auf den Schallpegel im Straßenverkehr

a) <u>Veränderung im LKW-Anteil</u>	
Ersatz von 12% PKW durch LKW	= + 3 dB(A)
Ersatz von 35% PKW durch LKW	= + 6 dB(A)
Ersatz aller PKWs durch LKW (bei V(PKW) = 100 km/h und V(LKW) = 80 km/h)	= + 10 dB(A)
b) <u>Verringerung der Geschwindigkeit</u>	
PKW: Reduktion der PKW-Geschwindigkeit um 10%	= ./ .1,5 dB(A)
Reduktion der PKW-Geschwindigkeit um 20%	= ./ .3,0 dB(A)
LKW: Reduktion der LKW-Geschwindigkeit um 10%	= ./ .0,5 dB(A)
Reduktion der LKW-Geschwindigkeit um 20%	= ./ .1,0 dB(A)
c) <u>Entfernung:</u>	
Verdoppelung der Entfernung	= ./ . 4 dB(A)
Halbierung der Entfernung (im Entfernungsbereich 25 - 400m)	= + 4 dB(A)

Es zeigt sich, daß insbesondere eine Erhöhung des LKW-Anteils am Verkehrsaufkommen erhebliche Lärmkonsequenzen hat und daß Geschwindigkeitsreduktionen bei PKWs stärker lärm-mindernd wirken als bei LKWs.

Bei den in Übersicht 4 geschilderten Veränderungen handelt es sich genau genommen um Veränderung des Mittelungspegels.<sup>2)</sup>

1) Vgl. S. ULLRICH, a.a.O., S. 7

2) Früher wurden diese Mittelungspegel auch "Energieäquivalenter Dauerschallpegel" genannt. Das Messverfahren ist in der DIN 45645, Teil 1 "Einheitliche Ermittlung des Beurteilungspegels für Geräuschemissionen" festgelegt.

Hierunter verstehen die Akustiker die Schallintensität eines Fahrzeugstromes, die sich als Mittelwert, gemessen über eine bestimmte Zeitspanne, ergibt. Diese Zeitspanne kann zum Beispiel eine Stunde oder auch ein Tag sein. Zu beachten ist, daß beim Verfahren der Mittelung die Pegelspitzen ein größeres Gewicht erhalten als dies im üblichen Berechnungsverfahren eines Mittelwertes üblich wäre. Diese Gewichtung hängt damit zusammen, daß plötzliche Pegelanstiege oder starke plötzliche Schallimpulse als besonders störend empfunden werden. In der Forschung herrscht derzeit die "Auffassung, daß die durch den Straßenverkehr erzeugten Schallereignisse durch den Mittelungspegel auch im Hinblick auf ihre Lästigkeit noch am besten beschrieben werden...",<sup>1)</sup> daher soll an dieser Stelle darauf verzichtet werden, auf andere Maß- und Berechnungsverfahren wie auf die aus dem angelsächsischen Raum stammenden "Noise-Pollution-Level" oder den "Traffic Noise Index" näher einzugehen.

---

1) Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Zur Beurteilung von Schallemissionen in vorhandenen und geplanten Baugebieten, Bonn 1980, S. 40

## 2. Welche Auswirkungen hat Lärm auf den Menschen?

Mit den Auswirkungen des Lärms auf den Menschen beschäftigt sich die Wissenschaft, insbesondere auch die Psychologie, seit vielen Jahren.<sup>1)</sup> Die Zahl der Untersuchungen zum Straßenverkehrslärm und Fluglärm hat dabei in den letzten zwei Jahrzehnten einen solchen Umfang<sup>2)</sup> angenommen, daß es auch für den Experten schwierig ist, einen Überblick zu behalten. Trotz dieser Forschungsfülle ist es jedoch bisher nicht gelungen, eine geschlossene Theorie zur Umweltlärmwirkung zu entwickeln.<sup>3)</sup> Will man die zahlreichen Forschungsergebnisse zusammenfassen, bietet sich folgende Dreiteilung an:

1. Physiologische Reaktionen auf Lärm
2. Psychische Reaktionen auf Lärm
3. Auswirkungen des Lärms auf den Schlaf

Hierbei gilt es zu beachten, daß die drei Schwerpunkte nicht unabhängig voneinander sondern auf vielfältige Weise miteinander verknüpft sind.

### 2.1 Physiologische Reaktionen auf Lärm

Physiologisch wirkt Lärm in der Weise, daß Schallreize vom Trommelfell und durch eine mechanische Übertragung im Innen-

- 
- 1) Eine Übersicht über Lärmwirkungen gibt beispielsweise: K.D. KRYTER, *The Effects of Noise on Man*, New York, London 1970
  - 2) Vgl. hierzu etwa: Ch. GREEN, *Traffic Noise, A Bibliography on Surface Transportation Noise 1979-86*, Letchworth/England 1987; oder im deutschen Sprachraum: Bundesanstalt für Straßenwesen, *Literaturverzeichnis auf dem Gebiet Straßenverkehrslärm*, Stand 1.12.1983, unveröffentl. Manuskript, Köln 1983
  - 3) Vgl. J. KASTKA, *Fluglärmwirkungen und Probleme ihrer Erfassung*, in: K. OESER, J.H. BECKERS (Hrsg.), *Fluglärm, Ein Kompendium für Betroffene*, Karlsruhe 1987, S. 71

ohr über Nervenverbindungen in das Hörzentrum des Gehirns gelangen. Gleichzeitig werden über Nervenverzweigungen jedoch auch Impulse an andere Gehirnzentren weitergeleitet. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Weiterleitung in das Zwischenhirn, da von hier eine Beeinflussung fast aller Organe erfolgt.

Auf Lärmwirkung reagiert das Zwischenhirn in der Weise, daß die Organe in einen Zustand erhöhter Aktivität und Leistungsbereitschaft versetzt werden. Im einzelnen bedeutet dies: Bei Lärmeinwirkung steigt vorrübergehend der Blutdruck, vor allem der diastolische Druck. Es kommt zu einer geringen Herabsetzung des Herzschlagvolumens und zur Veränderung der Atem- und Pulsrate.<sup>1)</sup> Ferner kommt es zur Ausschüttung der sogenannten Stresshormone (z.B. Adrenalin). Gleichzeitig reduziert sich unter Lärm die periphere Durchblutung der Haut, und der elektrische Hautwiderstand wird verringert. Herabgesetzt wird durch Lärm die Magenperistaltik, die Magensaftproduktion und Speichelsekretion. Auch die Schweißregulation ändert sich. Ferner kommt es zu Störungen im Schlaf-Wach-Rhythmus.

Als groben Richtwert kann man für das Einsetzen der vegetativen, d.h. der nicht willentlich steuerbaren, Reaktionen, einen Schwellenwert von 60-70 dB(A) beim wachen Menschen ansetzen.<sup>2)</sup> Hierbei ist allerdings zu beachten, daß die oben genannten physiologischen Reaktionen nicht etwa Schädigungen bedeuten, wie ja überhaupt außer der Lärmschwerhörigkeit keine eigentliche Lärmkrankheit bekannt ist.<sup>3)</sup> Lärmbedingte

---

1) W. KLOSTERKÖTTER, Medizinische Untersuchungen über die Belastbarkeit von Menschen durch Geräusche im Hinblick auf die Immissionsrichtwerte, Schriftenreihe "Städtebauliche Forschung" des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Heft 03.031, Bonn 1974, S. 8

2) Vgl. G. JANSEN, W. KLOSTERKÖTTER, a.a.O., S. 18 ff

3) W. KLOSTERKÖTTER, 1974, a.a.O., S. 30

Gehörschäden treten jedoch erst bei Werten von über 80 dB(A) auf. "Durch Schallpegel über 80 dB(A) können Gehörschäden durch Stoffwechselüberforderung der Sinneszellen infolge von Dauerlärm eintreten...80 dB(A) wurden als Nullrisiko definiert...Ab 125 dB(A) Schalldruckspitzen muß mit Schädigungen gerechnet werden."<sup>1)</sup> Bezogen auf den Straßenverkehrslärm ist daher nicht zu erwarten, daß Gehörschäden eintreten. Selbst wenn hier Spitzenpegel von 90-97 dB(A) auftreten,<sup>2)</sup> sind diese wegen ihrer kurzen Einwirkzeit (Impulsschall) ohne schädigende Wirkung für das Gehör.

## 2.2 Psychische Reaktionen auf Lärm

Die psychischen Reaktionen auf Lärmereignisse sind eng mit den physiologischen verknüpft. Allerdings zeigen Forschungsergebnisse, daß die psychischen Auswirkungen von Lärm stark von der betroffenen Person, ihrer Vorgeschichte und ihrer Einstellung zum Lärm abhängen.<sup>3)</sup> Es ist bekannt, daß die psychischen Lärmwirkungen nicht zuletzt davon abhängig sind, wie der Lärm von den Betroffenen bewertet wird und in welchem Maße er glaubt, ihn kontrollieren zu können.<sup>4)</sup> Daß die subjektive Wahrnehmung und Bewertung in der Personen-Umwelt-Beziehung eine entscheidende Rolle für die psychische Belastung spielen, ist aus der Stressforschung bekannt.<sup>5)</sup>

- 
- 1) Die Zahlen entstammen einer Arbeit von KLOSTERKÖTTER, zit. nach: Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Zur Beurteilung von Schallemissionen in vorhandenen und geplanten Baugebilden, Bonn 1980, S. 37
  - 2) ebenda, S. 38
  - 3) Vgl. E. BUCHTA, U. RITTERSTAEDT, J. KASTKA, Lärminderung bei Verkehrsanlagen, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 203, Bonn-Bad Godesberg 1976, S. 6
  - 4) Vgl. D.C. GLASS, J.E. SINGER, Urban Stress: Experiments on Noise and Social Stressors, New York 1972
  - 5) J.R. NITSCH (Hrsg.), Stress, Theorien, Untersuchungen, Maßnahmen, Bern, Stuttgart, Wien 1981, S. 87

Eine der wesentlichen Einflüsse des Lärms betrifft die Vigilanz (allgemeine Wachsamkeit), Aufmerksamkeit und Konzentration. Vereinfachend kann man sagen, daß Lärm "zwei gegeneinander gerichtete Auswirkungen, nämlich Wachmachen und Ablenken"<sup>1)</sup> hat. Wachmachen oder Aktivieren bedeutet eine erhöhte Reaktionsbereitschaft und geht einher mit erhöhter Empfindsamkeit der biologischen Empfänger. "In vielen Arbeiten wurde bestätigt, daß es einen umgekehrt "U"-förmigen Zusammenhang zwischen Aktivierung durch Lärm und Leistung gibt, d.h. bis zu einem Aktivierungsoptimum erfolgt Leistungsverbesserung, bei weiterer Aktivierung nimmt die Leistung ab".<sup>2)</sup> In Versuchen wurde zudem in diesem Zusammenhang festgestellt, daß schöpferische geistige Leistungen durch Lärm gestört, schematische Tätigkeiten dagegen sogar verbessert wurden.<sup>3)</sup>

Versuche mit Persönlichkeitsskalen und Intelligenztests haben zudem gezeigt, daß Lärm Persönlichkeitsskalen nicht beeinflusst, die Ergebnisse von Intelligenztests aber sehr wohl lärmabhängig variieren. Aber auch hier trifft man wieder auf ein Ergebnis, das in zwei Richtungen verläuft. "Intelligente Probanden zeigen unter Lärm einen niedrigeren Intelligenzquotienten als vorher, weniger intelligente einen höheren. Lärm ebnet also den Intelligenzquotienten zu einem Mittelwert ein."<sup>4)</sup>

Bezogen auf den Straßenverkehrslärm darf man davon ausgehen, daß mit dem Überschreiten bestimmter Schwellenwerte negative Konsequenzen wie gesteigerte Nervosität, Konzentrationsschwäche und/oder eine Minderung des Wohlbefindens einhergehen. Wo genau die Schwellenwerte liegen, ist derzeit noch umstritten.

---

1) E. BUCHTA, U. RITTERSTAEDT, J. KASTKA, a.a.O., S. 6

2) W. KLOSTERKÖTTER, 1974, a.a.O., S. 33

3) E. BUCHTA, U. RITTERSTAEDT, J. KASTKA, a.a.O., S. 6

4) ebenda, S. 6

In der Literatur wird die "Unbehaglichkeitsschwelle" bei 65 dB(A) und die "Unannehmbarkeitsschwelle" bei 85 dB(A) angesetzt.<sup>1)</sup> Hierbei ist im übrigen zu beachten, daß die Empfindlichkeit des Menschen im Tagesverlauf schwankt. Nachts zeigt der Organismus eine Reizschwellenerniedrigung, d.h. der Mensch ist nachts empfindlicher als am Tage. Hinzu kommt, daß Lärm die Kommunikation stört, ein Punkt, auf den wir im Verlauf der Untersuchung noch näher eingehen werden.

### 2.3 Auswirkungen von Lärm auf den Schlaf

Einen hohen Stellenwert genießt die Erforschung der Auswirkungen von Lärm auf den Schlaf. Diese Bedeutung gründet sich darauf, daß der Schlaf für das körperliche und psychische Wohlbefinden von zentraler Bedeutung ist. Die Schwelle für eine lärminduzierte, objektiv nachweisbare Schlafbeeinflussung liegt bei circa 45-55 dB(A).<sup>2)</sup> Wie sich Lärmeinwirkung auf den Schlaf im Einzelfall auswirkt, hängt wiederum von einer Vielzahl von Faktoren ab. So bedarf es während der verschiedenen Schlafphasen unterschiedlich starker Geräusche, um einen Schlafenden aufzuwecken. Generell unterscheidet man zwischen "Primärreaktionen" und "Folgereaktionen".<sup>3)</sup> Unter Primärreaktionen versteht man die während oder unmittelbar nach dem Schallereignis auftretenden physiologisch meßbaren Veränderungen. Unter Folgereaktionen werden Veränderungen verstanden, die erst später, also am nächsten Tage oder noch später auftreten. Manche Autoren rechnen auch die Einnahme von Schlafmitteln zu den Folgereaktionen. Bezüglich der Fol-

---

1) G. JANSEN, W. KLOSTERKÖTTER, a.a.O., S. 20

2) W. KLOSTERKÖTTER, 1974, nennt einen Grenzbereich von 45-50 dB(A), a.a.O., S. 34;  
A. SCHICK : 55 dB(A), a.a.O., S. 190

3) Vgl. S. REHM, Medizinische Wirkungen von Umweltlärm auf den Menschen, in: Institut für Umweltschutz, Dortmund, Schallschutz im Städtebau, Berlin 1979, S. 45

gereaktionen geht man davon aus, daß langfristig die Belastungen kumulieren und schließlich zu organischen Erkrankungen führen. Weitere Forschungsergebnisse zeigen, daß die Gewöhnung an Schall in den einzelnen Schlafstadien unterschiedlich ist. Die Aufwachreaktion hängt jedoch nicht nur von der Stärke des Lärms ab. Hier spielen neben Persönlichkeitsfaktoren und Schlafmangel auch die Erfahrungen einer Person mit dem entsprechenden Schallreiz eine große Rolle. Hinzu kommt, daß die Struktur des Schallreizes die Aufwachfunktion wesentlich beeinflusst. So hat beispielsweise das Geräusch des "sich Übergebens" eine besonders starke aufweckende Wirkung. Versuche zeigen, daß im Mittel zwei Reize dieser Art von 55 Phon ausreichen, um eine Person aufzuwecken. Andere Geräusche von 70-75 Phon, z.B. "Summen" oder "Düsenjäger" mußten dagegen 5-6 mal präsentiert werden, bis das EEG den Wachzustand anzeigte.<sup>1)</sup> Experimentell konnte man nachweisen, daß z.B. LKW-Geräusche in einer Stärke von 45 dB(A) in mehr als 10% der Fälle zur Schlafabflachung oder zum Aufwachen führen. Bereits bei einem Geräuschpegel von 50 dB(A) finden sich bei der Hälfte der Versuchspersonen Schlafabflachung oder Aufwachreaktionen. Bei 70 dB(A) war Aufwachen die häufigste Reaktion. Auch zeigte sich, daß es unwahrscheinlich ist, daß bei 70 dB(A) keine Reaktion auftritt. "Einschlaf- und Durchschlafstadien unter Einwirkung von Langzeitschallung mit 70 dB(A) zeigen, daß Einschlafen und Durchschlafen bei dieser Belastung zwar möglich sind, daß aber die im Tiefschlaf verbrachte Zeit signifikant vermindert wird."<sup>2)</sup> Hierbei ist zu bedenken, daß vielfach bei Lärmgewöhnung die Schlafstörungen ausschließlich zu nicht bemerkten Verände-

---

1) Vgl. A. SCHICK, a.a.O., S. 189, nach: I. STRAUCH, u.a., Der Einfluß sinnvoller akustischer Signale auf das Schlafverhalten, Arbeiten der Fachrichtung Psychologie, Universität Saarbrücken, 1974, Nr. 20, S. 29 ff

2) W. KLOSTERKÖTTER, 1974, a.a.O., S. 8

rungen der Schlaftiefe oder -qualität führen, die dennoch langfristig negative Folgen haben.<sup>1)</sup>

Mit steigendem Alter nimmt im übrigen die Empfindlichkeit und damit die Wahrscheinlichkeit von Aufwachreaktionen zu.<sup>2)</sup> Dieses Ergebnis, das zunächst im Widerspruch zu der mit zunehmendem Alter sich verringernden Hörleistung zu stehen scheint, ist darauf zurückzuführen, daß sich der Schlaf im Alter ändert. So fehlt mit 60 Jahren das Tiefschlafstadium fast völlig.

Zusammenfassend läßt sich somit feststellen, daß Lärm auf komplizierte Weise in den Schlaf eingreift und dort entweder zu einer Schlafabflachung oder zum Aufwachen führt. Beide Reaktionen sind für das Individuum nachteilig, so daß Lärm in diesem Zusammenhang nachdrücklich als schädlich zu beurteilen ist.

#### 2.4 Die Lästigkeit von Lärm

Die in der Öffentlichkeit am ehesten mit Lärm in Verbindung gebrachte Erfahrung ist die der Belästigung. Unter Belästigung versteht man dabei jede Empfindung von Unbehagen, Unmut oder Ärger, die auftritt, wenn Geräusche den Menschen bei seinem augenblicklichem Tun stören. Im Gegensatz zu den vorausgehend geschilderten Lärmwirkungen auf den Organismus, die psychische Leistungsfähigkeit oder den Schlaf, tritt bei der Lästigkeit eine subjektive Bewertungskomponente zu dem

---

1) Vgl. G.J. THIESSEN, T.F.W. EMBLETON, Elements of Noise Control in Community Planning, The Acoustics Section of the Division of Physics, National Research Council of Canada, Ottawa, 1978, S. 6

2) Vgl. W. KLOSTERKÖTTER, 1974, ebenda, S. 8 oder: B. GRIEFAHN, Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der lärmbedingten Schlafstörungen, Zeitschrift für Lärm-bekämpfung, 30, 1983, S. 41

Geräuscheignis hinzu und erst im Zusammenspiel von Geräusch und Bewertung entsteht die Lästigkeit. Schall ist dann und nur dann belästigend, wenn er von einer Person als nicht mit ihrem augenblicklichen Intensionen übereinstimmend erlebt wird.<sup>1)</sup>

Ein Beispiel mag dies verdeutlichen: In einem Motorsportfan ruft das ungedämpfte Geräusch des Motors eines Formelrennwagens angenehme Empfindungen hervor, dem motorsportuninteressierten Anwohner an der Rennstrecke erscheint der gleiche Lärm unzumutbar. Dieses - sicherlich extreme - Beispiel unterschiedlicher Bewertung des gleichen Schallereignisses darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, daß durchaus ein Zusammenhang zwischen akustisch-physikalischen Faktoren und der subjektiv erlebten Belästigungswirkung besteht. Einige dieser Faktoren seien an dieser Stelle genannt:

---

1) W. HAWEL, Untersuchungen eines Bezugssystems für die psychologische Schallbewertung, Arbeitswiss. 6, 1967, Nr. 2, zit. nach W. KLOSTERKÖTTER, 1974, a.a.O., S. 34

Übersicht 5: Akustisch-physikalische Determinanten  
der Lästigkeit von Schall<sup>1)</sup>

- a) Lautstärke/Schalldruckpegel  
Lautere Geräusche (höhere Pegel) belästigen in der Regel stärker.
- b) Frequenz\_(Ton-Lästigkeit)  
Höhere Töne wirken störender als tiefe. Reine Töne sind störender als Breitbandgeräusche.
- c) Anstiegsschnelle\_(Impuls-Lästigkeit)  
Je schneller die Intensität eines Geräusches ansteigt, umso lästiger wird es empfunden.
- d) Geräuschkdauer  
Intermittierender oder unregelmäßiger Schall wirkt mehr belästigend als kontinuierlicher Schall.
- e) Größe der Pegelschwankungen zwischen Grundgeräusch und Maximalpegel\_(Modulationstiefe) \_ \_ \_ \_ \_  
Je größer die Differenz zwischen Grundgeräuschen und Maximalpegel, desto störender wirkt das Geräusch.

Zu den akustisch-physikalischen Aspekten treten allerdings vielfach nicht-physikalische Determinanten hinzu, die das Belästigungserleben beeinflussen. Einige dieser Determinanten nennt Übersicht 6.

---

1) Die Darstellung stützt sich auf Ausführungen von S. ULLRICH, a.a.O., S. 3, sowie auf W. KLOSTERKÖTTER, 1974, a.a.O., S. 34

Übersicht 6: Nicht-physikalische Determinanten  
der Lästigkeit von Schall

- a) Persönlicher Bezug  
Der selbsterzeugte Lärm wirkt weniger lästig als der von anderen erzeugte.
- b) Individuelle Geräuschempfindlichkeit  
Die individuelle Geräuschempfindlichkeit variiert beträchtlich.<sup>1)</sup>
- c) Individuelle Einstellung zu dem Geräusch  
Eine negative Bewertung des Geräusches, der Geräuschquelle, der Umstände etc. steigert das Ausmaß der erlebten Belästigung.
- d) Unerwartetheit  
Unerwarteter Lärm wirkt stärker belästigend. Es kommt zu Schreckreaktionen.
- e) Vermeidbarkeit  
Lärm, der als vermeidbar empfunden wird, erscheint belästigender.
- f) Lokalisierbarkeit  
Lärm, dessen Quelle den Ausgangspunkt häufiger wechselt oder der nicht lokalisierbar ist, wird als lästiger erlebt.
- g) Lärm als Indiz<sup>2)</sup>  
Lärm, der das rücksichtslose Verhalten anderer signalisiert, wird als lästiger erlebt.

Die Übersichten 5 und 6 nehmen nicht für sich in Anspruch, die Faktoren, die die Lärmbelästigung beeinflussen, erschöpfend beschrieben zu haben. Sie geben jedoch einen

- 
- 1) Vgl. hierzu die Ergebnisse im Kapitel 4.6
  - 2) Diese Feststellung entstammt einer Untersuchung von M. SADLER, Lautheit und Lärm, Gehörpsychologische Fragen der Schall-Intensität, Göttingen 1966

Eindruck davon, wie komplex das Zusammenspiel akustisch-physikalischer und sozialer und sozialpsychologischer Faktoren ist. Wenn wir im weiteren Verlauf der Untersuchung über Belästigungen, die durch den Straßenverkehr hervorgerufen werden, anhand von Befragungsdaten, sprechen, sollte der komplexe Hintergrund, der den jeweiligen Antworten zugrundeliegt, daher nicht vergessen werden.

### 3. Welchen Stellenwert hat der Straßenverkehr als Lärmquelle?

---

Nachdem wir einige grundlegende Zusammenhänge bezüglich des Lärms und seiner Auswirkungen auf den Menschen aufgezeigt haben, wollen wir im weiteren Verlauf dieser Untersuchung auf der Basis konkreter Zahlen und Fakten darzustellen versuchen, wie das Problem des Straßenverkehrslärms in der Öffentlichkeit erlebt wird. Eine der ersten Fragen, die sich in diesem Zusammenhang stellt, ist die nach dem Stellenwert des Straßenverkehrs als Lärmverursacher, da es ja neben dem Straßenverkehr eine Vielzahl weiterer lästiger Lärmquellen gibt.

Da Straßenverkehrslärm insbesondere die Wohnsituation tangiert, soll in einem zweiten Abschnitt dieses Kapitels aufgezeigt werden, in welchem Ausmaß sich die Bevölkerung in ihrer Wohnung von Straßenverkehrslärm belästigt fühlt.

#### 3.1 Straßenverkehrslärm im Vergleich zu anderen Lärmquellen

---

Aus einer Vielzahl von Befragungen ist bekannt, daß Straßenverkehrslärm und der Lärm von Flugzeugen die Bevölkerung in besonderem Maße stören. Dabei trifft man häufig auf divergierende Angaben hinsichtlich des Belästigungsgrades und der Zahl der Betroffenen. Und um die Verwirrung komplett zu machen, gilt manchem der Fluglärm<sup>1)</sup> als Hauptstörefried (Prognos), meist erhält jedoch der Straßenverkehr den Schwarzen Peter als lästigste Lärmquelle.

---

1) So berichtet die Frankfurter Rundschau am 9.7.1988 über eine Prognos-Untersuchung unter dem Titel "Fluglärm stört mehr."

Wie wir in den einleitenden Kapiteln gezeigt haben, hängt die Beurteilung der Lästigkeit von Lärm stark von subjektiven Komponenten ab. Daher wundert es nicht, wenn bedingt durch unterschiedliche Fragestellungen, jede Umfrage ihr eigenes Ergebnis produziert. So vergleicht etwa die oben angesprochene Prognos-Untersuchung die Lärmbelästigung verschiedener Kraftfahrzeuggruppen, also durch PKW oder motorisierte Zweiräder, mit dem Fluglärm. In anderen Fällen bewirkt allein die Art der Fragestellung ein bestimmtes Ergebnis. Da es in diesem Zusammenhang kein endgültiges "Richtig" oder "Falsch" gibt, ist es unbedingt erforderlich, die Aussagen einer Untersuchung vor dem Hintergrund der durchgeführten Erhebung zu betrachten. Berücksichtigt man die Hintergründe, schälen sich trotz der vielfach abweichenden Einzelergebnisse ähnliche Beurteilungsraster heraus.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ist eine repräsentative Stichprobe von Bundesbürgern (über 14 Jahre) befragt worden. Auf der Basis dieser Befragung gibt Tabelle 1 einen ersten Überblick, wie stark sich die Menschen in ihrer Wohnung durch verschiedene Lärmquellen belästigt fühlen.

Tabelle 1: Lärmbelastigung in der Wohnung durch verschiedene Lärmquellen

	Durch die Lärmquelle:					
	Straßen- verkehr	Flug- zeuge	Nach- barn	Bau- stellen	Industrie	Eisen- bahn
Ich fühle mich belästigt...						
...sehr stark	5%	6%	1%	1%	1%	1%
...stark	7%	9%	3%	4%	3%	2%
...mäßig	21%	16%	8%	7%	3%	4%
...kaum	25%	22%	25%	19%	14%	13%
...gar nicht	42%	47%	61%	68%	78%	78%
keine Angabe	0%	0%	2%	1%	1%	2%
N = 1.881	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Durchschnitt <sup>1)</sup>	2.1	2.0	1.6	1.5	1.3	1.3

Ziehen wir Tabelle 1 zur Beantwortung der Frage nach dem Stellenwert des Straßenverkehrs als Lärmquelle heran, ergibt sich folgende Hierarchie hinsichtlich der Belästigung:

- Rang 1: Straßenverkehr
- Rang 2: Flugverkehr
- Rang 3: Nachbarn
- Rang 4: Baustellen
- Rang 5: Industrie
- Rang 6: Eisenbahn/Schienenverkehr

1) Die Durchschnittswerte basieren auf den Rohdaten der Befragung. Die Antwortkategorie "Keine Angabe" wurde nicht einbezogen. Die Messskala reicht von "sehr stark" = 5 bis "gar nicht" = 1. Je höher der ausgewiesene Durchschnittswert, desto größer die Störwirkung.

Straßenverkehr und Flugverkehr stellen die dominierenden Lärmquellen dar. Lärm von Nachbarn und Baustellen oder der Industrie spielen eine eher untergeordnete Rolle im Belästigungsempfinden. Hierbei ist allerdings zu beachten, daß man bei Zugrundelegung von Beschwerdedaten einen etwas anderen Stellenwert für den Industrie- und Gewerbelärm erhält. So beklagt sich etwa jeder Dritte über Lärm von Industrie und Gewerbe, jedoch nur 23% über Autoverkehrslärm.<sup>1)</sup> Interessant ist in diesem Zusammenhang, daß Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm bei gleicher Geräuschbelastung, gemessen über den Mittelungspegel, sehr unterschiedlich bewertet werden. Denn Straßenverkehrslärm wird bei einem derartigen Vergleich die größere Störwirkung zugeschrieben. Man spricht in diesem Zusammenhang explizit von einem "Schienenbonus".<sup>2)</sup> Dies gilt es u.a. bei der Betrachtung von Tabelle 1 zu berücksichtigen.

Quantitativ weist Tabelle 1 aus, daß sich rund jeder dritte Bundesbürger sehr stark bis mäßig durch Straßenverkehrslärm belästigt fühlt.

Wenn in manchen Untersuchungen darüber berichtet wird, daß sich gar 60% der Bevölkerung durch Straßenverkehrslärm belästigt fühlen,<sup>3)</sup> spiegeln derartige Zahlen die ganze Breite von sehr schwacher bis zu sehr starker Belästigung wieder. Bei einer solchen Betrachtung gälten in Tabelle 1 alle als belästigt, die nicht in der Antwortkategorie "gar nicht"

- 
- 1) Vgl. H.O. FINKE, R. GUSKI, B. ROHMANN, Betroffenheit einer Stadt durch Lärm, Texte des Umweltbundesamtes, Berlin 1980, S. 154
  - 2) Vg. U. MÖHLER, R. SCHUEMER, V. KNALL, A. SCHUEMER-KOHRs, Vergleich der Lästigkeit von Schienen- und Straßenverkehrslärm, Zeitschrift für Lärmbekämpfung 33, 1986, S. 141
  - 3) 60% Belästigungsgrad weist z.B. eine Studie des Instituts für praxisorientierte Soz. Forschung, Mannheim, aus dem Jahr 1984 aus, zit. nach S. ULLRICH, a.a.O., S. 1

anzutreffen sind. Dies sind 58%. Nach den Ergebnissen von Gruppendiskussionen und vertieften Einzelgesprächen erscheint es uns jedoch zweckmäßig, die Belästigung etwas enger zu fassen und nur dann von Belästigung zu sprechen, wenn die Antwortkategorien "sehr stark" bis "mäßig" gewählt wurden.

Vergleicht man in Tabelle 1 die Zahlen für den Straßenverkehr und den Flugverkehr, deutet sich zudem eine mögliche Erklärung dafür an, warum in manchen Publikationen der Flugverkehr als störender als der Straßenverkehr dargestellt wird: Tabelle 1 zeigt, daß sich 42% vom Straßenverkehr "gar nicht" belästigt fühlen. Die entsprechende Zahl für Fluglärm liegt bei 47%, d.h. die Zahl derer, die durch den Straßenverkehr belästigt werden, ist größer als die der durch Fluglärm Gestörten. Nimmt man nun die Belästigten jeweils als Basis, fühlen sich 20,3% der durch Straßenverkehr Belästigten sehr stark oder stark belästigt. Die entsprechende Zahl der durch Fluglärm sehr stark oder stark Belästigten liegt jedoch bei 28,5%. Das bedeutet: es fühlen sich zwar weniger Bundesbürger durch Fluglärm als durch Straßenverkehrslärm belästigt, wenn jedoch eine Belästigung durch Flugzeuge empfunden wird, ist sie beim Fluglärm tendenziell stärker als bei Straßelärm!

Die Fragestellung, die der Tabelle 1 zugrunde liegt, untersucht die Lärmbelästigung verschiedener Lärmquellen unabhängig voneinander, sie kann also keine Antwort auf die Frage geben, wie stark die Lärmbelastung insgesamt ist. Um auch hierauf eine Antwort zu finden, greifen wir auf die Erhebungsergebnisse früherer Studien zurück, in denen ebenfalls bundesweit repräsentativ nach der Häufigkeit der Störung durch Lärm gefragt worden ist.

Tabelle 2 zeigt, daß rund 1/4 der Bevölkerung sich häufig durch Lärm gestört fühlt, ein weiteres Drittel wird "gelegentlich" gestört. Die Zahl derer, die sich "nie" gestört fühlen, scheint tendenziell abzunehmen und liegt derzeit knapp unter 20%.

Tabelle 2: Häufigkeit der Störung durch Lärm<sup>1)</sup>

	Erhebungsjahr		
	1985	1986	1987
Fühle mich durch Lärm gestört:			
...häufig	21%	27%	24%
...gelegentlich	34%	31%	31%
...selten	23%	22%	26%
...nie	22%	19%	18%
keine Angabe	0%	1%	1%
N - 2.000	100%	100%	100%

Vergleicht man nun die Lärmbelastigung am Arbeitsplatz mit der Wohnung, wird folgendes sichtbar:

Am Arbeitsplatz dominieren als Lärmquellen Maschinen und Geräte. 36% der Erwerbstätigen fühlt sich mäßig bis sehr stark durch Maschinenlärm belastigt. Nur geringfügig kleiner ist allerdings die Zahl derer, die sich auch am Arbeitsplatz durch Straßenverkehrslärm belastigt fühlen. An dritter Stelle rangiert die Belastigung durch Fluglärm.

Da am Arbeitsplatz Lärm in erheblich höherem Maße tolerabel ist und auch toleriert wird als in der privaten Wohn-Umgebung, kann man bei zusammenfassender Betrachtung feststellen, daß tatsächlich der Straßenverkehr diejenige Lärmquelle ist,

---

1) Die Zahlen entstammen drei Repräsentativerhebungen der Infratest-Sozialforschung, die uns freundlicherweise vom Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA), Frankfurt zur Verfügung gestellt wurden.

Tabelle 3: Lärmbelästigung am Arbeitsplatz durch verschiedene Lärmquellen

	Durch die Lärmquelle:					
	Straßen- verkehr	Flug- zeuge	Kollegen	Baustellen	Maschinen, Geräte	Eisen- bahn
Ich fühle mich belästigt...						
...sehr stark	5%	4%	-	3%	4%	1%
...stark	7%	8%	3%	4%	10%	3%
...mäßig	21%	14%	14%	11%	22%	5%
...kaum	20%	19%	29%	19%	19%	17%
...gar nicht	41%	47%	47%	53%	37%	66%
keine Angabe	6%	8%	7%	10%	8%	8%
N = 846 (Voll- u. Teil- zeitberufstätige)	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Durchschnitt	2.1	1.9	1.7	1.7	2.2	1.4

die die erheblichsten Belästigungen hervorruft, allerdings dicht gefolgt von Fluglärm und im Arbeitsleben hinter maschineninduziertem Betriebslärm. Daß allerdings derartige Bewertungen durchaus situationsabhängig sind, möchten wir anhand eines kleinen Exkurses deutlich machen.

Exkurs: Die Auswirkungen der Flugkatastrophe von Remscheid auf die Beurteilung des Fluglärms

Die Befragung, die den in diesem Bericht präsentierten Zahlen zugrunde liegt, wurde in der Zeit von 26.11.-21.12.1988

durchgeführt. Mitten in diesen Zeitraum fällt der Absturz eines amerikanischen Militärflugzeuges am 8.12.1988 in Remscheid, einem Unglücksfall, dem bundesweit größtes Medieninteresse und Publizität zuteil wurde. Da anzunehmen ist, daß ein solches Ereignis nicht ohne generalisierende Folgen für die Bewertung der Belästigung durch Flugzeuge ist, sind wir dieser Frage in der Weise nachgegangen, daß wir die vor dem Unfall erhobenen Daten mit denen nach dem Unfall verglichen haben. Tabelle 4 zeigt, daß ein gewisser Einfluß des Absturzes auf das Antwortverhalten nachweisbar ist.

Tabelle 4: Anzahl der Nichtbelästigten durch Fluglärm und Straßenverkehrslärm/vor und nach dem Flugunfall von Remscheid am 8.12.1988

	Interview durchgeführt:	
	26.11.-7.12.1988	9.12.-21.1.1988
<u>nicht belästigt...</u>		
...durch Fluglärm	48%	38%
...durch Straßenverkehrslärm	42%	41%
	N = 1.596	N = 216

Es zeigt sich, daß die Zahl derer, die sich nicht durch Fluglärm belästigt fühlen, deutlich zurückgeht, d.h. die empfundene Belästigung steigt an. Für den Straßenverkehr, der durch das Ereignis nicht tangiert ist, ergeben sich keine Verschiebungen.

Für die vorliegende Untersuchung läßt sich hieraus folgern, daß die Belästigung durch Fluglärm eher ein wenig zu hoch eingeschätzt ist, da der Unfall von Remscheid die Gesamt-

zahlen ein wenig in Richtung auf eine stärker empfundene Belästigung des Fluglärms verschiebt. Gleichzeitig darf man davon ausgehen, daß die Zahlen für den Straßenverkehrslärm von der Katastrophe weitestgehend unbeeinflusst sind und eine "normale" Beurteilung widerspiegeln.

### 3.2 Straßenverkehrslärm und Wohnsituation

Mehr als die Hälfte der Bevölkerung der Bundesrepublik wohnt an einer Straße mit starkem oder mittlerem Autoverkehr. Tabelle 5 zeigt die Angaben auf der Basis der amtlichen Statistik.

Tabelle 5: Wohnlage und Autoverkehr<sup>1)</sup>

Es wohnen an einer Straße mit...		
	...starkem Autoverkehr	28,6%
	...mittlerem Autoverkehr	24,7%
	...geringem Autoverkehr	38,1%
	ohne Angabe	8,6%
Basis: 22,9 Mio Haushalte		100%

Da es sich bei den Zahlen der Tabelle 5 um solche der amtlichen Statistik aus dem Jahre 1978 handelt - dies sind die neuesten verfügbaren Zahlen, neuere Angaben werden lt. Auskunft des Statistischen Bundesamtes erst 1990 veröffent-

1) Quelle: Statistisches Bundesamt Wiesbaden, Fachserie 5 Bautätigkeit und Wohnen, 1% Wohnungsstichprobe 1978, Heft 6, S. 31

licht - dürfte die tatsächliche Belastungssituation heute wesentlich größer sein. Schließlich hat sich die Zahl der Kraftfahrzeuge von 24,6 Mio. im Jahre 1978 auf 32,8 Mio. im Jahre 1987 erhöht. Aber auch 1978 gaben bereits 31% der Bevölkerung an, dauerndem Straßenverkehrslärm<sup>1)</sup> in der Wohnung ausgesetzt zu sein.

Gleichzeitig lassen ergänzende Zahlen des Statistischen Bundesamtes den Schluß zu, daß das Faktum der Lärmbelastung nicht zuletzt vom Einkommen bestimmt wird. So weisen die Zahlen des Statistischen Bundesamtes für 1978<sup>2)</sup> sowohl für das Wohnen an einer Verkehrsstraße wie auch bezüglich der Exposition starken Straßenverkehrslärms nahezu lineare Zusammenhänge mit dem Einkommen aus. Daß die Einkommensabhängigkeit der Belästigung durch Straßenverkehrslärm auch heute noch gilt, zeigt Tabelle 6, die auf Daten unserer Repräsentativbefragung basiert.

Tabelle 6: Beurteilung der Wohnlage hinsichtlich des Straßenverkehrslärms/Einkommen

	Haushaltsnettoeinkommen				Gesamt
	bis DM 1.500	1.501- 2.500	2.501- 4.000	4.001- und mehr	
Die Wohnlage ist...					
...sehr ruhig	20%	29%	25%	36%	27
...ruhig	33%	34%	41%	38%	37
...mäßig laut	32%	28%	25%	22%	27
...laut	12%	6%	5%	2%	6
...sehr laut	2%	3%	3%	2%	3
keine Angabe	1%	-	1%	-	-
	100%	100%	100%	100%	100%
	N=247	N=795	N=538	N=256	N=1.881

1) ebenda, S. 31

2) Quelle: Statistisches Bundesamt, a.a.O., S. 32-33

Zunächst verdeutlicht Tabelle 6, daß mehr als ein Drittel der Bevölkerung die eigene Wohnlage als "mäßig laut" bis "sehr laut" einstuft. Gleichzeitig wird jedoch auch sichtbar, daß diese Einstufung wesentlich von der ökonomischen Situation der Betroffenen abhängt. 14% der Gruppe mit einem Haushaltsnettoeinkommen unter DM 1.500/Monat stufen ihre Wohnlage als "laut" oder "sehr laut" ein, die entsprechende Zahl liegt für diejenigen, die über ein Haushaltsnettoeinkommen von über DM 4.000 verfügen, bei nur 4%. Umgekehrt bezeichnen circa drei Viertel der letztgenannten Gruppe ihre Wohnlage als ruhig. Dies ist der höchste Wert für alle untersuchten Einkommensgruppen.

Nach Untersuchungen des Umweltbundesamtes kann man in diesem Zusammenhang davon ausgehen, daß rund 2% aller Umzüge in der Bundesrepublik unternommen werden, um dem Lärm zu entfliehen.

Wie sich sehr starker Lärm auf die Umzugshäufigkeit auswirkt, mag man einem Beispiel aus Los Angeles entnehmen. Dort wurden Untersuchungen am San Diego Freeway (8 Fahrstreifen) zur Lärmbelastung unternommen und nahezu konstante Werte von 80 dB(A) an der Fensteraussenseite eines Appartementhauses gemessen. Die durchschnittliche Wohndauer in diesem Haus betrug 1 Monat.<sup>1)</sup>

Da die ökonomische Situation in gewissem Umfang vom Alter beeinflußt wird, wundert es nicht, daß es vor allem ältere Mitbürger sind, die in sehr lauten, bzw. lauten Wohnlagen leben. Tabelle 7 macht diese Tatsache deutlich. Hiermit bestätigt sich nochmals der oben getroffene Hinweis auf die größere Straßenverkehrslärmbelastung der Älteren.

---

1) E.A.G. SHAW, Noise Pollution, What can be done?  
Physics Today, Vol. 28, No. 1, January 1975, S. 49

Tabelle 7: Beurteilung der Wohnlage hinsichtlich des Straßenverkehrslärms/Alter

	Alter			
	-20	21-34	35-54	55 Jahre u. älter
<u>Die Wohnlage ist...</u>				
...sehr laut/laut	3%	7%	8%	11%
...mäßig laut	28%	29%	27%	27%
...ruhig/sehr ruhig	69%	64%	65%	62%
	100%	100%	100%	100%
	N=258	N=409	N=609	N=605

Von entscheidender Bedeutung für die straßenverkehrsbezogene Lärmexposition ist unter anderem die Wohnart, d.h. die Tatsache, ob die Befragten in einem Einfamilien- oder Mehrfamilienhaus wohnen. 40% der Einfamilienhausbewohner - unabhängig davon, ob dieses Haus Eigentum ist oder angemietet wurde - bezeichnen ihre Wohnlage als sehr ruhig. Weitere 37% dieser Gruppe stufen ihre Wohnlage als "ruhig" ein. Nur 3% der Bewohner von Einfamilienhäusern halten die Wohnlage ihres Hauses für "laut" oder "sehr laut." Diesen 3% der laut und sehr laut wohnenden Einfamilienhausbewohner stehen in der Gruppe der Mehrfamilienhausbewohner (incl. der Bewohner von Eigentumswohnungen) 12% gegenüber, die ihre Wohnlage als laut oder sehr laut einstufen. Die Tatsache, daß beispielsweise Eigentumswohnungen bezüglich der berichteten Lärmexposition genausogut oder schlecht abschneiden wie eine Mietwohnung, deutet darauf hin, daß nicht ausschließlich ökonomische Faktoren für die wohnbezogene Lärmbelastung verantwortlich gemacht werden können, sondern daß es auch andere Einflüsse gibt, die das Ausmaß der Belästigung mitbestimmen.

#### 4. Die Belästigung durch Straßenverkehrslärm

"Belästigung durch Lärm, als das wohl wichtigste und am weitesten verbreitete Phänomen, ist noch wenig erforscht, da es sich hier um eine subjektive Größe handelt, die von sehr vielen Faktoren beeinflusst wird, die nur durch Beobachtung und Befragungen zu ermitteln sind."<sup>1)</sup> Diese Feststellung, die der subjektiven Dimension des Belästigungserlebens einen großen Stellenwert einräumt, wirft für Forschung und Praxis erhebliche Probleme auf. So gilt in der Forschung immer noch als strittig, welchen Beitrag die akustischen Parameter zur Belästigung liefern und welchen Stellenwert Situation und subjektives Erleben haben. Manche Forscher (z.B. LANGDON + BULLER)<sup>2)</sup> vertreten die Meinung, daß nur 5-10% der Lärmbelastigungsvarianz durch Eigenschaften des Schallreizes erklärt werden können, andere Autoren behaupten: "Durch akustische Parameter allein läßt sich höchstens ein Drittel der gezeigten psychischen Reaktionen aufklären. Der verbleibende Teil von Varianz wird im wesentlichen von individuellen und situationsbedingten Einflußgrößen bestimmt."<sup>3)</sup>

KASTKA stellt dagegen in Untersuchungen aus den Jahren 1975 und 1976 einen stärkeren Zusammenhang zwischen akustischen Parametern und der "emotional-somatischen Belästigungskomponente" fest, wobei er zur mathematischen Beschreibung des Zusammenhangs ein Polynom 2. Grades wählt. Das interessanteste Ergebnis in diesem Zusammenhang ist die Feststellung,

- 
- 1) BUNDESMINISTER FÜR RAUMORDNUNG, BAUWESEN UND STÄDTEBAU, Zur Beurteilung von Schallimmissionen in vorhandenen und geplanten Baugebieten, a.a.O., S. 38
  - 2) Zit. nach J. KASTKA, Untersuchungen zur Belästigungswirkung der Umweltbedingungen, Verkehrslärm und Umweltgerüche, in: G. KAMINSKI (Hrsg.), Umweltpsychologie, Stuttgart 1976, S. 194
  - 3) S. REHM, Medizinische Wirkungen von Umweltlärm auf den Menschen, in: Institut für Umweltschutz, Dortmund, Schallschutz im Städtebau, Berlin 1979, S. 46

"daß das Auftreten von dem Verkehrslärm zugeschriebenen emotionalen und somatisch-vegetativen Störungen erst von einer bestimmten Lärmbelastungsstufe beginnt, welche ungefähr im Bereich zwischen 62 und 68 db(A)...liegen dürfte."<sup>1)</sup>

Unabhängig davon, welchen Stellenwert man den akustischen Gegebenheiten für das Lärmempfinden zuschreibt, bleibt doch als Tatsache bestehen, daß die subjektive und situative Komponente eine zentrale Rolle spielt. Um über diese Komponente neue Erkenntnisse zu gewinnen, bieten sich zwei Verfahren an. Zum einen kann man - quasi in Form einer Mikrobetrachtung<sup>2)</sup> - Geräusche auf ihre Lästigkeit in der Weise untersuchen, daß man Versuchspersonen mit diesen Geräuschen konfrontiert und sie diese Geräusche, im Regelfall per Vergleich, einstufen läßt;<sup>3)</sup> oder man kann in einer Art Makrobetrachtung Bewertungen und Meinungen zu Geräuschen erfragen. Dieser zweite Weg ist für die vorliegende Untersuchung gewählt worden. Hierbei ist das Belästigungsempfinden der Bevölkerung im Rahmen einer Repräsentativstichprobe mit einer Reihe von Fragen erhoben worden. Auf dieser Basis soll im folgenden dargestellt werden, wie die subjektive Bewertung des Straßenverkehrslärms ausfällt.

Im Rahmen einer derartigen Makrobetrachtung ist es allerdings unmöglich, die akustischen Parameter, auf die sich die befragte Person jeweils bei ihrer Beurteilung bezieht,

---

1) J. KASTKA, ebenda, S. 207

2) Die Schwierigkeiten und Probleme, die mit derartigen Untersuchungen verbunden sind, zeigt beispielsweise Th. STRASSEN in seiner Dissertation "Subjektive Lästigkeit von Lärm und ihre Erfassung durch Lärmmeßverfahren - Eine vergleichende Untersuchung mit Hilfe der Hauptkomponentenanalyse", Dissertation der Fakultät für Elektrotechnik der RWTH, Aachen 1979

3) Derartige Vergleiche werden beispielsweise von Automobilherstellern durchgeführt, um die Unterschiede der Lästigkeit der Geräuschentwicklung verschiedener Fahrzeugtypen zu ermitteln.

zu kontrollieren. Insoweit eignen sich derartige Befragungen zwar nicht dafür, etwaige Zumutbarkeitsgrenzen zu definieren, sie können jedoch sehr eindeutig auf Problembereiche und das Ausmaß der Belästigung hinweisen. Der hier gewählte Ansatz ist demgemäß in der Lage, einen Einblick in das generelle Problembewußtsein und Belastungsempfinden zu geben sowie mit Hilfe entsprechender Analyseschritte Ursachen und Zusammenhänge aufzuzeigen, die mit der Bewertung des Verkehrslärms zusammenhängen.

Als Einstieg in die Darstellung wollen wir dabei die Einsichten des vorangehenden Abschnittes vertiefen und zunächst der Frage nachgehen, wie stark das Ausmaß der Lärmbelästigung durch den Straßenverkehr überhaupt ist. Hieran schließt sich die Frage an, welche Lärmquellen als besonders lästig empfunden werden. Ferner ist der Frage nachzugehen, welches die zeitlichen Lärmschwerpunkte sind. Schließlich wollen wir darstellen, wer sich und wo man sich besonders stark durch Straßenverkehrslärm belastet fühlt. Abgeschlossen wird dieses Kapitel schließlich durch eine Darstellung, welche verkehrslärmbedingten Konsequenzen seitens der Bevölkerung erlebt werden.

#### 4.1 Wie stark ist das Ausmaß der Belästigung?

Bei der Beschreibung des Stellenwertes des Straßenverkehrslärms im Verhältnis zu anderen Lärmquellen im Kapitel 3 wurde bereits festgestellt, daß sich 1/3 der Bevölkerung der Bundesrepublik durch Straßenverkehrslärm belästigt fühlt. Hierzu muß man wissen, daß etwa 5-9% der Gesamtbevölkerung

- 
- 1) P. ZWINGERT, Welche Straßengestaltungsmerkmale können bei Verkehrs- und Hauptverkehrsstraßen zu lärmreduzierten Betriebsweisen führen? Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 34, 1987, S. 66

in Gebieten mit hohen Dauerbelastungen durch Verkehrslärm leben, d.h. in Bereichen, in denen der Mittelungspegel größer als 65 dB(A) ist.<sup>1)</sup> Diese Grenze von 65 dB(A) war oben als eine kritische Grenze ausgewiesen worden, mit deren Erreichen deutliche somatische und emotionale Belästigungsreaktionen einsetzten.

Um möglichst konkrete Einblicke darüber zu gewinnen, welches Ausmaß die Belästigung durch Verkehrslärm hat, haben wir eine Reihe von Belästigungsfolgen in der Wohnung hinsichtlich der Häufigkeit ihrer Verbreitung untersucht.

Tabelle 8: Häufigkeit verschiedener Belästigungsformen durch Straßenverkehrslärm in der Wohnung

Form der Belästigung	Relative Häufigkeit (Basis: Gesamtbevölkerung)	Relative Häufigkeit (Basis: Belästigte)
Durch Straßenverkehrslärm werde ich bei geöffnetem Fenster bei der Unterhaltung erheblich gestört.	22%*	66%*
Wegen des Straßenverkehrslärms kann ich in meiner Wohnung nicht bei offenem Fenster schlafen.	19%	56%
Wegen des Straßenverkehrslärms muß ich bei geöffneten Fenstern Radio und Fernseher lauter als normal aufdrehen.	19%	56%
Durch den Straßenverkehrslärm klirren manchmal die Fensterscheiben.	9%	27%
Durch Straßenverkehrslärm werde ich selbst bei geschlossenen Fenstern manchmal bei der Unterhaltung gestört.	9%	27%
Selbst bei geschlossenem Fenster werde ich durch den Verkehrslärm manchmal im Schlaf gestört.	8%	24%
Manchmal habe ich das Gefühl, daß das ganze Haus durch den Verkehrslärm vibriert.	8%	24%
Wegen des Straßenverkehrslärms muß ich selbst bei geschlossenem Fenster Radio und Fernseher lauter als normal aufdrehen.	6%	18%
*Mehrfachnennungen	N=1.881	N=632

Bevor wir näher auf die in Tabelle 8 ausgewiesenen Belästigungen eingehen, wollen wir zunächst mit Hilfe eines ergänzenden Analyseschritts ermitteln, in welchem Umfang Befragte über die in Tabelle 8 ausgewiesenen Belästigungen berichten. Zwar zeigt Tabelle 8 die Nennungshäufigkeiten für die einzelnen Statements, sie gibt jedoch keine Auskunft darüber, in welcher Häufigkeit oder Kombination verschiedene Belästigungsformen genannt worden sind. Das Spektrum möglicher Antwortkombinationen reicht dabei vom Fehlen jeder Belästigung, d.h. keine der einzelnen Belästigungsformen ist vom Befragten genannt worden, bis hin zu Nennung aller acht angesprochenen Belästigungen.

Tabelle 9 gibt hierzu einen Überblick.

Tabelle 9: Prozentuale Verteilung der Anzahl der genannten Belästigungen

Anzahl der genannten Belästigungen	Häufigkeit der Nennung
0	66,4%
1	10,7%
2	7,1%
3	5,0%
4	2,7%
5	3,8%
6	1,6%
7	1,4%
8	1,2%
N=1.881	100%

Wie Tabelle 9 zeigt, nennen 66,4% der Befragten keine (0) Belästigungen. Dieser Prozentsatz entspricht präzise der Zahl, die in Kapitel 3.1 für die Gruppe der nicht durch Verkehrslärm Belästigten ausgewiesen wird. Gleichzeitig wird sichtbar, daß der "harte Kern" der Belästigten (8%) fünf und mehr Belästigungsformen nennen.

Betrachtet man nun einmal im einzelnen, welche Belästigungen den höchsten Stellenwert haben, so liefert Tabelle 8 zunächst einmal ein triviales Ergebnis: Das stärkere Belästigungsempfinden ergibt sich bei geöffneten Fenstern. Interessanter ist in diesem Zusammenhang die Aussage, daß sich rund jeder fünfte Bundesbürger bei offenen Fenstern in seiner Wohnung bei der Kommunikation mit anderen gestört fühlt; er kann nicht unbeeinträchtigt Radio hören oder fernsehen und er kann auch nicht bei offenem Fenster schlafen. Da die verschiedenen Aussagen unabhängig voneinander erhoben worden sind, stellt sich nicht nur die Frage nach der häufigsten Einzelantwort, sondern auch nach der Häufigkeit von Antwortkombinationen, auf die wir bei dieser Frage gestoßen sind.

Bei einer derartigen Analyse der Antwortkombinationen trifft man auf das Ergebnis, daß Verkehrslärmbelästigung am häufigsten mit der singulären Aussage, daß man nicht bei offenem Fenster schlafen kann, ausgedrückt wird. Knapp dahinter rangiert die ebenfalls singuläre Aussage, daß man bei offenem Fenster in der Unterhaltung gestört wird. Erst an dritter Stelle rangiert die Kombination von drei Aussagen, die sich alle auf die negativen Konsequenzen bei geöffnetem Fenster beziehen.

Gemäß Tabelle 8 ist die Gruppe derer, die über verkehrsbedingte Lärmbelästigungen bei geschlossenem Fenster berichten, nur etwa halb so groß wie die, die Schwierigkeiten bei geöffneten Fenstern haben, aber immerhin bleibt festzuhalten, daß circa 5 Millionen Bundesbürger sich nicht einmal durch das Schließen der Fenster gegen die Belästigungen des

Straßenverkehrslärms erfolgreich wehren können.

Die deutlich geringere Belästigung bei geschlossenen Fenstern beruht auf deren schalldämmender Wirkung. Das Maß der durch das "Schließen der Fenster erreichten Immissionsminderung hängt selbstverständlich von der Art des Fensters ab. Als Hinweis auf das Ausmaß der Schallreduktion mag folgendes Beispiel dienen: Bei geöffneten Fenstern beträgt die Außen-Innen-Differenz 10 dB(A), bei geschlossenen Einfachfenstern normaler Bauart beträgt die Differenz 20 dB(A)."<sup>1)</sup> KLOSTERKÖTTER erklärt in diesem Zusammenhang allerdings auch, daß die Fenster einstweilen im Hinblick auf die Schalldämmung als schwächstes Element gelten müssen.

In welchem Umfang sich verbesserte Fenster auf das Belästigungsempfinden auswirken, zeigt Tabelle 10. Es wird sichtbar, daß Doppelscheiben oder Doppelfenster zu einer Reduktion der Belästigung bei geschlossenen Fenstern führt. Dies scheint allerdings nicht im gleichen Maße für spezielle Schalldämmverglasung zuzutreffen. Zwar ist die Teilstichprobe dieser Untergruppe zu gering, um verlässliche Aussagen zu treffen, die Zahlen legen jedoch die Vermutung nahe, daß derartige spezielle Dämmmaßnahmen gerade dort getroffen werden, wo die Lärmimmissionen besonders hoch sind und die Maßnahmen dann eben immer noch nicht ausreichend sind.

---

1) W. KLOSTERKÖTTER, Medizinische Untersuchungen über die Belastbarkeit von Menschen durch Geräusche im Hinblick auf die Immissionsrichtwerte, a.a.O., S. 32

Tabelle 10: Lärmbelastigung in der Wohnung/Art der Fenster

	normale Einfachver- glasung	Doppelscheiben/ Doppelfenster	Spezielle Schalldämm- verglasung
Durch Straßenlärm werde ich selbst bei geschlossenem Fenster manchmal bei der Unterhaltung gestört.	12%*	8%	17%
Wegen des Straßenverkehrslärms muß ich selbst bei geschlossenem Fenster Radio und Fernseher lauter als normal aufdrehen.	9%	5%	21%
Selbst bei geschlossenem Fenster werde ich durch den Verkehrslärm manchmal im Schlaf gestört.	10%	7%	17%
*Mehrfachnennungen	N=460	N=1.339	N=24

Im übrigen sollte man in diesem Zusammenhang bedenken, daß mit einer Verbesserung der Dämmwirkung von Fenstern keineswegs der Stein der Weisen in der Lärmbekämpfung gefunden werden kann. Schließlich dürfen Maßnahmen gegen Lärmbelastigung den einzelnen nicht zu einem Leben und Wohnen in hermetisch abgeschlossenen Räumen zwingen.<sup>1)</sup>

Das Ausmaß der empfundenen Belästigung hängt von einer Vielzahl weiterer Faktoren ab, unter denen die Fenster zwar eine

---

1) Diese entsprechende Auffassung wird auch von Juristen geteilt, vgl.: E. SCHMIDT-ASSMANN, Verfassungsrechtliche Grundlagen und Systemgedanken einer Regelung des Lärmschutzes an vorhandenen Straßen, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 276, Bonn-Bad Godesberg 1979, S. 51

bedeutende aber keine alles entscheidende Rolle spielen. Die vorliegenden Daten lassen beispielsweise den Schluß zu, daß auch die Wohnart selbst einen wesentlichen Einfluß auf die Stärke der Belästigung ausübt. So berichten Bewohner von Einfamilienhäusern signifikant seltener von den in Tabelle 8 ausgewiesenen Belästigungen. Als besonders stark betroffen dürfen demgegenüber Mieter in Mehrfamilienhäusern gelten. 27% dieser Gruppe fühlen sich bei geöffneten Fenstern nachhaltig durch Lärm belästigt, bei den Bewohnern von Einfamilienhäusern liegt der entsprechende Prozentsatz bei circa 12%. Daß keineswegs das persönliche Eigentum an der Wohnung mit einer positiveren Lärmsituation einhergeht, mag man daraus schließen, daß das Wohnen in Eigentumswohnungen bezüglich der Straßenverkehrslärmbelästigung ähnlich negativ und zum Teil sogar negativer als von Mietern in Mehrfamilienhäusern beurteilt wird.

Ergänzende Intensivgespräche haben im übrigen gezeigt, daß innerhalb der Wohnungen deutliche Lärmgefälle herrschen. Allerdings ist es keineswegs so, daß dies bedeutet, daß Schlafräume immer die ruhigsten Räume der Wohnung wären. In den von uns durchgeführten Gesprächen, deren Zahl keinen quantitativen Schluß auf die Gesamtheit zulassen, hielten sich Situationen, in denen Schlafräume besonders ruhig oder besonders laut waren, die Waage. Als häufigst genannter ruhiger Ort wurde spontan das "Stille Örtchen" - sprich: das WC - genannt.

Nun spricht für das Ausmaß der erlebten Belästigung durch Verkehrslärm nicht nur die Tatsache eine Rolle, ob es zeitweise laut oder sogar sehr laut ist. Von großer Bedeutung ist auch, wie lange die Lärmbelästigung im Durchschnitt anhält. Tabelle 11 gibt hierüber Auskunft.

Tabelle 11: Durchschnittliche Dauer der werktäglichen  
Belästigung durch Straßenverkehrslärm/Wohnart

	<u>Wohnart</u>		Gesamt
	Einfamilienhaus (Eigentum und gemietet)	Mehrfamilienhaus (zur Miete)	
<u>Lärmbelästigung am Werktag</u>			
keine Lärmbelästigung	56%	34%	43%
bis 2 Stunden	20%	28%	24%
Über 2 bis 4 Stunden	11%	16%	15%
über 4 bis 6 Stunden	3%	7%	5%
über 6 bis 8 Stunden	1%	3%	2%
über 8 bis 12 Stunden	1%	3%	2%
über 12 Stunden	1%	1%	1%
ständig	1%	1%	1%
keine Angaben	6%	7%	7%
	100%	100%	100%
	N=630	N=942	N=1.881

Es zeigt sich, daß 43% der Befragten explizit erklären, keiner Lärmbelästigung ausgesetzt zu sein, weitere 24% weisen eine zeitliche Belastung von maximal zwei Stunden aus. Addiert man die beiden Prozentsätze, weisen diese wiederum den Anteil der Bevölkerung aus, der sich im Prinzip durch Straßenverkehrslärm nicht belästigt fühlt. Abermals sichtbar wird anhand der Tabelle 11 die Bedeutung der Wohnart für die Lärmexposition. Bewohner von Mehrfamilienhäusern sind im Durchschnitt einer signifikant längerer "Belärmung"

ausgesetzt als solche Personen, die in Einfamilienhäusern wohnen. Auch übt die sozioökonomische Situation einen Einfluß auf die Lärmbelastigung aus. Erwartungsgemäß gilt, daß mit einer besseren ökonomischen Situation eine kürzere Lärmbelastigung einhergeht.

Aus den Zahlen der Tabelle 11 läßt sich nun ersehen, wie lang die durchschnittliche werktägliche Lärmbelastigung für diejenigen ist, die überhaupt belästigt werden. Eine entsprechende Rechnung ergibt eine tägliche Belästigungsdauer von 3,4 Stunden pro Werktag.

Wie sich die Belästigung über den Tag verteilt, soll nun im folgenden Abschnitt näher untersucht werden.

#### 4.2 Wann fühlen sich Menschen besonders belästigt?

Hinter der Frage nach dem Zeitpunkt der größten Belästigung durch Straßenverkehrslärm verbergen sich im Prinzip zumindest zwei Fragen. Zum einen trifft man auf jahreszeitliche Schwankungen der empfundenen Belästigungsintensität, zum anderen variiert das Belästigungsempfinden mit der Tageszeit. Bei den Betrachtungen ist ferner zu berücksichtigen, daß es nicht nur die Unterschiede in der Geräuschemission sind, die diese Unterschiedlichkeit im Belästigungsempfinden verursachen, sondern daß situative und individuelle Faktoren für die Bewertungsvarianz mitverantwortlich sind. In unseren ergänzend durchgeführten Intensivgesprächen hat sich ferner angedeutet, daß es zusätzlich eine "Wochenendproblematik" gibt, d.h. eine Reihe von Gesprächspartnern wiesen darauf hin, daß Verkehrslärmbelastigungen an Wochenenden sie besonders stören.

Bezüglich der jahreszeitlichen Belästigungsschwankungen zeichnet sich ab, daß sich die Menschen im Sommer stärker belästigt fühlen als zu den übrigen Jahreszeiten. Dieses Ergebnis resultiert aus der Tatsache, daß im Sommer mehr Zeit

außerhalb der Wohnung verbracht wird, bzw. zum Zwecke der Lüftung bei Wärme die Fenster häufiger geöffnet werden und damit die Lärmbelastung innerhalb der Wohnung ansteigt. Ferner wirkt sich negativ aus, daß im Sommer motorisierte Zweiräder in stärkerem Maße im Straßenverkehr anzutreffen sind als im Winter. Wie wir in Abschnitt 4.4 noch zeigen werden, genießen vor allem Motorräder den Ruf, sehr laut zu sein und tragen somit zum größeren Belästigungsempfinden im Sommer bei.

Hinsichtlich der tageszeitlichen Schwankungen des Belästigungsempfindens an Werktagen, weist Tabelle 12 zwei deutliche Schwerpunkte aus, eine Periode am Morgen zwischen 6<sup>00</sup> und 8<sup>00</sup> Uhr sowie eine zweite am Nachmittag bis zum frühen Abend zwischen 15<sup>00</sup> und 18<sup>00</sup> Uhr. Das Belästigungsempfinden fällt somit weitestgehend mit den Verkehrsspitzen zusammen. Dieses Ergebnis ist in einem Punkt ein wenig überraschend, als man bisher vielfach davon ausgegangen ist, daß "das Maximum der vom Verkehr ausgehenden Störungen...im Feierabendbereich liegt."<sup>1)</sup> Diese Feststellung gilt es in der Weise zu relativieren, daß im Feierabendbereich eine der Belästigungsspitzen liegt, daß jedoch am morgen ein mindestens gleichstarkes, möglicherweise sogar ein noch stärkeres Belästigungsempfinden feststellbar ist.

Die geringsten Belästigungen ergeben sich in der Mittagszeit und bei Nacht, wobei gerade bei dem Wert für die Belästigung bei Nacht zu berücksichtigen ist, daß der Mensch durch die bereits angesprochene Reizschwellererniedrigung nachts empfindlicher auf Geräusche reagiert als am Tage.

---

1) J. KASTKA u.a., Vergleichende Untersuchungen zur Lärmbelästigung von Autobahnen und anderen Straßen, Forschung Straßenverkehr und Verkehrstechnik, Heft 432, Bonn-Bad Godesberg 1984, S. 24

Die mehrfach bereits als stärker belastet beschriebenen Bewohner von Mehrfamilienhäusern berichten besonders häufig von Störungen für die beiden Perioden "frühmorgens" und "nachmittags" zwischen 15<sup>00</sup> und 18<sup>00</sup> Uhr. Während der übrigen Zeiten unterscheiden sie sich bezüglich der Lärmbelastigung nur unwesentlich von anderen.

Tabelle 12: Tageszeitliche Schwerpunkte der Belästigung . .  
durch Straßenverkehrslärm in der Wohnung

frühmorgens zwischen	6 <sup>00</sup> und 8 <sup>00</sup> Uhr	43%*
vormittags zwischen	8 <sup>00</sup> und 12 <sup>00</sup> Uhr	18%
mittags zwischen	12 <sup>00</sup> und 15 <sup>00</sup> Uhr	9%
nachmittags zwischen	15 <sup>00</sup> und 18 <sup>00</sup> Uhr	36%
abends zwischen	18 <sup>00</sup> und 22 <sup>00</sup> Uhr	19%
in der Nacht zwischen	22 <sup>00</sup> und 6 <sup>00</sup> Uhr	7%
*Mehrfachnennungen		N=1.881

Betrachtet man einmal, wie sich die individuell wahrgenommene Lärmempfindlichkeit auf die zeitliche Verteilung der empfundenen Belastung auswirkt, wird deutlich, daß zum einen durchgängig gilt, daß mit abnehmender Lärmempfindlichkeit das Belästigungsempfinden für alle Zeiträume zurückgeht. Gleichzeitig wird jedoch auch deutlich, daß diejenigen, die sich selbst für weitgehend unempfindlich gegenüber Lärm halten, sich deutlich häufiger am morgen als am abend gestört fühlen.

Tabelle 13: Tageszeitliche Schwerpunkte der Belästigung durch Straßenverkehrslärm/subjektive Lärmempfindlichkeit

	Lärmempfindlichkeit			
	extrem und sehr empfindlich	empfindlich	wenig empfindlich	weitestgehend unempfindlich
<u>Lärmbelästigung</u>				
zwischen 6 <sup>00</sup> - 8 <sup>00</sup> Uhr	52%*	50%	43%	36%
zwischen 8 <sup>00</sup> - 12 <sup>00</sup> Uhr	27%	23%	17%	11%
zwischen 12 <sup>00</sup> - 15 <sup>00</sup> Uhr	19%	12%	8%	5%
zwischen 15 <sup>00</sup> - 18 <sup>00</sup> Uhr	46%	45%	37%	19%
zwischen 18 <sup>00</sup> - 22 <sup>00</sup> Uhr	32%	25%	19%	7%
zwischen 22 <sup>00</sup> - 8 <sup>00</sup> Uhr	18%	10%	5%	6%
*Mehrfachnennungen	N=142	N=420	N=903	N=411

Die gesetzlichen Regelungen zum Verkehrslärmschutz, auf die wir im Kapitel 7.1 näher eingehen wollen, grenzen den besser zu schützenden zeitlichen Bereich von abends 22<sup>00</sup> bis 6<sup>00</sup> Uhr ein. Während dieses Zeitraums liegen alle Richtwerte um 10 dB(A) unter den Werten für den Zeitraum 6<sup>00</sup> - 22<sup>00</sup> Uhr. Gleiches gilt für die Orientierungswerte der DIN 18005 "Schallschutz im Städtebau". Auch dort liegen die Orientierungswerte während der Zeit 22<sup>00</sup> - 6<sup>00</sup> um 10 dB(A) unter den Werten für den Rest des Tages. Daß während dieses Zeitraums das Belästigungsempfinden tatsächlich seinen niedrigsten Wert erreicht, hat sicherlich nur zu einem Teil seinen Grund in den entsprechenden rechtlichen Vorschriften. Weitaus bedeutsamer ist, daß das Verkehrsaufkommen während dieser Tageszeit drastisch zurückgeht. Generell muß man in diesem Zu-

sammenhang sagen, daß Verordnungen und Änderungen derselben bei der Lärmreduzierung schnell an die Grenzen der vorgegebenen Fakten stoßen, und der Gesetzgeber bei gegebener Verkehrsinfrastruktur nur begrenzte Gestaltungsmöglichkeiten hat.

#### 4.3 Wo fühlen sich Menschen besonders belästigt?

Die Frage nach dem "Wo?" der Belästigung durch Straßenverkehrslärm ist mehrdeutig. Sie kann sich zum einen auf die Belästigungsvarianz beziehen, der der Einzelne in seinem Alltagsleben unterworfen ist. Sie kann sich zum anderen jedoch auch darauf beziehen, welche räumlichen strukturellen Parameter die Belästigungsstärke beeinflussen. Die Zielrichtung in diesem Kapitel wird von der zweiten Frage bestimmt, wobei wir zum einen untersuchen wollen, wie sich die Lärmbelästigung in verschiedenen Bundesländern darstellt. Zum anderen wird an dieser Stelle gezeigt werden, welchen Einfluß unterschiedliche räumliche Strukturen, die sich z.B. in der Gemeindegröße niederschlagen, auf die Lärmbelastung haben.

Werfen wir zunächst einen Blick auf die unterschiedlichen Belastungen, die von den Bewohnern der verschiedenen Bundesländer für ihre Wohnung berichtet werden. Wie Tabelle 14 zeigt, rangieren die Bundesländer Bremen und Hessen in dieser Lärmhierarchie an der Spitze. Allerdings ist bei der Beurteilung Bremens, Hamburgs, des Saarlandes und Berlins Vorsicht geboten, da hier die Besetzungszahlen der jeweiligen Teilstichproben zu gering sind, um verlässliche Ergebnisse zu gewährleisten. Als gesichert gelten darf jedoch die Aussage, daß die Lärmbelastung in den verschiedenen Bundesländern deutliche Unterschiede aufweist, Unterschiede, die sich auch ergeben, wenn man statt der in Tabelle 14 berücksichtigten Antwortkategorien den Mittelwert der fünf Antwortalternativen wählt. Interessant ist in diesem Zusammenhang,

Tabelle 14: Lärmbelastungshierarchie der Bundesländer

Rang	Bundesländer	Durch Straßenverkehrslärm sehr stark und stark belästigt	(jeweils N)
1	Bremen	23%*	(22)
2	Hessen	22%	(168)
3	Nordrhein-Westfalen	14%	(519)
4	Baden-Württemberg	13%	(273)
5	Rheinland-Pfalz	11%	(113)
6	Bayern	11%	(336)
7	Hamburg	10%	(50)
8	Saarland	6%	(33)
9	Niedersachsen	4%	(228)
10	Schleswig-Holstein	3%	(82)
11	Berlin	2%	(57)

\*Die Prozentzahlen geben den jeweiligen Anteil derer an, die sich durch Straßenverkehrslärm "sehr stark" oder "stark" belästigt fühlen.

daß die durch Straßen- und Flugverkehr erzeugte Lärmbelastung nicht nur länderabhängig variiert, sondern daß in einigen Bundesländern der Fluglärm eine wesentlichere Quelle der Belästigung darstellt als der Straßenverkehrslärm. Wie Tabelle 15 zeigt, gilt dies für die Länder Rheinland-Pfalz, Berlin und in gewissem Umfang auch für Niedersachsen. Hierbei wird gleichzeitig deutlich, daß auch hinsichtlich des Fluglärms eine länderspezifische Lärmbelastung zu existieren scheint, eine Belastung, die in Rheinland-Pfalz als besonders hoch und in Bremen als besonders gering empfunden wird.

Tabelle 15: Belästigung durch Straßenverkehrslärm und Fluglärm in den verschiedenen Bundesländern

Bundesland	Straßenverkehrslärm	Fluglärm
Bremen	2,4*	1,2
Hessen	2,3	1,8
Nordrhein-Westfalen	2,2	2,0
Baden-Württemberg	2,1	2,1
Rheinland-Pfalz	2,2	3,2
Bayern	2,1	2,1
Hamburg	2,0	1,9
Saarland	2,3	1,5
Niedersachsen	1,6	2,0
Schleswig-Holstein	1,7	1,7
Berlin	1,6	2,2

\*Die Zahlen basieren auf dem gewogenen arithmetischen Mittel einer 5er-Skala. Je näher die ausgewiesene Zahl der Ziffer 1, desto geringer die Belästigung. Je größer die ausgewiesene Zahl, desto stärker die Lärmbelästigung.

Die für die verschiedenen Bundesländer ausgewiesenen Lärmbelastigungswerte stellen nun ihrerseits wieder Durchschnittswerte für das jeweilige Bundesland dar, in dem es jeweils Bereiche mit höherer oder geringerer Verkehrslärmbelastigung gibt.

Einer der wesentlichen Indikatoren für die Belästigung durch Straßenverkehrslärm ist in diesem Zusammenhang die Ortsgröße. Die erhobenen Daten zeigen, daß eine Einwohnerzahl von 50.000 als kritische Größe für den Straßenverkehrslärm zu betrachten ist. Ferner wird deutlich, daß in allen Gemeinde-

größe-Klassen bis 50.000 Bewohner der Fluglärm stärker belästigend wirkt als der Straßenverkehr. In den größeren Städten (ab 50.000 Einwohner) dreht sich das Verhältnis um. Hier dominiert im Lästigkeitsempfinden der Straßenverkehrslärm. Tabelle 16 zeigt die Belästigungswerte für den Straßen- und Flugverkehr für Orte über und unter 50.000 Einwohner. Bei der Größenklassifikation (nach Boustedt) ist zu berücksichtigen, daß unmittelbare Randgemeinden einer Großstadt der Großstadt zugerechnet und nicht als Dörfer oder Kleinstädte klassifiziert werden.

Tabelle 16: Belästigung durch Straßenverkehrslärm und Fluglärm/Ortsgröße

	Straßenverkehrslärm	Fluglärm
<u>Ortsgröße</u>		
- 50.000	1,82*	2,24
über 50.000	2,20	1,90

\*Die Zahlen basieren auf dem gewogenen arithmetischen Mittel einer 5er-Skala. Je höher die ausgewiesene Zahl der Ziffer 1, desto geringer die Belästigung. Je größer die ausgewiesene Zahl, desto stärker die Lärmbelästigung.

Dementsprechend erklären auch mehr als drei Viertel (77%) derjenigen, die in Gemeinden mit bis zu 50.000 Einwohnern leben, die eigene Wohnlage für sehr ruhig oder ruhig. Bei denjenigen, die in Gemeinden mit mehr als 50.000 Einwohner leben, reduziert sich der entsprechende Anteil auf 55%.

Innerhalb der Kategorie der größeren Gemeinden (50.000 +) wird zusätzlich eine weitere Differenzierung sichtbar: In Städten mit 50.001-100.000 Einwohnern erklärten 1/3 (33%) die eigene Wohnlage für sehr ruhig. Die entsprechende Zahl

liegt in der Gruppe der Großstadtbewohner (100.000 +) bei nur noch 18,5%, wobei es keinen Unterschied macht, ob die Befragten in "kleinen" Großstädten oder in Millionenstädten leben.

Als wesentlich einschneidender als die Differenzierung zwischen den Großstädten, dies sei noch einmal nachdrücklich betont, erweist sich jedoch die Schwelle über oder unter 50.000 Einwohner. Diese Grenze spielt ebenfalls eine wesentliche Rolle für die Dauer der berichteten Lärmexposition. In den Gemeinden über 50.000 steigt die Lärmbelastigungsdauer signifikant an. Diejenigen, die in Gemeinden bis 50.000 Einwohner leben und von einer Lärmbelastigung durch den Straßenverkehr berichten, geben als durchschnittliche tägliche Belastigungsdauer 2,83 Stunden an. Für die Bewohner größerer Städte steigt der entsprechende Wert auf 4,28 Stunden.

Die Frage nach dem "Wo?" des Straßenverkehrslärms liefert somit neben dem trivialen Ergebnis, daß in größeren Städten die Belästigung größer ist, die Erkenntnis, daß es nicht etwa nur die großen Städte oder gar die Millionenstädte sind, in denen sich die Menschen belästigt fühlen, sondern daß sich die Problematik spätestens in Mittelstädten ab 50.000 Einwohner nachhaltig bemerkbar macht.

Und daß in ländlichen Regionen keine idyllische Ruhe aufkommt, dafür sorgt der dort zu erheblichen Belästigungen führende Fluglärm.

#### 4.4 Durch welche Fahrzeuge fühlen sich Menschen besonders belästigt?

---

Die Alltagserfahrung lehrt, daß die verschiedenen Arten von Kraftfahrzeugen in unterschiedlichem Umfang zum Lärmpegel beitragen. Ergänzend sei hinzugefügt, daß auch innerhalb der einzelnen Fahrzeugtypen große Unterschiede in der Lärmentwicklung feststellbar sind und schließlich sollte man nicht

vergessen, daß ähnliche und sogar gleiche Fahrzeuge, bedingt durch verschiedene Fahrstile, in ihrer Lärmentfaltung sehr unterschiedlich sein können. Auf den letzten Punkt werden wir im Kapitel 5.4 bei der Diskussion der Bedeutung des Fahrers für die Lärmentwicklung noch näher eingehen.

Trotz all dieser Einschränkungen und Differenzierungen trifft man in der Öffentlichkeit auf relativ homogene Stereotype, was die Lärmentwicklung verschiedener Fahrzeugarten angeht. Diese Stereotype sind von erheblicher Bedeutung, selbst wenn sie nicht völlig mit den physikalisch-akustischen Meßergebnissen für die entsprechenden Fahrzeuggruppen übereinstimmen, weil das Lärmerleben eben nachhaltig auch von nicht-akustischen Parametern beeinflußt wird.

Um diese Bewertungen sichtbar zu machen, haben wir in einem ersten Schritt die zugeschriebene Lärmentwicklung von sieben Fahrzeugarten auf einer 5-er Skala einstufen lassen. Da Pretests ergeben hatten, daß die Antworten sich vornehmlich im "laut"-Bereich bewegten, wurde eine einseitig gespreizte Skala eingesetzt, die insbesondere die "laut"-Bewertung differenziert erfaßt.

Tabelle 17 gibt einen Überblick über das Ergebnis.

Tabelle 17: Einstufung verschiedener Fahrzeugarten hinsichtlich ihrer Geräusentwicklung

	PKW	LKW	Motor- rad	Moped	Omni- bus	Sport- wagen	Traktor/ Land- maschine
unerträglich laut	2%	5%	7%	7%	1%	3%	3%
sehr laut	8%	26%	31%	23%	9%	13%	13%
laut	20%	33%	31%	33%	23%	27%	24%
erträglich	55%	29%	23%	29%	52%	44%	42%
leise	14%	6%	6%	7%	13%	11%	14%
keine Angabe	1%	1%	2%	1%	2%	2%	4%
N=jeweils 1.881	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Es wird sichtbar, daß mehr als ein Drittel (38%) der Bevölkerung Motorräder als "unerträglich laut" bzw. "sehr laut" einstufen. Ein knappes Drittel (31%) stuft Lastkraftwagen ebenso ein. Mehr als zwei Drittel der Befragten (69%) stufen PKWs als erträglich oder sogar als leise ein. Diese positive Einstufung des PKW wird im übrigen nicht nur von denjenigen geäußert, die selbst einen PKW fahren. Auch diejenigen, die selbst keinen Führerschein besitzen, urteilen ähnlich positiv. Tabelle 18 macht dies deutlich.

Tabelle 18: Einstufung des PKW als Lärmquelle durch  
PKW-Fahrer und Nicht-Führerscheinbesitzer

	PKW-Fahrer	Nicht-Führer- scheinbesitzer
Einstufung des PKW als:		
...unerträglich laut	2%	1%
...sehr laut	9%	6%
...laut	22%	17%
...erträglich	56%	57%
...leise	11%	18%
keine Angabe	-	1%
	100%	100%
	N=933	N=728

Eher scheint es sogar so zu sein, daß Nicht-Führerscheinbesitzer den PKW hinsichtlich der Lärmerzeugung tendenziell besser einstufen als die PKW-Fahrer dies selbst tun.

Eine gewisse Rolle für die Beurteilung spielt auch das Alter der Befragten. Hier zeichnen sich zwei Ergebnisse ab: Zum einen sind es vor allem die sehr jungen Befragten (bis 20 Jahre), die das Ausmaß der Geräusentwicklung generell niedriger einstufen. Zum zweiten zeigt sich der altersabhängige Einfluß besonders stark bei den motorisierten Zweirädern und Sportwagen, die von dieser Gruppe wesentlich positiver hinsichtlich ihrer Lärmentwicklung eingestuft werden als von den älteren Teilen der Bevölkerung. Dies mag als Beispiel dafür dienen, wie die Affinität zu bestimmten Fahrzeuggruppen eben auch das Urteil über die durch sie erzeugte Lärmbelastung beeinflußt. Ganz entscheidend für die Beurtei-

lung der Lärmbelästigung durch die verschiedenen Fahrzeuggruppen ist jedoch die individuelle Lärmempfindlichkeit. Diejenigen, die sich selbst als extrem oder sehr lärmempfindlich einstufen, stufen durchgängig alle Fahrzeuge als lauter ein. Tabelle 19 zeigt dies anhand der aus den Bewertungsskalen errechneten Mittelwerten.

Tabelle 19: Bewertung verschiedener Fahrzeugarten hinsichtlich ihrer Geräuscentwicklung/Lärmempfindlichkeit

	Individuelle Lärmempfindlichkeit			
	extrem/ sehr lärm- empfindlich	lärmemp- findlich	wenig lärm- empfindlich	weitestgehend unempfindlich gegenüber Lärm
PKW	3,0*	2,7	2,2	1,8
LKW	3,7	3,3	2,9	2,4
Motorrad	3,7	3,5	3,1	2,6
Moped	3,5	3,3	2,9	2,5
Omnibus	2,9	2,6	2,2	2,0
Sportwagen	3,1	2,8	2,4	2,2
Traktor/Land- maschinen	2,8	2,7	2,4	2,2

N=1.881 \*Die Mittelwerte liegen zwischen 1 und 5. Je näher ein Zahlenwert der Ziffer 1, desto leiser wird der Fahrzeugtyp empfunden.

Tabelle 19 verdeutlicht außerdem, daß die Lärmbelästigungshierarchie bei allen Gruppen ähnlich ist.

Der nächste Schritt der Untersuchung besteht nun darin, die Beurteilung der einzelnen Fahrzeugarten hinsichtlich ihrer Lärmentwicklung in einer Gesamthierarchie zu überprüfen, um deutlich zu machen, welche Fahrzeuge denn als besonders lästig eingestuft werden.

Eine solche Hierarchie ließe sich anhand der Beurteilungsmittelwerte erstellen. Wir haben uns an dieser Stelle jedoch entschieden, durch eine direkte Frage nach dem Fahrzeug, durch das sich der einzelne am meisten gestört oder belästigt fühlt, diese Hierarchie zu entwickeln. Tabelle 20 zeigt das Ergebnis.

Tabelle 20: Rangfolge der Fahrzeugarten nach dem Grad ihrer Lästigkeit bei der Lärmentwicklung

Rangplatz	Fahrzeugart	Anteil der Nennungen
1	Motorräder	29%
2	Lastkraftwagen	27%
3	Mopeds	18%
4	PKW	8%
5	Traktor/ Landmaschinen	7%
6	Sportwagen	3%
7	Omnibus	2%
N=1.881		100%

Es zeigt sich, daß nicht etwa Lastkraftwagen die meisten Nennungen auf sich ziehen, sondern daß Motorräder als störendste Fahrzeugart gelten, allerdings dicht gefolgt von den Lastkraftwagen. Dagegen halten nur 8% den PKW für den

lästigsten Lärmerzeuger. Überraschend gut schneiden Sportwagen und Omnibusse ab, die nur selten als lästigste Lärmquelle im Straßenverkehr genannt werden.

Interessant ist in diesem Zusammenhang, daß sich für bestimmte Fahrzeugarten deutliche Bewertungsunterschiede in Abhängigkeit vom Alter zeigen. Wie Tabelle 21 deutlich macht, steigt mit zunehmendem Alter die Zahl derer, die Motorräder für das lästigste Fahrzeug halten. Umgekehrt nimmt die negative Einstufung von LKWs mit zunehmendem Alter ab. Anders ausgedrückt: Junge Leute fühlen sich stärker durch LKW-Lärm, ältere Befragte eher durch den Lärm motorisierter Zweiräder belästigt. Eine solche Altersabhängigkeit ist demgegenüber für den PKW nicht feststellbar.

Tabelle 21: Die Lästigkeit ausgewählter Fahrzeugarten/Alter

	bis 20 Jahre	21-34 Jahre	35-54 Jahre	55 Jahre und älter
<u>Lästigste Fahrzeugart:</u>				
Motorräder	18%	24%	31%	34%
Mopeds	12%	15%	21%	21%
LKW	40%	34%	21%	23%
PKW	7%	9%	8%	7%
	N=258	N=409	N=609	N=605

Die individuelle Lärmempfindlichkeit wirkt sich vornehmlich auf die Bewertung des PKW aus. Diejenigen, die sich selbst als "extrem" oder "sehr" lärmempfindlich einstufen, nennen signifikant häufiger als andere den PKW als lästigste Fahrzeugkategorie. Demgegenüber bezeichnen diejenigen, die sich

selbst als weitestgehend unempfindlich gegenüber Lärm einstufen, deutlich häufiger die motorisierten Zweiräder als lästigste Lärmquelle.

#### 4.5 Welche Fahrergruppen gelten hinsichtlich der Lärm- entfaltung als besonders rücksichtslos?

---

Nachdem deutlich geworden ist, daß in der Öffentlichkeit bezüglich der Lärmentwicklung der verschiedenen Arten von Kraftfahrzeugen differenzierte Vorstellungen herrschen, stellt sich die Frage, ob ähnliche Differenzierungen auch für verschiedene Fahrergruppen nachweisbar sind. Als erstes Ergebnis ist in diesem Zusammenhang zu vermerken, daß circa drei Viertel (74%) der Befragten die Meinung vertreten, daß es sehr wohl einzelne Fahrergruppen gibt, die dadurch auffallen, daß sie besonders viel Lärm im Straßenverkehr machen. Aus Vorgesprächen war deutlich geworden, daß derartige Gruppen nicht nur über das gefahrene Fahrzeug beschrieben werden können, sondern daß als zusätzliche Kriterien Alter und Geschlecht eine Rolle spielen. Tabelle 22 bestätigt diese Aussage auf eindrucksvolle Weise. Zwar erweisen sich auch hier Motorradfahrer als diejenige Gruppe, der am häufigsten Rücksichtslosigkeit bei der Lärmentfaltung zugeschrieben wird - parallel zu den fahrzeugbezogenen Ergebnissen des vorangehenden Abschnitts - aber bereits an zweiter Stelle rangiert die Gruppe der "jungen Fahrer", die in diesem Kontext als besonders rücksichtslos gelten.

Tabelle 22: Rangfolge verschiedener Fahrergruppen, die als besonders rücksichtslos hinsichtlich der Lärmentfaltung gelten

Rangplatz	Fahrer	Anteil der Nennungen
1	Motorradfahrer	44%*
2	Jugendlicher Fahrer	34%
3	Mopedfahrer	31%
4	LKW-Fahrer	29%
5	Sportwagenfahrer	17%
6	Männer	8%
7	PKW-Fahrer	5%
8	Busfahrer	4%
9	Taxifahrer	4%
10	Ältere Fahrer	1%
11	Frauen	0

N=1.881 \*Mehrfachnennungen

Da auch Mopedfahrer im Regelfall eher den jungen Fahrern zuzurechnen sind, verstärkt deren dritter Rang das Ergebnis des eher negativen Images dieser Gruppe. Die Einstufung auf den Rangplätzen 1-3 ist dabei im hohen Maße altersabhängig: Mit zunehmendem Alter der Befragten steigt die Wahrscheinlichkeit, daß motorisierte Zweiradfahrer und Jugendliche als besonders rücksichtslos hinsichtlich der Lärmentfaltung eingestuft werden.

Besonders positiv werden demgegenüber ältere Fahrer und Frauen beurteilt. Von 876 befragten Männern stufen nur 3 die

Frauen als rücksichtslos auf diesem Gebiet ein, von den 1.005 befragten Frauen waren es gar nur 2, die eine derartige negative Einstufung vornahmen. Lärmempfindliche Personen neigen insbesondere dazu, jungen Fahrern und Motorradfahrern negative Noten zu erteilen. Am Rande sei noch erwähnt, daß Motorradfahrer in Bayern, Schleswig-Holstein und Hessen besonders negativ eingestuft werden und jugendliche Fahrer in Bremen und Rheinland-Pfalz die schlechtesten Bewertungen erzielten.

Lärm auf der Straße ist damit in der Öffentlichkeit kein PKW-Problem, sondern ein Problem motorisierter Zweiradfahrer, junger Fahrer und in gewissem Umfang der LKW-Fahrer.

Wie nun diejenigen Gruppen aussehen, die sich in besonderem Maße durch Verkehrslärm belästigt fühlen, soll im folgendem Abschnitt näher untersucht werden.

#### 4.6 Wer fühlt sich im besonderen durch Straßenverkehrslärm belästigt?

---

Zur Beschreibung derjenigen, die im besonderen Maße unter Straßenverkehrslärm leiden, bieten sich zwei Wege an: Zum einen kann man versuchen zu ermitteln, in wieweit bestimmte demographische Faktoren mit Belästigungsaussagen korrelieren zum anderen kann man analysieren, welche Personengruppen sich persönlich als besonders lärmempfindlich beschreiben und von daher auf den Lärm des Straßenverkehrs besonders sensibel reagieren.

Wir wollen in diesem Abschnitt beide Vorgehensweisen miteinander verknüpfen und zunächst mit einem Blick auf den Anteil der Lärmempfindlichen in der Gesamtbevölkerung beginnen.

Tabelle 23 weist in der "Gesamt"-Spalte aus, daß sich knapp 30% der Bevölkerung als mehr oder weniger lärmempfindlich beschreiben, wobei der Anteil derer, die von sich selbst be-

haupten, extrem oder sehr lärmempfindlich zu sein, bei 7% liegt. Andere Untersuchungen stufen den Anteil der Lärmempfindlichen etwas anders ein. So schätzt JANSEN<sup>1)</sup> deren Anteil auf circa 10-15%. Diese Schätzungen schwanken verständlicherweise stark mit den verwendeten Meßinstrumenten und den Kategorien, die zur Definition der "besonderen Lärmempfindlichen" herangezogen werden. Bekannt ist in diesem Zusammenhang, daß Neurotiker und psychisch labile Personen stärker auf Lärmbelastung reagieren als Gesunde.

Tabelle 23: Lärmempfindlichkeit/Geschlecht

	Männer	Frauen	Gesamt
Es stufen sich ein als...			
...extrem lärmempfindlich	1%	1%	1%
...sehr lärmempfindlich	5%	8%	6%
...lärmempfindlich	18%	26%	22%
...wenig lärmempfindlich	52%	45%	48%
...weitestgehend unempfindlich gegenüber Lärm	24%	20%	22%
keine Angabe	1%	-	1%
	100%	100%	100%
	N=876	N=1.005	N=1.881

Tabelle 23 macht die Tendenz sichtbar, daß Frauen ein wenig sensibler gegenüber Lärm reagieren. 65% der Frauen bezeichnen sich selbst als "wenig lärmempfindlich" oder "weitest-

1) Vgl. G. JANSEN, Verkehrslärmwirkungen bei besonderen Personengruppen, Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 34, 1978, S. 155

gehend unempfindlich", der entsprechende Anteil der Männer liegt mit 76% deutlich höher.

Während jedoch die Empfindlichkeitsdifferenz zwischen Männern und Frauen relativ gering ist, erweist sich der Faktor Alter als bedeutsamer. Wie Tabelle 24 zeigt, wächst die Lärmempfindlichkeit mit höherem Alter kontinuierlich an.

Tabelle 24: Lärmempfindlichkeit/Alter

	Alter			
	bis 20	21-34	35-54	55 u. älter
Es stufen sich ein als...				
...extrem lärmempfindlich	0%	1%	1%	1%
...sehr lärmempfindlich	2%	7%	6%	9%
...lärmempfindlich	13%	20%	20%	30%
...wenig lärmempfindlich	53%	46%	51%	44%
...weitestgehend unempfindlich gegenüber Lärm	32%	26%	21%	16%
keine Angabe	-	-	1%	-
	100%	100%	100%	100%
	N=258	N=409	N=609	N=605

So erklären 85% der jungen Befragten (bis 20 Jahre) sich als wenig lärmempfindlich oder weitestgehend unempfindlich. Der entsprechende Anteil in der höchsten Altersgruppe (über 55 Jahre) liegt bei 60%.

Lärmempfindliche Personen findet man im übrigen eher unter den Abiturienten und Personen, die studiert haben. 14% dieser

Gruppe halten sich für extrem oder sehr lärmempfindlich. Der entsprechende Anteil bei Volksschülern ist mit 7% nur halb so groß.

Es stellt sich nun die Frage, in welchem Ausmaß die berichtete Lärmempfindlichkeit mit Aussagen zur Lärmbelästigung korreliert und welche Gruppen in besonderem Maße über Belästigungen durch Straßenverkehrslärm klagen.

Wie die folgende Tabelle 25 zeigt, besteht ein relativ enger Zusammenhang zwischen Empfindlichkeit und dem Grad der Belästigung durch Straßenverkehr.

Tabelle 25: Belästigung durch Straßenverkehrslärm/  
Lärmempfindlichkeit

	Lärmempfindlichkeit			
	extrem u. sehr lärm- empfindlich	lärmemp- findlich	wenig lärm- empfindlich	weitest- gehend un- empfindlich
Durch Straßenverkehrslärm...				
...sehr stark belästigt	18%	6%	4%	0%
...stark belästigt	24%	15%	4%	0%
...mäßig belästigt	22%	29%	23%	6%
...kaum belästigt	13%	24%	28%	22%
...gar nicht belästigt	23%	25%	40%	69%
keine Angabe	-	1%	1%	3%
	100%	100%	100%	100%
	N=142	N=420	N=903	N=411

Während extrem und sehr lärmempfindliche Personen in 42% der Fälle berichten, durch Straßenverkehr sehr stark oder stark belästigt zu werden, sinkt die Belästigungsrate kontinuierlich bis auf 0% bei denjenigen, die sich als unempfindlich einstufen. Die Abnahme der berichteten Belästigung bei geringerer Empfindlichkeit ist im übrigen für alle Lärmquellen nachweisbar, sie ist allerdings für den Bereich des Straßenverkehrslärms besonders ausgeprägt.

Betrachtet man nun, welche Personengruppen sich in besonderem Maße durch Straßenverkehrslärm belästigt fühlen, so stellt man fest, daß hier die Einflüsse einzelner Variablen weitaus weniger ausgeprägt sind als bezüglich der Lärmempfindlichkeit. So sind etwa Unterschiede zwischen Männern und Frauen bezüglich der Lärmbelästigung durch Straßenverkehr nicht feststellbar,<sup>1)</sup> beide fühlen sich in gleichem Umfang durch Straßenverkehrslärm belästigt.

Sichtbar wird allerdings, daß Ältere sich in stärkerem Maße als jüngere Bürger belästigt fühlen, ein Ergebnis, dem insofern große Bedeutung zukommt, als der Anteil Älterer an der Gesamtbevölkerung in den nächsten Jahren stetig wachsen wird.

Daß die sozialen Rahmenbedingungen die erlebte Belästigung beeinflussen, ist bereits an anderer Stelle dieses Berichtes erwähnt worden. Der Vollständigkeit halber sei jedoch hier noch einmal erwähnt, daß in kleineren Städten und Gemeinden (unter 50.000 Einwohner) die Belästigung durch Straßenverkehrslärm geringer ist und daß ökonomische Faktoren in der Weise eine Rolle spielen, daß mit höherem Einkommen über eine verbesserte Wohnsituation die Lärmbelästigung durch Straßenverkehr zurückgeht.

---

1) Dieses Ergebnis zeigt sich auch bei einer Interpretation der Daten von INFRATEST-Untersuchungen der Jahre 1985, 1986 und 1987.

Unstreitig spielt jedoch die individuelle Lärmempfindlichkeit, wie Tabelle 25 gezeigt hat, die wichtigste Rolle. Dies wiederum hat gravierende Konsequenzen für alle Maßnahmen und die öffentliche Diskussion über Lärmprobleme. Schließlich basiert die individuelle Lärmempfindlichkeit nicht nur auf den individuell vorgegebenen physiologischen Grundlagen einer Person, sondern die Empfindlichkeit wird sozial geformt und bestimmt. Dies hat zur Konsequenz, daß die öffentliche Diskussion über Lärm und Lärmfolgen einen Einfluß auf die Sensibilität haben kann und das Belästigungsempfinden somit von außen beeinflußt werden kann. KLOSTERKÖTTER<sup>1)</sup> weist in diesem Zusammenhang darauf hin, daß z.B. Interessengemeinschaften und Bürgerinitiativen mit dem Problem konfrontiert sind, daß sich durch die Herausstellung der Lärmproblematik Veränderungen in der Sensibilität ergeben können, die durchaus nachteilig für die Betroffenen sind.

So erscheint es denkbar, durch entsprechende Aktivitäten auch solche Gruppen für Straßenverkehrslärm zu sensibilisieren, die in diesem Abschnitt als relativ weniger belästigt beschrieben wurden.

#### 4.7 Über welche gesundheitlichen Folgen des Straßenverkehrslärms berichtet die Bevölkerung?

Im Kapitel 2 dieser Untersuchung haben wir bereits beschrieben, welche Auswirkungen Lärm auf den Organismus und insbesondere auf das Schlafen hat. Dabei war festgestellt worden, daß die "Unbehaglichkeitsschwelle" bei etwa 65 dB(A) und die "Unannehmbarkeitsschwelle" bei 85 dB(A) angesetzt wird, Werte also, die im Straßenverkehr vielfach erreicht und über-

---

1) W. KLOSTERKÖTTER, Belastbarkeit von Menschen durch Geräusche im Hinblick auf die Immissionsrichtwerte, a.a.O., S. 35

schritten werden. Von daher ist zu vermuten, daß in der Bevölkerung in gewissem Umfang über negative gesundheitliche Folgen berichtet wird. Tabelle 26 gibt einen ersten Überblick über die Häufigkeit der berichteten Störungen. Hierbei ist allerdings zu beachten, daß die Daten der Tabelle 26 nicht das Ergebnis ärztlicher Diagnostik darstellen, sondern die subjektiven Aussagen von Befragten wiedergeben. Trotz dieser Einschränkung spiegeln sie selbstverständlich Belastungen wieder, denen der einzelne ausgesetzt ist.

Tabelle 26: Häufigkeit gesundheitlicher Beeinträchtigungen durch Straßenverkehrslärm/Alter

	Alter				Gesamt
	-20	21-34	35-54	55 Jahre u.ä.	
Gesundheitliche Auswirkungen genannt	12%	20%	23%	23%	21%
keine gesundheitlichen Auswirkungen genannt	88%	80%	77%	77%	79%
	100%	100%	100%	100%	100%
	N=258	N=409	N=609	N=605	N=1.881

Die Tabelle verdeutlicht, daß rund jeder fünfte in der Bevölkerung gesundheitliche Auswirkungen durch Straßenverkehrslärm bei sich vermutet. Gleichzeitig wird sichtbar, daß die berichtete Belastung mit dem Alter ansteigt.

Weitaus entscheidender als das Alter wirkt sich in diesem Zusammenhang jedoch die subjektiv empfundene Lärmempfindlichkeit aus.

Tabelle 27: Häufigkeit gesundheitlicher Beeinträchtigungen durch Straßenverkehrslärm/Lärmempfindlichkeit

	Lärmempfindlichkeit			
	extrem und sehr lärmempfindlich	lärmempfindlich	wenig lärmempfindlich	weitestgehend unempfindlich
Gesundheitliche Auswirkungen genannt	56%	46%	13%	1%
keine gesundheitlichen Auswirkungen genannt	44%	54%	87%	99%
	100%	100%	100%	100%
	N=142	N=420	N=903	N=411

Mehr als die Hälfte derjenigen (56%), die sich selbst als extrem oder sehr lärmempfindlich einstufen, berichten über gesundheitliche Auswirkungen. Auf der anderen Seite stehen diejenigen, die weitestgehend unempfindlich gegen Lärm sind. Von ihnen werden gar keine gesundheitliche Auswirkungen berichtet.

Interessant ist in diesem Zusammenhang, daß Kraftfahrer nicht dazu neigen, Auswirkungen zu verharmlosen. 25% der Führerscheinbesitzer, die noch aktiv selbst fahren, schreiben dem Straßenverkehrslärm negative Konsequenzen für das eigene Wohlbefinden zu. Der entsprechende Prozentsatz liegt für diejenigen, die keinen Führerschein besitzen, bei nur 15%.

Auch zwischen den einzelnen Bundesländern zeigen sich Unterschiede in der Nennungshäufigkeit von negativen gesundheitlichen Auswirkungen des Straßenverkehrslärms: In Bremen, Baden-Württemberg, Bayern und Hessen ist die Zahl derer, die über

derartige Folgen berichten, deutlich höher als beispielsweise in Niedersachsen oder Hamburg.

In einem zweiten Schritt wollen wir nun der Frage nachgehen, über welche negativen gesundheitlichen Folgen mit welcher Häufigkeit berichtet wird.

Tabelle 28: Rangfolge der durch Straßenverkehrslärm hervorgerufenen gesundheitlichen Beeinträchtigungen

Rangplatz	Art der Beeinträchtigung	Häufigkeit der Nennung*
1	Einschlafstörungen	36%**
2	Nervosität	33%
3	Schlafstörungen	30%
4	Kopfschmerzen	30%
5	Gereiztheit	24%
6	Unruhe	23%
7	Ärger	23%
8	Abgespanntheit/Müdigkeit	22%
9	Streß	17%
10	Mangelnde Konzentrationsfähigkeit	14%
11	Herz-, Kreislaufprobleme	10%
12	Magenprobleme	6%

\* Die Häufigkeit ist bezogen auf die Teilgesamtheit derer, die von gesundheitlichen Folgen berichten: N=392

\*\*Mehrfachnennungen

Tabelle 28 zeigt, daß als gesundheitliche Folgen vor allem Schlafstörungen, Nervosität und Kopfschmerzen genannt werden, wobei bei den Schlafstörungen Schwierigkeiten beim Einschlafen dominieren. Dieses Ergebnis deckt sich mit anderen Erfahrungen, so berichtet REHM: "Die Klagen der Bevölkerung richten sich sehr häufig gegen Schlafstörungen durch Lärm."<sup>1)</sup>

Gleichzeitig läßt sich aus der Tabelle ableiten, daß diejenigen, die über gesundheitliche Beeinträchtigungen berichten, in der Regel mehrere Beeinträchtigungen gleichzeitig nennen, im Schnitt etwa 2,5. Organische Folgen, wie etwa Herz- und Kreislaufschwierigkeiten oder Magenprobleme werden dabei eher selten genannt.

Auch bezüglich der berichteten gesundheitlichen Folgen erweist sich die individuelle Lärmempfindlichkeit als bedeutende Einflußgröße. Tabelle 29 zeigt, daß diejenigen, die sich als besonders lärmempfindlich einstufen, besonders häufig über Schlafstörungen klagen, gleichzeitig tritt bei dieser Gruppe häufiger Nervosität und Gereiztheit als Folge des Straßenverkehrslärms auf.

---

1) S. REHM, a.a.O., S. 45

Tabelle 29: Häufigkeit ausgewählter lärmbedingter  
Beeinträchtigungen/Lärmempfindlichkeit

	Lärmempfindlichkeit		
	extrem und sehr empfindlich	lärmempfindlich	wenig und weitgehend unempfindlich
Einschlafstörungen	48%*	34%	31%
Schlafstörungen	43%	28%	25%
Gereiztheit	39%	37%	12%
Nervosität	38%	32%	31%
Unruhe	30%	22%	20%
*Mehrfachnennungen	N=79	N=193	N=121

Größere Lärmempfindlichkeit wirkt sich zusätzlich in der Weise aus, daß empfindliche Personen im Durchschnitt mehr Beeinträchtigungen nennen als solche, die sich als weniger empfindlich bezeichnen. In Zahlen ausgedrückt heißt das: "Extrem" und "sehr" lärmempfindliche Personen nennen im Schnitt 3,2 gesundheitliche Auswirkungen. Für Befragte, die sich als "lärmempfindlich" bezeichnen, sinkt die entsprechende Ziffer auf durchschnittlich 2,7 Nennungen. Bei denjenigen, die "wenig" oder "unempfindlich" gegen Lärm sind, liegt die entsprechende Zahl nur noch bei 2,2.<sup>1)</sup>

---

1) Als Bewertungsbasis der Durchschnittswerte dienen jeweils die Teilgesamtheiten, die von erlebten Beeinträchtigungen berichten.

Männer und Frauen unterscheiden sich in einigen Bereichen hinsichtlich der Art der berichteten Beeinträchtigungen. Männer nennen häufiger Nervosität, Hektik und Streß als Lärmfolge. Frauen berichten öfter über Kopfschmerzen und Schlafstörungen. Hierbei ist zu beachten, daß physiologische Untersuchungen zeigen, daß auch bei den vegetativen Reaktionen, also denen, die nicht dem Willen unterworfen sind, Unterschiede zwischen Männern und Frauen feststellbar sind. So berichtet KLOSTERKÖTTER über signifikant stärkere elektrische Hautwiderstandsänderungen bei Frauen bei Reizgeräuschen von 50 dB(A).<sup>1)</sup>

Schlafstörungen sind jedoch nicht nur geschlechts- sondern zusätzlich in hohem Maße altersabhängig: Nur 7% der jungen Befragten (bis 20 Jahre) berichten über diese Lärmfolge. Die entsprechenden Zahlen für höhere Altersgruppen sehen wie folgt aus: 21-34 Jahre: 20% Schlafstörungen; 35-54 Jahre: 30% Schlafstörungen; 55 Jahre und älter: 41% Schlafstörungen.<sup>2)</sup>

---

1) Vgl. W. KLOSTERKÖTTER, Belastbarkeit von Menschen..., a.a.O., S. 17

2) Als Basis der Prozentuierung dient jeweils die Teilgesamtheit der "Betroffenen".

5. Welchen Einfluß haben die verschiedenen Systemkomponenten des Straßenverkehrs auf die Lärmentwicklung?

---

Viele Jahrzehnte konzentrierte sich die Diskussion um den Straßenverkehrslärm ausschließlich auf das Kraftfahrzeug. Vornehmlich Motor-, Getriebe- und vor allem Auspuffgeräusche waren Gegenstand von Studien. Als Beispiel dieser engen fahrzeugzentrierten Sicht mag der Vorschlag der Anti-Lärm-Liga aus dem Jahre 1955 für die Einführung einer Kraftfahrzeug-Lärmsteuer<sup>1)</sup> dienen, wobei es in diesem - aus heutiger Sicht eher kurios wirkenden - Vorschlag vor allem um die Reduktion des Auspufflärms ging.

Spätestens mit Beginn der siebziger Jahre im Zuge eines Systemdenkens auch beim Straßenverkehr erweitert sich auch die Basis der Betrachtung der Lärmentwicklung. Insbesondere beginnt zu diesem Zeitpunkt eine intensivere Erforschung der Bedeutung von Reifen und Straßenoberflächen für die Geräuschentstehung.<sup>2)</sup>

Analysemodelle des Straßenverkehrs stützen sich seit dieser Zeit vielfach auf drei Systemkomponenten: den Fahrer, das Fahrzeug und die Straße. Hinzu treten vielfach als vierte Komponente Aspekte der Gesamtgesellschaft, bzw. die von ihr vorgegebenen Rahmenbedingungen.<sup>3)</sup>

- 
- 1) Vgl. E. DEISCHEL, Vorschlag für die Einführung einer Kraftfahrzeuglärmsteuer, in: Kampf dem Lärm, München 1955
  - 2) Vgl. hierzu: U. SANDBERG, Tire/road noise - studies of the mechanisms of noise generation, methods of measurement and road surface characterisation, Linköping Studies in Science and Technology, Dissertations, No. 166, Linköping 1987
  - 3) Vgl. etwa: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bereich Unfallforschung, Systemanalyse "Straßenverkehrssicherheit", Köln 1972

Die Systemkomponenten Fahrer, Fahrzeug und Straße erweisen sich auch für diese Untersuchung zur Strukturierung als geeignet. Allerdings gilt es zu bedenken, daß die von Kraftfahrzeugen erzeugten Geräusche sich aus Antriebs-, Roll- und Windgeräuschen zusammensetzen, wobei die Windgeräusche vornehmlich für die Akustik im Fahrzeug von Bedeutung sind. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung erscheint es zweckmäßig, die Antriebs- und Rollgeräusche getrennt von einander zu analysieren. Dem wird in diesem Kapitel in der Weise Rechnung getragen, daß in Abschnitt 5.1 vornehmlich den Problemen der Antriebsgeräusche nachgegangen wird und Abschnitt 5.2 sich separat der Bedeutung der Reifen für die Entstehung des Rollgeräusches widmet. Hierbei ist allerdings zu beachten, daß die Systemkomponenten "Reifen" und "Straße" in enger wechselseitiger Beziehung zueinander stehen, die eine ganzheitliche Betrachtung nahelegt. So spricht man in diesem Zusammenhang auch seit einigen Jahren vom "Reifen-Fahrbahn-Geräusch". Es wird sich in diesem Zusammenhang daher nicht völlig vermeiden lassen, daß die einzelnen Abschnitte einige redundante Informationen enthalten.

Neben Aspekten des Fahrzeugs, der Reifen und der Straße beschäftigt sich dieses Kapitel zum Abschluß auch mit der Frage, welchen Einfluß der Fahrer auf die Lärmentstehung hat, wobei wir hier vor allem der Frage nachgehen, inwieweit Fahrer den Stellenwert des individuellen Fahrstils für die Lärmemission erkennen.

Die Abschnitte zur Bedeutung des Fahrzeugs, der Reifen und der Straße für die Lärmentwicklung stützen sich dabei auf einschlägige Forschungsergebnisse und auf Aussagen von Experten, die speziell im Rahmen dieser Untersuchung gehört wurden. Bezüglich der Bewertung des individuellen Fahrstils für die Lärmentwicklung können wir auf eigene repräsentativ erhobene Daten zurückgreifen.

### 5.1 Der Einfluß des Fahrzeugs

Die Überschrift könnte suggerieren, daß Kraftfahrzeuge in einheitlicher Weise zur Lärmentstehung im Straßenverkehr beitragen. Schon die einfache Trennung zwischen motorisierten Zweirädern, PKW und LKW macht jedoch deutlich, daß es "das Fahrzeug" gar nicht gibt und daß es erforderlich ist, zwischen verschiedenen Fahrzeuggruppen zu unterscheiden. Wir wollen uns in diesem Abschnitt im wesentlichen mit den Problemen der Lärmentstehung und Lärmvermeidung beim PKW und beim LKW befassen. Dies geschieht zum einen deshalb, weil diese Fahrzeuggruppen den größten Anteil zum Lärmgeschehen liefern. Zum anderen scheint die Lärmentwicklung motorisierter Zweiräder, stärker noch als die von LKW und PKW ein Ergebnis des Fahrstils des jeweiligen Lenkers zu sein. OLSON<sup>1)</sup> macht dies mit dem Hinweis deutlich, daß bei Motorrädern vor allem die Gasstellung über die Lärmentwicklung entscheidet, wogegen beim PKW oder LKW Geschwindigkeit und Gewicht die bedeutsamen Parameter darstellen.

Generalisierend kann man davon ausgehen, daß LKW um circa 10 dB(A) lauter sind als PKW und daß motorisierte Zweiräder zwischen PKW und LKW, jedoch höher am LKW liegen. Zusätzlich muß man für den innerstädtischen Straßenlärm davon ausgehen, "daß im Geschwindigkeitsbereich von 20 bis 50 km/h die Geräuschemissionen für LKW und Busse praktisch konstant sind, während sie für PKW, Lieferwagen und Motorräder mit zunehmender Geschwindigkeit in dem genannten Bereich um bis zu 3 dB(A) ansteigen. Am stärksten ist dieser Anstieg mit rund

---

1) N. OLSON, Survey of Motor Vehicle Noise, The Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 52, Number 5 (Part I), 1972, S. 1306

8 dB(A) bei Fahrzeugen mit Versicherungskennzeichen."1)

Analytisch betrachtet setzt sich, wie eingangs bereits angedeutet, das Gesamtgeräusch eines fahrenden Kraftfahrzeugs additiv aus zwei Anteilen zusammen, dem Antriebsgeräusch und dem Rollgeräusch. Wir werden uns in diesem Abschnitt vorrangig mit dem Antriebsgeräusch befassen, wobei die Diskussion um den PKW im Vordergrund steht. Das Rollgeräusch, das im wesentlichen von Reifen und Fahrbahn bestimmt wird, ist Gegenstand der folgenden Abschnitte.

Das Antriebsgeräusch eines Fahrzeugs entsteht aus Motorge-räuschen, also den Geräuschen von sich mechanisch bewegenden Teilen, und aus Gaswechselgeräuschen. Bei letzteren unterscheidet man zwischen Ansaug- und Auspuffgeräuschen. Das Antriebsgeräusch eines Automobils wird im wesentlichen von der Motordrehzahl und dem Gasdurchsatz bestimmt.2)

Die Fahrgeschwindigkeit spielt nur insofern eine Rolle, als über die Getriebeabstufung mit bestimmten Geschwindigkeiten in den verschiedenen Gängen bestimmte Drehzahlen verbunden sind, d.h. daß bei gleicher Geschwindigkeit die Geräusch-emission durch die Gangwahl entscheidend beeinflußt werden kann. Um dies an einem Beispiel zu verdeutlichen, sei das Gesamtgeräusch eines PKW bei 50 km/h in Abhängigkeit vom

- 
- 1) Diese Werte wurden vom Forschungsinstitut Geräusche und Erschütterungen (FIGE) 1980 ermittelt.  
Zit. nach: M. EICHENAUER, H.H. VON WINNING, E. STREICHERT u.a., Einfluß der Straßengestaltung auf Fahrverhalten, Betriebszustände und Geräuschemissionen, Vorstudie, Universität Augsburg, November 1981, S. 46
  - 2) H. STEVEN, Einfluß der Fahrweise auf die Geräuschemission eines Kraftfahrzeugs, Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 30, 1983, S. 67

gewählten Gang darstellt.<sup>1)</sup> Alle Werte beschreiben die Schallemission im Teillastbereich.

- 50 km/h im 2. Gang: circa 75 dB(A)
- 50 km/h im 3. Gang: circa 70 dB(A)
- 50 km/h im 4. Gang: circa 67 dB(A).

Das Ziel, die Antriebsgeräusche zu verringern, hat in der Vergangenheit zu einer ganzen Reihe von Maßnahmen seitens der Automobilindustrie geführt. Hierbei ist zwischen aktiven und passiven Maßnahmen zu unterscheiden. Unter aktiven Maßnahmen versteht man solche, die eine Reduktion der Geräuschenstehung zum Ziel haben. Als passiv bezeichnet man solche Maßnahmen, die die entstehenden Geräusche gegen die Umwelt abdämpfen.

Da die Geräuschemission wesentlich von der Drehzahl des Motors abhängt, wirken alle Maßnahmen, die das Drehzahlniveau senken, in Richtung einer Lärmverminderung. In einer Untersuchung von 53 PKW stellt FRIETZSCHE<sup>2)</sup> eine Schwankungsbreite zwischen dem Leerlauf des unbelasteten Motors und der Höchstdrehzahl unter Last von bis zu 45 dB(A) fest.

Insofern stellt der Trend zu großvolumigen Motoren, die bereits im unteren Drehzahlbereich über ein großes Drehmoment verfügen, eine positive Entwicklung dar. Dies gilt jedoch nur insoweit, als auch tatsächlich mit niedrigen Drehzahlen gefahren wird. Die Zahlen über das tatsächliche Geschwindig-

---

1) Die ausgewiesenen Werte beziehen sich auf einen Audi 80, 1,6l Hubraum, 55 KW Nennleistung, bei einer Meßentfernung von 7,5 Metern.

Nach: G. KEMPER, H. STEVEN, Geräuschemissionen von Personewagen bei Tempo 30, Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 31, 1984, S. 37

2) G. FRIETZSCHE, EG-Enquete: Untersuchung der Umweltbelästigung und Umweltschädigung durch den Straßenverkehr in Stadtgebieten - Lärm und Abgase, o.J., zit. nach E. EICHENAUER, u.a., a.a.O., S. 44

keitsverhalten<sup>1)</sup> legen jedoch nahe, davon auszugehen, daß die Lärmvorteile niedrigerer Drehzahlen durch höhere Fahrgeschwindigkeiten kompensiert oder sogar überkompensiert werden. Gleichzeitig muß man jedoch auch berücksichtigen, daß selbst bei extremer Fahrweise die im Stadtverkehr vorkommenden Höchstdrehzahlen nur bei circa 70% der Nenndrehzahl liegen.<sup>2)</sup>

Die Lärmreduzierung, die durch eine niedertourige Fahrweise erreicht werden kann, ist beeindruckend. Sie kann den Lärm auf die Hälfte reduzieren, ein Aspekt, auf den wir bei der Diskussion der Bedeutung des Fahrers in Abschnitt 5.4 noch näher eingehen werden.

Eine lärmwirksame Absenkung der Drehzahlen hat es im Bereich des Leerlaufs gegeben. Lag die Leerlaufdrehzahl vor 10 Jahren noch in der Größenordnung von 850-900 U/min, bewegen sich heute Fahrzeuge dank elektronischer Regelungen im Bereich von 600 U/min. Dies gilt weitestgehend unabhängig vom Betriebszustand des Motors und für Otto- und Dieselmotoren gleichermaßen.

Neben der Motordrehzahl spielt die Motorbelastung für die Geräuscentwicklung eine wesentliche Rolle. Der Einfluß der

---

1) Der Anstieg der Fahrgeschwindigkeit läßt sich am Beispiel von absolut frei fahrenden PKW auf der Autobahn deutlich machen. Die gemessenen durchschnittlichen Geschwindigkeiten entwickelten sich von 1981 bis 1988 wie folgt:

1981: 123 km/h

1983: 126 km/h

1985: 127 km/h

1986: 129 km/h

1987: 130 km/h

1988: 132 km/h

Quelle: Information der Bundesanstalt für Straßenwesen vom 1.3.1989

2) Vgl.: H. STEVEN, a.a.O., S. 69

Motorbelastung ist bei niedrigen Drehzahlen am größten, sie spielt also bei Start- und Wiederbeschleunigungsvorgängen eine große Rolle. Bei gleicher Drehzahl können sich durch Belastungsunterschiede Pegeldifferenzen bis zu 15 dB(A) ergeben. Hier gilt somit, daß Motoren mit größerer Leistung lärmärmer gefahren werden können. Ob dies jedoch tatsächlich geschieht, hängt nicht zuletzt vom Fahrer ab.

Es gibt jedoch weitere aktive Maßnahmen zur Verringerung des Antriebsgräusches. Sie betreffen Bauteile und Nebenaggregate des Motors. Bei einigen Herstellern ist es heute Stand der Technik, bereits bei der Konstruktion von Ölwannen, Zylinderköpfen oder Ventildeckeln das Geräuschverhalten in die Planung und den Entwurf einzubeziehen. So werden beispielsweise aus Schallübertragungsgründen Bauteile aus zwei Schichten gefertigt (z.B. Ventildeckelhauben) oder akustisch abgekoppelt (z.B. Zylinderköpfe).

Auch bei den Nebenaggregaten, die in erheblichem Umfang zum Gesamtlärmhaushalt eines Motors beitragen, gibt es zahlreiche lärmreduzierende Entwicklungen. Es sei hier beispielsweise auf den Kühlerventilator oder Lichtmaschinen verwiesen. Während Kühlerventilatoren früher mit konstantem Übersetzungsverhältnis von der Kurbelwellenriemenscheibe angetrieben wurden und dabei, nicht zuletzt durch ihre exponierte Lage, relativ viel zum Antriebsgeräusch beitrugen, werden diese Ventilatoren heute nur noch bedarfsbezogen elektrisch zugeschaltet, während des Rests der Zeit laufen sie nicht und erzeugen auch keine Geräusche. Lichtmaschinen, die früher insbesondere bei hohen Drehzahlen störende hohe singende Töne erzeugten, laufen inzwischen in Folge konstruktiver Änderungen sehr viel leiser.

Daß Ansaug- und Auspufftrakt durch verbesserte Ansaugfilter und Auspuffsysteme eine unter gleichen Bedingungen verringerte Schallemission produzieren, dürfte allgemein bekannt

sein. Bei manchen Vergleichen gilt es allerdings auch, auf der Hut zu sein. So werden Fahrzeuge mit Automatik-Getriebe vielfach als leiser empfunden als solche mit Schaltgetriebe und auch in den Meßwerten zeigen sich Unterschiede von 2-3 dB(A). Hier handelt es sich in der Regel jedoch um ein Artefakt der Messung: Das subjektive Empfinden läßt sich dadurch täuschen, daß Automatik-Getriebe in der Regel schneller in den hohen Gang schalten und eben dies ist auch die Ursache für den Meßwertunterschied. Gemessen wird bei der Vorbeifahrt im seitlichen Abstand von 7.50 Metern bei einem Fahrzeug mit 4-Gang-Getriebe in der Weise, daß im 2. Gang aus Tempo 50 mit Vollgas beschleunigt wird. Unterzieht man ein Automatik-Fahrzeug dieser Prozedur, befindet sich dieses im Regelfall bereits im dritten Gang und fährt von daher mit geringerer Drehzahl und deshalb auch leiser.

Hier sei im übrigen angemerkt, daß die Meßprozedur relativ realitätsfern ist, da Beschleunigungsvorgänge, insbesondere in der Stadt, in der Regel im dritten Gang und in Teillastbereichen durchgeführt werden.

Neben den aktiven Maßnahmen der Drehzahlreduzierung und Aggregateverbesserung spielen für die Verringerung der Lärmemission passive Maßnahmen eine wesentliche Rolle. Als bedeutsamste Einzelmaßnahme ist in diesem Zusammenhang die Kapselung von Motoren zu sehen. Zunächst waren es Omnibusse, bei denen man durch Kapselung der Motorräume die Schallausbreitung dämmte. Die ersten Entwicklungen dieser Art datieren auf die Jahre 1972/73. Daß Omnibusse in diesem Bereich eine Vorreiterrolle spielten, lag nicht zuletzt daran, daß die Kapselung dort relativ einfach zu realisieren war. Der Motor ist beim Omnibus in der Regel im Heck in einem Raum untergebracht, den man nur noch zu schließen brauchte. Zehn Jahre später begann man damit, Dieselmotoren in PKW zu kapseln (Daimler-Benz). Diese Kapselung stellt eine sehr effi-

ziente passive Schalldämmungsmaßnahme dar. Beim Kaltstart, der bei Dieselmotoren besonders lärmintensiv abläuft, bringt die Kapselung eine Geräuschminderung im Bereich von 6-8 dB(A).

Auch bei LKWs, deren Motoren vielfach völlig freiliegen, wäre durch Kapselungsmaßnahmen der lärmenden Aggregate eine wesentliche Lärminderung möglich. Experten siedeln die erzielbare Lärminderung bei 10 dB(A),<sup>1)</sup> also bei einer Halbierung des Lärmpegels an. Hier verhindert allerdings der derzeit harte ökonomische Wettbewerb, daß derartige Techniken Anwendung finden. Dies ließe sich nur durch entsprechende gesetzliche Auflagen auf europäischer Ebene, die alle Wettbewerber in gleicher Weise treffen, realisieren. Die Kapselung von LKWs stößt allerdings auch aus dem Grund auf Schwierigkeiten, weil die Fahrzeuge selbst sehr variantenreich sind und vielfach eine Reihe von Lärm erzeugenden Zusatz- und Nebenaggregaten ebenfalls gekapselt werden müßten. In diesem Bereich trifft der Vorwurf von HOLZAPFEL, TRAUBE und ULLRICH zu, die behaupten: "Die Bekämpfung des Lärms an der Lärmquelle, dem Kraftfahrzeug, fand bisher bestenfalls halbherzig statt."<sup>2)</sup> Für PKWs dürfte sich dieser Vorwurf dagegen nicht halten lassen, denn dort sind die technischen Möglichkeiten einer weiteren Verringerung der Lärmemission gering, bzw. stoßen sie an die Grenze, an der eine weitere Reduktion der Antriebsgeräusche durch die vorhandenen Rollgeräusche überdeckt wird. Mit welchen Problemen die Konstrukteure in diesem Bereich zu kämpfen haben, werden die beiden folgenden Abschnitte deutlich machen.

Bevor wir uns jedoch mit Reifen und Straße als verantwortlichen Parametern für die Geräuschentwicklung befassen, wollen

---

1) Vgl. z.B. S. ULLRICH, a.a.O., S. 6

2) H. HOLZAPFEL, K. TRAUBE, O. ULLRICH, Autoverkehr 2000, Wege zu einem ökologisch und sozial verträglichen Straßenverkehr, 2. Aufl. Karlsruhe 1988, S. 18

wir in einem kurzen Exkurs auf die Problematik des Fahrzeuginnengeräusches eingehen.

Exkurs: Zum Problem des Fahrzeuginnengeräusches

Die von einem Kraftfahrzeug erzeugten Geräusche wirken nicht nur nach außen sondern auch nach innen und beeinflussen den Fahrer. Aus Untersuchungen ist bekannt, daß hohe Innengeräuschpegel und tiefe Frequenzen die Ermüdung der Insassen fördern. Der Ermüdungseffekt kumuliert, wenn beide Komponenten "Lautstärke" und "tiefe Frequenzen" gleichzeitig auftreten. Kanadische Untersuchungen weisen zudem aus, daß mit steigendem Innengeräuschpegel physiologische Veränderungen einhergehen und sich verkehrsrelevante Parameter, etwa die Reaktionszeit beim Bremsen, negativ verändern.<sup>1)</sup>

Vom Stand der Technik her ist es heute möglich, Fahrzeuge (PKWs) so zu konstruieren, daß nahezu keine störenden Innengeräusche mehr hörbar sind und beispielsweise das Aufzuggeräusche der elektrischen Uhr das akustisch lästigste Ereignis im Fahrzeug ist. Da jedoch das Fahrerleben und insbesondere das Geschwindigkeitserleben eng an die gehörten Fahrgeräusche gekoppelt ist, besteht hier die Gefahr, daß ein Zuviel an Innengeräuschkomfort eine Verringerung der Sicherheit durch reduzierte Information bedeutet. Hierbei gilt es allerdings zu bedenken, daß die Geräuschbeurteilung nicht nur von der beurteilenden Person abhängt. Hier spielen auch Fahrzeug, Fahrzeugtyp, Image und Preisklasse eine Rolle. Hinzu kommt, daß Mensch und Ohr relativ schnell (innerhalb

---

1) Vgl. D. MERGLER-RACINE, P. BHÉREUR, D. GIGUÈRE, Effects of intravehicular noise on the braking reflex in a simulated vehicle, J. Acoust. Soc. Am., Vol. 57, Supplement No. 1, 1975, S. 532-533;  
P. BHÉREUR, D. MERGLER-RACINE, Effects of intravehicular noise on electromyographie activity associated with the brathing relfex, J. Acoust. Soc. Am., Vol. 59, Suppl. No. 1, Spring 1976

weniger Tage) lernen und sich auf neue Gegebenheiten einstellen. Ob und wenn ja, in welchem Umfang, derartige negative Effekte von einer extremen Innengeräuschreduzierung ausgehen, gilt derzeit noch als ungeklärt, es sollte jedoch nicht außerachtgelassen werden.

## 5.2 Der Einfluß des Reifens

Das Gesamtgeräusch eines Kraftfahrzeugs setzt sich, wie bereits festgestellt wurde, aus Antriebs- und Rollgeräusch zusammen. Hierbei kann man davon ausgehen, daß beim PKW ab einer Geschwindigkeit von 40 km/Stunde und beim LKW ab 60 km/Stunde das Rollgeräusch dominiert.<sup>1)</sup> In diesem Abschnitt wollen wir nun darstellen, wie das Rollgeräusch zustande kommt und welche Faktoren dabei eine entscheidende Rolle spielen.

Die erste und möglicherweise ein wenig überraschende Erkenntnis in diesem Zusammenhang besteht darin, daß es eine Vielzahl von Wissenslücken gibt und das Problem der Lärmentstehung beim Abrollen des Reifens auf der Straße keineswegs völlig geklärt ist. Ebenso sind Bemühungen, einen besonders leisen Reifen zu entwickeln, die vor rund 10 Jahren vom Bundesforschungsministerium in Zusammenarbeit mit Forschungsinstituten und der Industrie initiiert wurden, bisher weitestgehend ohne Folgen geblieben.

Bekannt ist, daß es vornehmlich drei Effekte sind, die für die Lärmentstehung beim Reifen verantwortlich sind. Hierbei handelt es sich um

- den Aufschlageffekt,
- das "Air-pumping",
- Blockschwingungen am Reifenauslauf.

---

1) U. SANDBERG, Tire/road noise-studies of..., a.a.O., S. 1

### a) Aufschlageffekt

-----

Der Aufschlageffekt wird durch die Tatsache hervorgerufen, daß die Profilblöcke des Reifens am Einlauf der Aufstandsfläche zusammengedrückt (umgelenkt) werden. Hierzu sind erhebliche Kräfte erforderlich, der Vorgang ist etwa dem Aufschlag eines Hammers auf den Block vergleichbar, wobei die Verformung des Blocks allerdings in der gesamten Aufstandsfläche erhalten bleibt. Dieser Aufschlag erzeugt Lärm und wenn man sich einen rollenden Reifen mit Blockprofil vorstellt, ergibt sich hier eine kontinuierliche Folge von Einzelaufschlägen. Wären nun alle Blöcke gleich lang, würden sich die Aufschläge zu einem Sirenenton addieren, wobei die Tonhöhe mit der Geschwindigkeit variieren würde. Die Industrie begegnet diesem potentiellen Heulen, das sich jeweils in einem engen Frequenzband abspielen würde, auf die Weise, daß sie die Länge der Blöcke variiert. Dadurch wird das per Aufschlageffekt erzeugte Geräusch breitbandiger. Und wie in Kapitel 2.4 bereits festgestellt wurde, werden breitbandige Geräusche im Vergleich zu engbandigen als weniger lästig empfunden.

Der Aufschlageffekt tritt im übrigen nicht nur bei Blockprofilen sondern auch bei Rillenprofilen und selbst bei profillosen Reifen auf. Er ist dort allerdings weniger lärminintensiv, was durch ein anderes Einlaufverhalten in die Aufstandsfläche bedingt ist.

Als Konsequenz des Aufschlageffekts gilt, daß Reifen, die ausschließlich Querrillen enthalten, die lautesten Reifen und solche, die ausschließlich Umfangsrillen besitzen, demgegenüber die leisesten Reifen sind. Wie kompliziert die Zusammenhänge selbst bei diesen in der Praxis nicht vorkommenden Beispielen sind, mag daran deutlich werden, daß bei Reifen, die ausschließlich Querrillen enthalten, gegensätzliche Tendenzen in Abhängigkeit von der Rillenbreite existieren. Bei einer Rillenbreite von 2-9mm steigt der Ge-

räuschpegel, im Bereich 9-12mm sinkt er dagegen.<sup>1)</sup> Eng zusammen mit dem Aufschlageffekt hängt der zweite Effekt, das Air-pumping, auf das wir nun etwas näher eingehen wollen.

#### b) Air-pumping

-----

Mit dem Begriff "Air-pumping", für den sich bisher keine einheitliche deutsche Übersetzung eingebürgert hat, bezeichnet man einen Vorgang, der sich in der Reifenaufstandsfläche abspielt: Beim Abplatten des Reifens kommt es zur Verengung der Rillen bzw. Kanäle. Dabei werden in den Kanälen komplexe Luftströmungen erzeugt. Insoweit kann man sich die Reifenkanäle in der Aufstandsfläche als ein System von Flöten vorstellen, die je nach Länge, Druck und Form, unterschiedliche Töne abgeben.

Die ersten Konzepte zu einer Air-pumping-Theorie<sup>2)</sup> entstanden anfang der siebziger Jahre und sind seitdem immer wieder ergänzt und modifiziert worden. Trotz vieler Bemühungen ist es allerdings nicht gelungen, den Vorgang des Air-pumping erschöpfend zu erklären.

Da man die Luftströme in den Kanälen nicht quantifizieren oder kontrollieren kann, arbeiten die Reifenhersteller in diesem Bereich nach dem "trial und error-Prinzip", gestützt auf eine langjährige Erfahrung. Die Geräuscherzeugung ändert sich im übrigen bei Nässe nachhaltig, da dann nicht nur Luft sondern auch Wasser in den Kanälen strömt.

---

1) J.A. EJSMONT, U. SANDBERG, S. TARYMA, Influence of Tread Pattern on Tire/Road Noise, Transactions of the Sae 1984, Warrendale, PA, USA, S. 8

2) Die originäre "Air-pumping-Theorie" basiert auf einer Arbeit von R.E. HAYDEN, Roadside Noise from the Interaction of a Rolling Tire with the Road Surface, 81<sup>st</sup> Meeting of the Acoust. Society of America, Washington 1979; vgl. auch: G. DESCORNET, U. SNADBERG, Road Surface Influence on Tire Noise, Part. II. Proceedings of Inter-Noise 80, Miami 1980, Noise Control Foundation, New York, USA

c) Blockschwingungen am Reifenauslauf  
-----

Die dritte Komponente, die schwerpunktmäßig für die Geräusentwicklung beim Reifen verantwortlich ist, betrifft das Verhalten der Reifenblöcke am Auslauf der Aufstandsfläche. Sobald der Block die Aufstandsfläche verläßt, wird er gedehnt, da das Ende des Blocks durch den Anpressdruck noch auf der Fahrbahn festgehalten wird. Löst sich der Block komplett von der Fahrbahnoberfläche, bewirkt die vorher stattgefundene Dehnung ein Schwingen des Blocks.

Verstärkt wird die Geräusentwicklung durch zwei zusätzliche Effekte: Zum ersten stellt der Reifen einen Resonanzboden dar, der die Geräusentwicklung der Blockschwingung verstärkt. Zum zweiten bilden Reifen und Straße im Ein- und Auslauf der Aufstandsfläche schalltechnisch einen Trichter. Dieser Trichtereffekt verstärkt den Effekt der Blockschwingungen ebenfalls.

Eines der Hauptprobleme sowohl bei der wissenschaftlichen Erforschung der Reifengeräusche wie auch für den Reifenhersteller besteht nun darin, daß sich die Effekte der drei beschriebenen Komponenten meßtechnisch nur schwer oder gar nicht isolieren lassen. Außerdem ist es vielfach so, daß Maßnahmen der Veränderungen an Reifen, die den Effekt der einen Komponente reduzieren, eine andere Komponente stärker wirksam werden lassen.

Vergleicht man etwa verschiedene Gürtelaufbauten, so stellt man fest, daß sehr steife Gürtelaufbauten das Air-pumping deutlich verringern. Gleichzeitig verstärkt sich aber der Aufschlageffekt. Auf das vom Gesetz vorgeschriebene Messverfahren mit seitlicher Messung bei Vorbeifahrt im Abstand von 7,50 Metern erweisen sich derartige steife Gürtel als vorteilhaft. Die Lärmseitenabstrahlung ist wegen geringeren Air-pumpings niedrig. Würde man den Lärm allerdings von vorn

messen, wäre der Anstieg durch den größeren Aufschlageffekt deutlich messbar.

Ein Geräuschvergleich von Diagonalreifen und Gürtelreifen fällt zugunsten der Diagonalreifen aus: Das günstige Rippenprofil der Diagonalreifen geht einher mit einem geringeren Aufschlageffekt und einer geringeren Zahl von Eigenfrequenzen. Stärker ist dagegen beim Diagonalreifen der Air-pumping-Effekt. Die Lärmdifferenzen zwischen Diagonal- und Gürtelreifen sind allerdings nicht so bedeutsam, daß es erwägenswert wäre, auf die Vorteile der Gürtelreifen in bezug auf Fahrverhalten, Lebensdauer etc. zu verzichten.

Generell ist zu bedenken, daß die Gestaltung eines Reifens immer einen Kompromiß verschiedener Zielvorgaben beinhaltet. Geringe Geräuschentwicklung steht insbesondere im Konflikt mit der Sicherheit auf nasser Fahrbahn. Reifen mit rein umfangsorientierter Profilierung sind lärmmäßig günstig, wegen ihres geringen Aufschwimmwiderstandes besitzen sie jedoch nur eine geringe Sicherheit bei Nässe. Durch eine Blockstrukturierung des Reifens gewinnt man sehr stark im Aufschwimmwiderstand und verliert hinsichtlich des Geräusches. Insoweit ist es nicht verwunderlich, daß beim Reifenhersteller die meiste Zeit bei der Profilentwicklung für die Balance zwischen Geräusch, Aquaplaning und Rutschgefahr verwendet wird. Das Reifenprofil ist insoweit für die Geräuschentwicklung des Reifens der bedeutendste Faktor.

Unterschiedliche Gummimischungen können nur minimal zur Geräuschverringerung beitragen. Dies liegt nicht zuletzt an der engen Bandbreite der in der Praxis verwendbaren Gummimischungen.

Ein lärmverstärkender Effekt geht schließlich vom Reifenverschleiß aus. Zwar wird bei abnehmender Profiltiefe der Air-pumping-Effekt geringer, der ungleichmäßige Abrieb der

Blöcke<sup>1)</sup>, insbesondere beim Blockzupfen am Ausgang der Aufstandsfläche, bewirkt jedoch, daß der Reifen lauter wird. Es gehört daher beispielsweise bei UNIROYAL zum Bewertungsverfahren, daß Reifen im Neuzustand und halb abgefahren bezüglich ihrer Geräusentwicklung gemessen werden.

Die Entwicklung zu leiseren Reifen ist im letzten Jahrzehnt nicht zuletzt dadurch forciert worden, daß die Fahrzeuge wegen ihrer größeren Windschlüpfrigkeit immer leiser wurden und der Reifen ein immer wesentlicherer Faktor für das Innengeräusch und damit für den Fahrkomfort wurde.

Gleichzeitig ist allerdings auch eine gegenläufige Tendenz feststellbar, die eine Lärmerhöhung zur Folge hat. Die Rede ist hier vom Trend zum breiteren Reifen. Nach Expertenmeinung hat der modische Trend zu Breitreifen zu 1-2 dB(A) höheren Emissionen geführt.<sup>2)</sup> Hierbei gilt es allerdings zu bedenken, daß breite Reifen für viele Fahrzeuge keinen modischen Gag darstellen, sondern aus Tragfähigkeits- und Geschwindigkeitsgründen unabdingbar sind. Im übrigen wird der von KRELL ausgewiesene Betrag des Lärmanstiegs von 1-2 dB(A) bei substituierbaren Reifen, und nur die dürften verglichen werden, als an der Obergrenze liegend beurteilt. Dennoch gilt ohne Frage, daß die Tendenz zu Breitreifen eine Lärmerhöhung bedeutet.

Im übrigen weist die Reifenindustrie jedoch darauf hin, daß das Lärminderungspotential der Reifen weitestgehend ausgeschöpft ist und daß größere Minderungsmöglichkeiten eher im

---

1) Die Experten sprechen in diesem Zusammenhang von "Sägezahneffekt", da die Blöcke im Zuge dieses Vorgangs zunehmend das Bild eines Sägezahns einer Kreissäge annehmen.

2) K. KRELL, Neuere Entwicklungen beim Schallschutz an Straßen, Internationales Verkehrswesen 41, (1989), Heft 1, S. 54

Bereich der Straße existieren. Dies wird auch daran deutlich, daß in einem Vergleichstest zwischen dem lautesten und dem leisesten Reifen gleicher Abmessung nur eine Varianz von etwa 1-2 dB(A) gemessen wird, wogegen die Varianz zwischen verschiedenen Fahrbahnen im Bereich von 8-10 dB(A) liegt. Welche Faktoren die Lärmigkeit einer Straße beeinflussen, wollen wir im folgenden Abschnitt darstellen.

### 5.3 Der Einfluß der Straße

Im vorangehenden Abschnitt ist bereits deutlich geworden, daß die Straße im Zusammenspiel mit dem Reifen einen wesentlichen Beitrag zum Lärmgeschehen liefert. An dieser Stelle wollen wir versuchen, den Stellenwert der Straße noch etwas deutlicher herauszuarbeiten.

Hierbei gilt es zunächst einmal zu bedenken, daß die Straße auf zweierlei Weise auf das Lärmgeschehen einwirkt: Zum einen übt die Straßengestalt mit der ihr eigenen Verlaufcharakteristik einen Einfluß auf die Lärmentwicklung aus. Zum anderen sind es die Straßendecken, die im Zusammenspiel mit den Reifen die Lärmentstehung und dort die Rollgeräusche wesentlich beeinflussen.

Außeracht lassen wollen wir an dieser Stelle alle Aspekte schalldämmender oder schallabschirmender Maßnahmen, die an Straßen angebracht oder aufgebaut sein können. Mit den hiermit verbundenen Problemen werden wir uns im Kapitel 6 beschäftigen. Ebenfalls nicht berücksichtigt werden soll die Bebauung der Straße. Hierzu sei nur vermerkt, daß eine geschlossene Bebauung durch die reflektierenden Wände eine Lärmpegelerhöhung zur Folge hat.<sup>1)</sup>

---

1) Beispiele für das Ausmaß der Pegelerhöhung bei geschlossener Bebauung liefert: BUNDESMINISTER FÜR RAUMORDNUNG, BAUWESEN UND STÄDTEBAU, Zur Beurteilung von Schallemissionen in vorhandenen und geplanten Baugebieten, a.a.O., S. 48

Bezüglich der Straßengestalt erweisen sich folgende Merkmale als bedeutsam für die Lärmentwicklung:

- Kurvigkeit<sup>1)</sup>
- Maß der optischen Leitlinien
- Gliederung des Querschnitts
- Breite der nutzbaren Fahrräume.

Bezüglich dieser Merkmale gilt, daß kleinmaßstäbliche kurvige Straßen, ein geringes Maß an optischen Leitlinien und Mischflächen sowie schmalere nutzbare Fahrräume eher lärmreduzierend wirken. "Laute Straßen sind gerade, haben ein hohes Maß an optischen Leitlinien und sind deutlich gegliedert in Fahrbahn und Gehweg."<sup>2)</sup> Die Kriterien machen deutlich, daß Elemente, die geschwindigkeitssenkend wirken, gleichzeitig eine Verringerung der Lärmemission bewirken, geschwindigkeitserhöhende Faktoren dagegen die Lärmbilanz verschlechtern.

Von besonderer Bedeutung für die Lärmentwicklung einer Straße sind ferner die Knoten mit Wartepflicht. Untersuchungen zeigen, daß sich die lautesten Punkte in Fahrtrichtung hinter Kreuzungen befinden. Ursächlich hierfür sind die dort stattfindenden Beschleunigungsvorgänge. Vor Kreuzungen ergibt sich, bedingt durch Verzögerungsvorgänge und Gaswegnahme ein relatives Emissionsminimum.

Wie eingangs bereits gesagt, spielt neben der Straßengestalt die Straßendecke eine entscheidende Rolle für die Lärmemission. Wie bedeutend der Einfluß der Straßenoberfläche ist, zeigt sich daran, daß in Abhängigkeit von der

---

1) vgl. M. EICHENAUER u.a., a.a.O., S. 175 ff

2) M. EICHENAUER, u.a., a.a.O., S. 175

Straßendecke Pegelunterschiede von bis zu 11 dB(A)<sup>1)</sup> festgestellt wurden.

Drei Komponenten spielen für die Lautheit der Straßendecke eine große Rolle:

1. die Makro- und Mikrotextur
2. der Schallabsorptionsfaktor
3. die Elastizität bzw. der Schallwellenwiderstand.<sup>2)</sup>

Makro- und Mikrotextur beschreiben die Rauheit der Straßendecke. Der Schallabsorptionsfaktor spielt insbesondere bei porösen und Dränasphalten eine Rolle. Hierauf gehen wir im Verlaufe dieses Abschnitts noch näher ein. Die Elastizität spielt eine besondere Rolle, wenn man Asphaltbeton- und Zementbetondecken miteinander vergleicht oder die Konsequenzen des Alterungsprozesses von Decken untersucht.

Mit dem Hinweis auf Asphaltbeton- und Zementbetondecken ist bereits eine - möglicherweise die wichtigste - Unterscheidung bezüglich der Lärmcharakteristik getroffen. Zementbetondecken werden vornehmlich im Autobahnbau und Asphaltdecken im Innerortsbau verwendet. Die Zementbetondecken sind dabei etwas lauter als Asphaltbetondecken. Warum dies so ist, konnte bisher noch nicht eindeutig geklärt werden. Man vermutet, daß die größere Starrheit der Zementbetondecke eine Rolle spielt und der Reifen durch die größere Starrheit zu Schwingungen angeregt wird und dabei Geräusche abstrahlt. Daß trotz dieses akustischen Nachteils Zementbetondecken ge-

---

1) V. SANDBERG, Road Traffic Noise - The influence of the Road Surface and its characterization Applied Acoustics, 1987, zit. nach: U. Sandberg, Tire/-road noise-studies of the mechanisms of noise generation, methods of measurement and road surface characterization, Linköping 1987, S. 3:20

2) U. SANDBERG, ebenda, S. 3:9

baut werden, begründet sich dadurch, daß diese langlebiger und besser für hohe Geschwindigkeiten und hohe Verkehrsbelastungen geeignet sind.

Nun unterscheiden sich nicht nur die Asphaltbeton- und Zementbetondecken hinsichtlich der Lärmigkeit. Auch zwischen verschiedenen Decken der jeweiligen Gruppe trifft man auf erhebliche Varianzen bei der Rollgeräuscherzeugung.

Bei den konventionellen Asphaltdecken liegt die Spanne zwischen lauten und leisen Decken bei ca. 6 dB(A). Die Unterschiede resultieren im wesentlichen aus unterschiedlichen Straßenoberflächen, wobei vor allem die mittlere Rauh-tiefe und die Art des Größtkorns<sup>1)</sup> eine Rolle spielen. Das Verbesserungspotential der herkömmlichen Asphaltdecken ist nach Expertenmeinung im übrigen ausgeschöpft. Eine weitere Lärminderung ist nur mit Hilfe von Dränasphalten möglich.

Mit dem Begriff "Dränasphalt" bezeichnet man solche Decken, bei denen die Straßenoberfläche offen ist und die Decke im Innern einen großen Hohlraumgehalt, im allgemeinen circa 15-25%, hat. Diese Decken sind ursprünglich mit der Zielsetzung entwickelt worden, die Straßenoberfläche bei Regen zu entwässern. Das Wasser läuft bei diesen Dränasphalten dann nicht mehr über die Straßendecke zur Seite, sondern dringt in die Decke ein und fließt dort zur Seite ab. Erreicht wird dieser Drainage-Effekt dadurch, daß beim Bau der Straßendecke nicht alle Splittgrößen Verwendung finden. Stattdessen werden nur sehr kleine Korngrößen (0-2 mm) und sehr große Korngrößen (8-11 mm) verwendet. Ferner wird dafür

---

1) Beim Bau der Straßendecke werden verschiedene Fraktionen Splitt verwendet, deren Korngröße im Bereich 1-11 mm variiert.  
Unter "Größtkorn" versteht man dementsprechend den größten verwendeten Korndurchmesser.

gesorgt, daß das Bindemittel nur die aneinander stoßenden Flächen verklebt.

Derartige Dränasphalte - im Volksmund auch "Flüsterasphalt" genannt - nehmen nun nicht nur das Wasser auf. In die Hohlräume kann auch Luft eindringen und hierdurch werden die Reifengeräusche gemindert. Die Größenordnung der Lärminderung bewegt sich in der Größenordnung von 5-10 dB(A), wenn man den Dränasphalt mit Zementbetondecken vergleicht. Im Vergleich zur leisen "normalen" Asphaltdecke beträgt die Pegelminderung 3-5 dB(A).

Einige Probleme bereitet der Dränasphalt hinsichtlich der Verkehrssicherheit. Direkt nach dem Einbau sind die Splittkörner noch ganz mit Asphalt umhüllt und bei Nässe ist die Dränasphaltdecke weniger griffig als eine geschlossene Asphaltdecke. Nach einem halben Jahr, wenn der Asphalt der Oberflächenkörner abgefahren ist, ändert sich das Bild. Durch das vom Dränasphalt aufgenommene Wasser bleiben diese Decken bei Nässe griffiger und damit sicherer. Wenn allerdings die Entwässerung des Dränasphalts zur Seite nicht mehr einwandfrei funktioniert, ergibt sich eine Verschlechterung, da dann der Dränasphalt länger als eine geschlossene Decke feucht bleibt. Die Fahrzeugreifen, die über den Dränasphalt hinwegrotieren, ziehen das Wasser aus den Hohlräumen an die Oberfläche.

Das eigentliche Sicherheitsproblem des leisen Dränasphalts stellt sich allerdings im Winterbetrieb. Wenn das von der Dränasphaltdecke aufgenommene Wasser gefriert, kann weiteres Wasser nicht ablaufen. Zudem besitzt Eis ein größeres Volumen als Wasser. Dies hat zur Folge, daß aus dem Dränasphalt das Eis quasi herauswächst. Um diesen Effekt zu vermeiden, bedarf es der zwei- bis fünffachen Menge Streusalz gegenüber einer "normalen" geschlossenen Decke. Auch die Verwendung von Granulat als Streumittel stößt auf Hindernisse, da dieses die Poren der Asphaltdecke zusetzt und damit den Wasser-

abfluß unterbricht und den Schalldämpfungseffekt zunichte macht. Versuche in Hamburg haben allerdings gezeigt, daß man die Straße durch eine Art Staubsauger wieder vom Granulat befreien kann. Die Haltbarkeit der Dränasphaltdecke im Winter gilt bisher noch als geringer als die herkömmlicher Decken. Die Inntal-Autobahn in Österreich, die mit einer derartigen Decke versehen ist, zeigte, daß nach einem strengen Winter die Decke zu bröckeln begann. .

Somit läßt sich zusammenfassend sagen, daß die Dränasphaltdecken zwar eine Chance zur Verringerung der Lärmemission darstellen, daß es aber einer erheblichen Weiterentwicklung bedarf, um mögliche Sicherheitsnachteile zu vermeiden und eine kostenverträgliche Lebensdauer zu erreichen.

Unmittelbar mit der Lebensdauer einer Straße hängt deren Alter zusammen. In diesem Zusammenhang zeigt sich, daß das Alter einer Straßendecke ebenfalls einen Einfluß auf die Lärmemission ausübt. Die für die Veränderung in der Lärmemission verantwortlichen Vorgänge sind bisher kaum erforscht, da es an vergleichenden Langzeitstudien fehlt. Als Faustregel kann man davon ausgehen, daß Fahrbahndecken im Verlaufe des Alterungsprozesses lauter werden. Dies gilt aus unterschiedlichen Gründen sowohl für Asphalt- wie auch für Zementbetondecken.

Erheblichen Einfluß auf die Lärmigkeit einer Straße haben selbstverständlich auch solche Maßnahmen, die im Verlaufe der Alterung ergriffen werden, um die Griffigkeit der Decke zu erhöhen. Das Einfräsen von Querrillen auf Autobahnen oder die Erhöhung der Rauigkeit durch Hammerschläge bewirken stets eine erhebliche Geräuscherhöhung. In diesem Zusammenhang werden in der Öffentlichkeit vielfach auch die Aufpflasterungen in verkehrsberuhigten Bereichen diskutiert, da gepflasterte Straßen eine erheblich höhere Geräuschemission aufweisen als beispielsweise Asphaltdecken. Messungen und Befragungen zeigen, daß "der Unterschied in der Geräusch-

emission von PKW zwischen den Fahrbahnoberflächen Asphalt und Reihensteinpflaster bei Geschwindigkeiten über 30 km/h deutlich störend hörbar ist. Bei mittleren Geschwindigkeiten unter 15 km/h besteht jedoch kaum noch ein Unterschied...."1) Insofern gilt es bei Verkehrsberuhigungsmaßnahmen sorgfältig darauf zu achten, welche Geschwindigkeiten nach Durchführung einer Maßnahme tatsächlich gefahren werden.

Straßengestalt und Fahrbahnstruktur üben somit auf vielfältige Weise einen Einfluß auf das Lärmgeschehen aus, wobei in der Forschung zum Teil die Meinung vertreten wird, daß die durch die Verbesserung der Decken (z.B. Dränasphalt) bewirkte Lärmreduktion den in den letzten Jahren durch andere Ursachen (z.B. höhere Geschwindigkeiten) hervorgerufenen Lärmanstieg nur kompensiert.<sup>2)</sup>

#### 5.4 Der Einfluß des Fahrers

Bereits die Diskussion der Bedeutung des Fahrzeugs für die Lärmentwicklung hat gezeigt, daß der Fahrer durch seine Fahrweise und dort insbesondere durch die Gangwahl und den genutzten Drehzahlbereich entscheidenden Einfluß darauf hat, welche Lärmemission sein Fahrzeug erzeugt. Wie groß die Spannweite bei Geräuschspitzen und Durchschnittswerten in Abhängigkeit von der Fahrweise ist, belegen die Ergebnisse von STEVEN. Er stellt fest: "Bei niedertouriger Fahrweise sind die Geräuschspitzen um 11 dB(A) geringer als bei hochtouriger Fahrweise. Bei den Durchschnittswerten beträgt der

---

1) H.J. GIESLER, A. NOLLE, Einfluß von Geschwindigkeit und Fahrweise auf den innerstädtischen Verkehrslärm, Zeitschrift für Lärmbekämpfung, Jahrgang 34, 1987, S. 31

1) In dieser Richtung äußert sich beispielsweise KRELL. Vgl. K. KRELL, Neuere Entwicklungen beim Schallschutz an Straßen, Internationales Verkehrswesen 41 (1989), 1. Heft, S. 54

Unterschied 7 db(A).<sup>1)</sup> Andere Untersuchungen berichten in diesem Zusammenhang gar von Geräuschpegelvarianzen von bis zu 20 dB(A).<sup>2)</sup>

Daß das Verhalten des Fahrers wesentliche Auswirkungen auf die Emission des Fahrzeugs hat, ist auch aus Untersuchungen zur Schadstoffmessung hinlänglich bekannt. SCHRÖER kommt in diesem Zusammenhang zu dem Ergebnis, "daß die Höhe der Emission von Stickoxiden und Kohlenwasserstoffen wesentlich vom Verhalten des Fahrers beeinflusst wird...durch gezielte Information und/oder Motivation der Gesamtheit aller Kraftfahrzeugfahrer läßt sich auch bei unveränderter Nutzung mit dem derzeitigen Kraftfahrzeugbestand die Stickoxid- und Kohlenwasserstoffemission ohne technische Änderungen kurzfristig spürbar senken."<sup>3)</sup> Es kann davon ausgegangen werden, daß ähnliches für den Bereich der Lärmemission gilt und Messungen in Tempo-30-Zonen und verkehrsberuhigten Bereichen, in denen tatsächlich langsamer und verhaltener gefahren wird, weisen in der Regel Pegelminderungen um 3 bis 4 dB(A) auf.

Die Fahrweise eines Fahrers und damit die Lärmemission seines Fahrzeugs hängen im konkreten Einzelfall von einer Vielzahl von Faktoren ab. Dies sind zum einen personenbezogene Aspekte wie Fahrtzweck, Ziele und Bedürfnisse. Gleichzeitig spielen Charakter und emotionaler Zustand eine Rolle. Hinzu treten weitere Faktoren, die sich aus der Verkehrssituation und der Fahrtstrecke selber ergeben.

- 
- 1) H. STEVEN, Einfluß der Fahrweise auf die Geräuschemission eines Kraftfahrzeugs, a.a.O., S. 71
  - 2) M. EICHENAUER u.a., a.a.O., S. 48
  - 3) A. SCHRÖER, Der individuelle Einfluß des Fahrers auf das Emissionsverhalten des Fahrzeugs, VDI-Berichte, 531, 1983, S. 505

Für die Lärmentwicklung auf der Straße ist nun von entscheidender Bedeutung, inwieweit Kraftfahrer überhaupt den Zusammenhang zwischen individuellem Fahrstil und Lärmemission erkennen.

Um dies zu überprüfen, wurde im Rahmen der vorliegenden Repräsentativerhebung die subjektiv zugeschriebene Bedeutung verschiedener Faktoren für die Geräuschemission beim Fahrzeug ermittelt. Hierzu wurde den Befragten eine Liste von Faktoren vorgelegt, aus der die drei wichtigsten auszuwählen waren. Tabelle 30 zeigt das Ergebnis.

Die Zahlen verdeutlichen zweierlei: Zum ersten kann man davon ausgehen, daß der Mehrheit die Bedeutung des Fahrstils für die Geräuschemission durchaus bekannt ist. Fast zwei Drittel der Befragten bezeichnen diesen Faktor als wichtig. Nahezu gleichrangig werden technische Aspekte wie Auspuffsystem und Motor eingestuft. Daß die gefahrene Geschwindigkeit eine wichtige Rolle für die Geräuschemission spielt, wird nur von einer kleineren Gruppe herausgestellt.

Tabelle 30: Rangliste der Faktoren, die für die Geräuschemission von Kraftfahrzeugen verantwortlich sind

Rangplatz	Faktoren	Nennungshäufigkeit
1	Fahrstil des Fahrers	62%*
2	Auspuffsystem	59%
3	Motor	58%
4	Gefahrene Geschwindigkeit	39%
5	Straßenbelag	20%
6	Reifenprofil	9%
7	Witterungsbedingungen	5%
8	Karosserieform	4%
N=1.881		*Mehrfachnennungen

Vergleicht man in diesem Zusammenhang die Aussage von Kraftfahrern und solchen Personen, die keinen Führerschein besitzen, zeigen sich gewisse Bewertungsunterschiede zwischen diesen Gruppen. Wie Tabelle 31 verdeutlicht, ist die Einsicht in die Bedeutung des Fahrers für das Emissionsverhalten bei den aktiven Fahrern noch ausgeprägter als bei denen, die keinen Führerschein besitzen.

Tabelle 31: Bewertung der Faktoren, die die Geräusentwicklung beeinflussen/  
Fahrer-Nicht-Führerscheinbesitzer

	Aktiver Fahrer	Nicht-Führerscheinbesitzer
Fahrstil des Fahrers	64%*	60%
Auspuffsystem	61%	55%
Motor	56%	61%
Gefahrene Geschwindigkeit	42%	35%
Straßenbelag	20%	21%
Reifenprofil	9%	8%
Witterungsbedingungen	6%	4%
Karosserieform	3%	4%
*Mehrfachnennungen	N=1.024	N=728

Gleichzeitig wird deutlich, daß aktiven Fahrern die Bedeutung der Geschwindigkeit eher bekannt ist. Die im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführten Intensivgespräche mit Kraftfahrern belegen zusätzlich, daß dem individuellen Fahrstil ein wesentlicher Einfluß auf die Lärmemission zugeschrieben wird und daß konkrete Vorstellungen darüber

verbreitet sind, welche Verhaltensweisen die Lärmstehung positiv oder negativ beeinflussen.

Referenzbereich ist bei derartigen Gesprächen spontan das Wohnumfeld. Bezogen hierauf wird gehäuft auf die Geräuschemission bei Anfahrmanövern aber auch auf unnötiges Lauflassen des Motors im Leerlauf verwiesen. Auch überwiegen in derartigen spontanen Äußerungen Hinweise auf Beschleunigungsmanöver und nicht etwa auf das allgemeine Geschwindigkeitsniveau. "Angeber"- oder "Kavalierstarts" gelten als prototypisch für eine lärmreiche Fahrweise.

Als erstrebenswert gilt den Befragten unter dem Gesichtspunkt der Lärminderung dementsprechend eine gleichmäßige Fahrweise, die auf abruptes Bremsen und starkes Beschleunigen verzichtet und bei der in einem möglichst hohen Gang gefahren wird.

Daß sich diese Anforderungen nicht immer mit den Fahrwünschen spezieller Fahrergruppen decken, zeigen zahlreiche Untersuchungen, insbesondere für junge Fahrer.<sup>1)</sup> Für einen erheblichen Teil dieses Fahrerkollektivs hat gerade die sportliche Fahrweise mit zahlreichen Beschleunigungs- und Bremsphasen besonderen Reiz.

---

1) Vgl. B. SCHLAG, D. ELLINGHAUS, J. STEINBRECHER, Risikobereitschaft junger Fahrer, Unfall- und Sicherheitsforschung Straßenverkehr, Heft 58, Bergisch-Gladbach 1986

6. In welchem Umfang können Lärmschutzwände und -wälle die Lärmbelastung verringern?

---

Seit mehr als einem Jahrzehnt begegnet man im Straßenbau, insbesondere an den Bundesfernstraßen, dem Problem der Lärmemission durch aktive Lärmschutzmaßnahmen. Eine der weitest verbreiteten und kontrovers diskutierte Maßnahmen besteht in der Errichtung von Lärmschirmen. Unter diesem Oberbegriff faßt man dabei verschiedene Formen von Schutzmaßnahmen zusammen. Im einzelnen unterscheidet man zwischen der Lärmschutzwand und dem Erdwall. Hinzu kommen zwei Zwischentypen, der Steilwall und die bepflanzbare Lärmschutzwand.

Der Lärmschirm wirkt sich in dreifacher Weise<sup>1)</sup> auf die Lärmemission hinter dem Schirm aus:

1. Der Lärmpegel wird abgesenkt.
2. Das Geräusch wird hinter dem Schirm gleichmäßiger und wirkt damit weniger lästig (Verringerung der Dynamik).
3. Hohe Frequenzen, die, wie bereits erwähnt, besonders lästig wirken, werden stärker gemindert als tiefe Frequenzen. Hinter dem Schirm erscheinen die Geräusche dumpfer.

Die Pegelminderung der Lärmschutzwände und -wälle erreicht weitgehend ähnliche Werte. Je nach Situation ergibt sich eine Reduktion des Mittelungspegels zwischen 6 und 12 dB(A)<sup>2)</sup>.

- 
- 1) Vgl. S. ULLRICH, Die Lärmbelastung durch Straßenverkehr..., a.a.O., S. 17
  - 2) Einige Autoren setzen die Spannweite noch etwas höher an, so gibt J. ULLRICH eine Pegelminderung zwischen 3 und 15 dB(A) an.  
Vgl. J. ULLRICH, Lärmschutz unter besonderer Berücksichtigung des Straßenverkehrslärms, a.a.O., S. 1162

Die Entscheidung für eine bestimmte Form des Lärmschirms, also für einen Erdwall oder eine der Wandformen, wird in der Regel vom verfügbaren Platz und den Kosten bestimmt, wobei zusätzlich vielfach ästhetische Argumente eine Rolle spielen.

#### 6.1 Vor- und Nachteile von Lärmschutzwänden und -wällen

Sofern hinreichend Platz zwischen Straße und zu schützender Bebauung vorhanden ist, erweist sich der Erdwall als günstigste Schallschutzmaßnahme. Durch Begrünung und Bepflanzung paßt er sich gut in die Landschaft ein. In den Erdwall lassen sich zudem beim Bau Aushubmassen aus anderen Baustellen integrieren und oft werden die Rückseiten in die Gärten der Anwohner integriert, die dann auch die Pflege dieses Teils des Walls übernehmen.

Ein weiterer Vorteil des Lärmschutzwalles liegt darin, daß von ihm keine Schallreflexionen auf die Gegenseite ausgehen. Man muß allerdings auch beachten, daß die Schutzwirkung des Walls der einer gleichhohen Wand unterlegen ist, was nicht zuletzt damit zusammenhängt, daß die Wand näher an die Schallquelle heranrückt und von daher eine bessere Abschirmung gewährleistet.

Die Gesteungskosten eines Lärmschutzwalles hängen stark von der örtlichen Situation ab. Insbesondere spielen die Bodenpreise und die Länge der Transportwege eine wesentliche Rolle. Der Bundesminister für Verkehr nennt für den Zeitraum 1979 bis 1987 an Gesamtkosten für den Bau von Lärmschutzwällen (inklusive Grunderwerbskosten) einen Betrag von 162,20 Mio. DM<sup>1</sup>).

---

1) DER BUNDESMINISTER FÜR VERKEHR, Abt. Straßenbau, Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 1987, Bonn, August 1988

In dieser Zeit wurden 240,11 Kilometer Lärmschutzwälle erstellt. Somit ergeben sich durchschnittliche Gesteungskosten pro laufenden Meter in Höhe von DM 675.

Die Folgekosten, die aus der Pflege der Begrünung rühren, sind eher mäßig. Die Errichtung von Lärmschutzwänden scheidet dementsprechend häufig auch nicht aus ökonomischen Gründen sondern wegen des Platzbedarfs. Als Richtwert für die Basisbreite eines Walls gilt das dreifache der Wallhöhe.

Steht diese Breite nicht zur Verfügung, kann man den straßenseitigen Teil des Walls etwas steiler einrichten, indem man diese Seite des Walls mit Betonelementen armiert und bepflanzt. Steht noch weniger Platz zur Verfügung, werden beide Seiten des Walls armiert oder aus Betonelementen zusammengebaut und es entsteht ein Steilwall, dessen Betonkübel ebenfalls bepflanzt werden können. Das Problem derartiger bepflanzter Steilwälle besteht darin, daß die Erdmassen in den verfüllten Röhren relativ gering sind und diese Steilwälle nicht genügend Wasser für die Pflanzen festhalten. Wenn derartige Steilwälle nicht regelmäßig bewässert werden, verdorren die Pflanzen und die Steilwälle wirken sehr unansehnlich.

In den Gesteungskosten liegen Steilwälle aufgrund der Baukosten erheblich über denen von Erdwällen. Der Bundesminister für Verkehr weist für insgesamt 12,29 Kilometer Steilwälle Kosten in Höhe von 35,34 Mio. DM aus. Dies entspricht einem Preis von DM 2.875 für den laufenden Meter Steilwall. Die Notwendigkeit regelmäßiger Bewässerung und Pflege bedeutet außerdem, daß zusätzlich erhebliche Unterhaltskosten anfallen.

Fehlt auch der Platz für einen Steilwall, wird auf die Lärmschutzwand als Schallschutz zurückgegriffen. Deren Vorteil besteht darin, daß sie sehr nah an die Fahrbahn herangebaut werden kann und dadurch eine bessere Schutzwirkung erzielt.

Nachteilig wirkt sich bei der Schutzwand aus, daß sie in ihrer Höhe auf etwa 4 Meter begrenzt ist und daß Schallreflexionen in die gegenüberliegende Bebauung auftreten, soweit nicht schallabsorbierende (teurere) Oberflächen eingesetzt werden.

Unbefriedigend ist auch der ästhetische Eindruck, den Lärmschutzwände vermitteln. Ursprünglich verwendete man für diese Wände Kunststoffe als Baumaterial: Aus Sicherheitsgründen - Kunststoff kann abbrennen - ist man jedoch auf andere Baumaterialien übergegangen. Hinzu kommt, daß Kunststoff ausbleicht, spröde wird und nicht sehr lange hält.

Dominierende Baustoffe der letzten Jahre waren Beton und Aluminium. Tabelle 32 gibt einen Überblick über die Verschiebungen in der Materialwahl für Schallschutzwände während des letzten Jahrzehnts.

Die Zahlen geben jeweils die Anteile der Materialien an, die bei Neubauten von Lärmschutzwänden Verwendung fanden. Es wird deutlich, daß Kunststoff 1978 noch das häufigst verwendete Material war und auch Stahl noch rege Verwendung fand. Beide Materialien spielten in den letzten Jahren keine Rolle mehr. Dafür haben Beton und auch Holz an Bedeutung gewonnen.

Hinter den "sonstigen Materialien" verbergen sich unter anderem Lärmschutzwände aus Glas oder transparentem Kunststoff, die ein besonderes Problem aufweisen. Derartige transparente Wände verzeichnen ein Wirkungsdefizit, d.h. sie werden in ihrer Wirkung bei objektiv gleicher Pegelminderung schlechter beurteilt als undurchsichtige Schutzwände. Hintergrund dieses Defizits ist die Erfahrung, daß ein sichtbares Fahrzeug als lauter empfunden wird als eines, das man nicht sieht.

Tabelle 32: Anteil der verwendeten Materialien für Schallschutzwände an Bundesfernstraßen während der letzten 10 Jahre<sup>1)</sup>

	1978	1982	1986	1988
Aluminium	28%	51,8%	29,8%	31,2%
Beton	9%	20,0%	46,3%	36,7%
Holz	3%	9,5%	5,7%	20,8%
Kunststoff	30%	6,6%	1,3%	0,6%
Stahl	25%	7,2%	-	-
sonstige Materialien	5%	4,9%	16,9%	10,7%
	100%	100%	100%	100%

Das ästhetisch unbefriedigende Bild der Wände kann häufig dadurch gemildert werden, daß vor die Wand Pflanzen gesetzt werden, die die Wand beranken oder verdecken. Übersehen wird häufig in der öffentlichen Diskussion um die Ästhetik der Schallschutzwände, daß diese auf der fahrbahnabgewandten Seite durch Haltevorrichtungen und Pfahlkonstruktionen noch deutlich häßlicher sind als auf der Fahrbahnseite und daher für die Anwohner sehr unbefriedigend sind. Wie die Öffentlichkeit die Vor- und Nachteile der verschiedenen Formen sieht, wird in Abschnitt 6.3 noch dargestellt werden.

---

1) Quelle: DER BUNDESMINISTER FÜR VERKEHR, Abt. Straßenbau, Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen, a.a.O., S. 13

Was die Kosten der Lärmschutzwände betrifft, weist das Bundesministerium für Verkehr für den Zeitraum 1974-87 einen Durchschnittsbetrag von DM 397,- pro Quadratmeter Wandfläche aus. Bei einer Gesamtlänge von 711,60 Kilometer Lärmschutzwand und Gesamtgestehungskosten in Höhe von DM 858,46 Millionen ergibt sich somit ein Betrag von DM 1.206 pro laufenden Meter.

Die Lärmschutzwand liegt damit in den Gestehungskosten zwischen Lärmschutzwand und Steilwand. Hierbei ist allerdings zu beachten, daß die verschiedenen genutzten Materialien erhebliche Preisunterschiede aufweisen. Besonders günstig schneiden nach Preisen von 1987 Lärmschutzwände aus Holz, Beton und Aluminium ab. Schutzwände aus transparentem Kunststoff, wie sie beispielsweise auf Brücken Verwendung finden, sind dagegen fast doppelt so teuer wie solche aus Beton.

Hinsichtlich der Unterhaltungskosten schneiden die Lärmschutzwände eher schlecht ab, da der Unterhaltungsaufwand relativ hoch ist.

Der Lärmschutzwand erweist sich somit sowohl unter ökonomischen wie auch unter ästhetischen Gesichtspunkten als beste Lösung. Allein der hohe Flächenbedarf bewirkt, daß er nicht noch häufiger als Lärmschutzmaßnahme eingesetzt werden kann.

6.2 Einige ergänzende Daten zu Lärmschutzwänden und -wällen

Der Bundesminister für Verkehr weist in der Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 1987 418,2 Kilometer<sup>1)</sup> Lärmschutzwälle und 711,6 Kilometer<sup>2)</sup> Lärmschutzwände aus. Die folgende Tabelle zeigt die Entwicklung in den achtziger Jahren. Es wird deutlich, daß während des gesamten beobachteten Zeitraums stets mehr Lärmschutzwände als Lärmschutzwälle gebaut worden sind, daß aber gleichzeitig noch nie so viele Wälle gebaut worden sind wie in den Jahren 1986 und 1987.

Tabelle 33: Bau von Lärmschutzwällen und -wänden  
in den Jahren 1980-1987

	Lärmschutzwälle		Lärmschutzwände	
	im lfd. Jahr gebaut	Gesamtlänge zum Ende des Jahres	im lfd. Jahr gebaut	Gesamtlänge am Ende des Jahres
	in km <sup>3</sup> )	in km <sup>3</sup> )	in km <sup>3</sup> )	in km <sup>3</sup> )
1980	30,5	224,5	47,9	268,1
1981	29,8	254,3	73,7	341,8
1982	12,4	266,8	66,0	407,8
1983	21,1	287,9	62,0	469,8
1984	25,5	313,4	57,3	527,1
1985	21,8	335,1	66,5	593,6
1986	41,5	376,7	58,8	652,4
1987	41,5	418,2	59,2	711,6

- 1) DER BUNDESMINISTER FÜR VERKEHR, Abt. Straßenbau, Statistik des Lärmschutzes, a.a.O., S. 10
- 2) ebenda, S. 17
- 3) Bei den Kilometerangaben ist zu beachten, daß jede Fahr-  
bahnseite separat gezählt wird, sofern Schallschutzmaß-  
nahmen an beiden Fahrbahnseiten errichtet werden.

Durchschnittlich wurden seit 1979 jährlich knapp 27 Kilometer Lärmschutzwall und 59 Kilometer Lärmschutzwand gebaut. Der überwiegende Teil der Lärmschutzmaßnahmen befindet sich an Bundesautobahnen (80,7% der Lärmschutzwälle und 77,7% der Lärmschutzwände). Die übrigen Lärmschutzwälle und -wände betreffen Bundesstraßen. Dabei hatte sich allerdings in den letzten Jahren die Relation ein wenig verschoben: Betrafen Schallschutzmaßnahmen früher nahezu ausschließlich die Bundesautobahnen, sind in den letzten Jahren auch stark befahrene Bundesstraßen mit derartigen Schutzmaßnahmen versehen worden.

Die einzelnen Bundesländer partizipieren verständlicherweise in sehr unterschiedlichem Umfang an den Lärmschutzmaßnahmen, da auch die jeweilige Lärmbelastung sehr unterschiedlich ist. So verfügt Nordrhein-Westfalen mit Abstand über die meisten Lärmschutzwälle und -wände, nicht zuletzt bedingt durch ein dichtes Autobahnnetz in dichtest besiedelten Regionen. Knapp die Hälfte (48,6%) aller Lärmschutzwälle und über 60% aller Lärmschutzwände befinden sich in diesem Bundesland.

Experten gehen im übrigen davon aus, daß, ähnlich wie im Straßenbau, beim Bau insbesondere von Lärmschutzwänden in naher Zukunft - sprich: in 2 bis 3 Jahren - ein Sättigungsgrad erreicht ist. Insbesondere für Nordrhein-Westfalen gilt, daß praktisch alle Brennpunkte durch Lärmschutzwände abgedeckt sind. Insofern erscheint es unzulänglich, aus einer Fortschreibung der Zahlen von 1980 bis 1987 auf die Zahl oder Länge der Lärmschutzmaßnahmen in Zukunft zu schließen. Welche Einstellungen in der Öffentlichkeit gegenüber den verschiedenen Lärmschutzmaßnahmen existieren, wollen wir im abschließenden Abschnitt dieses Kapitels darstellen.

Tabelle 34: Verteilung von Lärmschutzwällen und -wänden nach Bundesländern<sup>1)</sup>

	Lärmschutzwälle		Lärmschutzwände	
	in km	in %	in km	in %
Baden-Württemberg	8,88	2,1%	33,50	4,7%
Bayern	111,88	26,8%	39,36	5,5%
Berlin	-	-	16,05	2,3%
Bremen	2,29	0,6%	16,45	2,3%
Hamburg	9,89	2,4%	5,87	0,8%
Hessen	13,51	3,2%	41,02	5,8%
Niedersachsen	28,14	6,7%	76,20	10,7%
Nordrhein-Westfalen	203,33	48,6%	427,47	60,1%
Rheinland-Pfalz	9,10	2,2%	37,66	5,3%
Saarland	12,25	2,9%	5,09	0,7%
Schleswig-Holstein	18,94	4,5%	12,93	1,8%
Bundesgebiet	418,21	100%	711,60	100%

1) Quelle: DER BUNDESMINISTER FÜR VERKEHR, Abt. Straßenbau, Statistik des Lärmschutzes an Bundesstraßen, 1987, a.a.O.

### 6.3 Die Bewertung von Lärmschutzwänden und -wällen in der Öffentlichkeit

---

Wie die vorangehende Darstellung gezeigt hat, verbinden sich mit Lärmschirmen eine Reihe unterschiedlich zu bewertender Aspekte. Zu dem funktionalen Element der Lärmdämmung treten ästhetische Gesichtspunkte und auch Kosten-/Nutzenüberlegungen. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung haben wir versucht, diese unterschiedlichen Aspekte auch bei der Bewertung durch die Bevölkerung zu berücksichtigen. Eine erste Frage richtete sich demgemäß auf den zugeschriebenen funktionalen Nutzen von Lärmschutzwällen und -wänden.

Gemäß den Ergebnissen der Tabelle 35 ist die überwiegende Mehrheit der Bevölkerung davon überzeugt, daß Lärmschutz-  
zäune und -wälle ein geeignetes Mittel darstellen, die Um-  
gebung vor Verkehrslärm zu schützen.

Fast zwei Drittel halten eine entsprechende Aussage für völlig oder weitgehend richtig. Tendenziell fällt die Beurteilung bei PKW-Fahrern noch positiver aus als bei Personen, die keinen Führerschein besitzen.

**Tabelle 35: Bewertung des funktionalen Nutzens von Lärmschutzwänden und -wällen<sup>1)</sup>**

Die Aussage "Lärmschutzwälle und Lärmschutzzäune sind ein geeignetes Mittel, die Umgebung vor Verkehrslärm zu schützen ist..."	Gesamtbevölkerung	PKW-Fahrer	Nicht-Führerscheinbesitzer
...völlig richtig	27%	28%	25%
...weitgehend richtig	35%	37%	33%
...zum Teil richtig	26%	25%	26%
...weder richtig noch falsch	8%	6%	12%
...falsch	3%	2%	4%
keine Angabe	1%	2%	-
	100%	100%	100%
	N=1.881	N=980	N=728

Geht man davon aus, daß die beschriebenen Lärmschutzmaßnahmen insbesondere auch dazu dienen, lärmempfindlichen Menschen höchste Lärmbelastungen zu ersparen, ist es interessant zu sehen, wie diese die Hilfe durch Lärmschutzwälle und -zäune beurteilen.

1) In der offiziellen Terminologie spricht man von Lärmschutzwänden und -wällen. Pretests zeigten, daß in der Öffentlichkeit vielfach auch von Lärmschutzzäunen gesprochen wird. Daher ist der Begriff "Lärmschutzzaun" in die Fragestellung der Fragen zu Tabelle 35-40 mit aufgenommen worden.

Tabelle 36: Bewertung des funktionalen Nutzens von  
Lärmschutzwänden und -wällen/Lärmempfindlichkeit

Die Aussage "Lärmschutzwälle und Lärmschutzzäune sind ein geeignetes Mittel, die Umgebung vor Verkehrslärm zu schützen" ist...	Lärmempfindlichkeit			
	extrem und sehr lärmempfindlich	lärmempfindlich	wenig lärmempfindlich	weitestgehend unempfindlich
...völlig richtig	35%	27%	27%	22%
...weitgehend richtig	32%	42%	36%	27%
...zum Teil richtig	27%	24%	26%	27%
...weder richtig noch falsch	4%	4%	8%	16%
...falsch	2%	2%	2%	8%
keine Angabe	-	1%	1%	-
	100%	100%	100%	100%
	N=142	N=420	N=903	N=411

Tabelle 36 zeigt, daß diejenigen, die sich als besonders empfindlich einstufen, derartigen Schutzmaßnahmen positiver gegenüberstehen als solche, die sich für relativ unempfindlich halten.

Kontrovers ist in der Bevölkerung die Meinung, in wieweit Lärmschutzwälle und -wände das Landschaftsbild beeinträchtigen.

Tabelle 37: Ästhetische Bewertung von Lärmschutzwänden und -wällen

Die Aussage "Lärmschutzwälle und Lärmschutzzäune verschandeln die Landschaft" ist...	Gesamtbevölkerung	PKW-Fahrer	Nicht-Führerscheinbesitzer
...völlig richtig	13%	13%	12%
...weitgehend richtig	19%	19%	19%
...zum Teil richtig	36%	37%	34%
...weder richtig noch falsch	16%	15%	17%
...falsch	16%	16%	17%
keine Angabe	-	-	1%
	100%	100%	100%
	N=1.881	N=980	N=728

Rund zwei Drittel der Bevölkerung äußert sich mehr oder minder kritisch. Nur jeder 6. vertritt die Meinung, daß die These von der Verschandelung der Landschaft falsch ist. Meinungsunterschiede zwischen PKW-Fahrern und Personen, die keinen Führerschein besitzen, sind in diesem Zusammenhang nicht auszumachen. Es scheint also nicht so zu sein, daß Nicht-Führerscheinbesitzer derartigen Schallschutzmaßnahmen kritischer gegenüberstehen als aktive Kraftfahrer.

Daß Lärmschutzwälle und -wände vom Aussehen her als nicht besonders attraktiv empfunden werden, belegt auch das Ergebnis, daß mehr als ein Drittel der Befragten die Aussage "Lärmschutzwälle und -zäune sind vom Aussehen her sehr interessant" für falsch halten. Weitere 23% entscheiden sich in diesem Zusammenhang für die Antwort "weder richtig noch falsch".

Kein Problem scheint sich aus der Tatsache zu ergeben, daß die Lärmschutzmaßnahmen dem Kraftfahrer vielfach die Sicht auf die Landschaft versperren. Wie die folgende Tabelle zeigt, sieht über die Hälfte der Bevölkerung hierin kein Problem. Diese Aussage gilt wiederum sowohl für aktive PKW-Fahrer wie auch für Personen, die selbst keinen Führerschein besitzen.

Tabelle 38: Bewertung der Sichtbeeinträchtigung durch Lärmschutzwände und -wälle für Kraftfahrer

Die Aussage "Lärmschutzwälle und -zäune versperren dem Kraftfahrer in unzumutbarer Weise die Sicht auf die Landschaft" ist...	Gesamtbevölkerung	PKW-Fahrer	Nicht-Führerscheinbesitzer
...völlig richtig	6%	6%	6%
...weitgehend richtig	12%	13%	10%
...zum Teil richtig	30%	29%	33%
...weder richtig noch falsch	20%	19%	20%
...falsch	31%	32%	30%
keine Angabe	1%	1%	1%
	100%	100%	100%
	N=1.881	N=980	N=728

Bezüglich der Kosten/Nutzenrelation stufen Kraftfahrer Lärmschutzwälle und -wände geringfügig negativer ein als Nichtführerscheinbesitzer.

Tabelle 39: Bewertung des Kosten/Nutzen-Verhältnisses von Lärmschutzwänden und -wällen

Die Aussage "Lärmschutzwälle und -zäune bringen bezogen auf ihre Kosten wenig Nutzen" ist...	Gesamtbevölkerung	PKW-Fahrer	Nicht-Führerscheinbesitzer
...völlig richtig	6%	7%	4%
...weitestgehend richtig	13%	15%	11%
...zum Teil richtig	29%	28%	30%
...weder richtig noch falsch	23%	21%	28%
...falsch	27%	28%	26%
keine Angabe	2%	1%	1%
	100%	100%	100%
	N=1.881	N=980	N=728

Allerdings kann man auch hier nicht von wesentlichen Einstellungsunterschieden zwischen Kraftfahrern und Nichtkraftfahrern sprechen. Die Frage, ob noch mehr Lärmschutzwälle und -wände gebaut werden sollten, wird eher bejaht als verneint. Zwei Drittel der Bevölkerung äußern sich, wenngleich mit unterschiedlichen Vorbehalten, positiv. Jeder neunte hält dagegen die weitere Errichtung von Lärmschutzwällen und -wänden für falsch.

Tabelle 40 zeigt, daß auch hier die Lärmempfindlichkeit einen Einfluß auf die Einstellung hat.

Tabelle 40: Weiterbau von Lärmschutzwänden und -wällen/  
Lärmempfindlichkeit

Die Aussage "Es sollen möglichst noch mehr Lärmschutzwälle und -zäune gebaut werden" ist...	Gesamtbevölkerung	extrem u. sehr lärmempfindlich	lärmempfindlich	wenig lärmempfindlich	weitestgehend unempfindlich
...völlig richtig	13%	24%	14%	13%	8%
...weitgehend richtig	21%	22%	21%	23%	19%
...zum Teil richtig	34%	30%	34%	35%	33%
...weder richtig noch falsch	20%	17%	20%	18%	24%
...falsch	11%	6%	10%	10%	15%
keine Angabe	1%	1%	1%	1%	1%
	100%	100%	100%	100%	100%
	N=1.881	N=142	N=420	N=903	N=411

Sehr lärmempfindliche Personen befürworten den weiteren Ausbau von Lärmschutzwällen und -wänden in stärkerem Maße als diejenigen, die sich für weitestgehend unempfindlich gegenüber Lärm halten.

Bisher haben wir in diesem Abschnitt immer pauschal von Maßnahmen zur Lärminderung in Form von Lärmschutzwällen oder -wänden gesprochen. Wie bei den unterschiedlichen ästhetischen Qualitäten der verschiedenen Varianten nicht anders zu erwarten, gibt es deutliche Präferenzen hinsichtlich der bevorzugten Maßnahmen. Tabelle 41 macht dies deutlich. Bevorzugt wird eindeutig der Lärmschutzwall aus aufgeschütteter

Erde. Für fast zwei Drittel der Bevölkerung ist dies die beste Lösung. Als zweitbeste Lösung gilt der begrünte Steilwall. Hier deutet sich an, daß vor allem eine Begrünung Lärmschutzmaßnahmen positiv aufwertet. Kunststoff gilt nicht nur seitens der zuständigen Behörden, die Lärmschutzzäune errichten, als ungeeigneter Werkstoff. Auch seitens der Öffentlichkeit findet dieses Material keine Zustimmung.

Tabelle 41: Bevorzugte Lärmschutzmaßnahme

Rangplatz	Art der Lärmschutzmaßnahme	Nennungshäufigkeit "mag ich am ehesten"
1	Lärmschutzwall aus aufgeschütteter Erde, begrünt	62%
2	Lärmschutzwall (Steilwall) aus Betonteilen, begrünt	12%
3	Lärmschutzwand aus Holz	9%
4	Lärmschutzwand aus dekorativ strukturiertem Sichtbeton	5%
5	Lärmschutzwand aus Glas oder glasähnlichem durchsichtigem Baustoff	5%
6	Lärmschutzwand aus Beton, bunt bemalt	3%
7	Lärmschutzwand aus bunten Kunststoffelementen	2%
-	keine Angabe	2%
N=1.881		100%

Männer und Frauen sind sich in der Beurteilung der Lärmschutzmaßnahmen weitestgehend einig. Gewisse Einstellungsunterschiede sind demgegenüber zwischen dem jungen Teil (bis 20 Jahre) und dem Rest der Bevölkerung feststellbar. Junge Menschen präferieren weniger oft den aufgeschütteten Erdwall. Stattdessen nennt jeder neunte dieser Altersgruppe die bemalte Lärmschutzmauer aus Beton als diejenige Form, die er am ehesten mag.

Bezogen auf die Gesamtbevölkerung erhält die bunt bemalte Lärmschutzmauer mit 26% jedoch die meisten Nennungen für den Typ Maßnahme, den man am wenigsten mag. Den zweiten Platz dieser Negativhierarchie nimmt der Lärmschutzzaun aus bunten Kunststoffelementen ein.

Als Resümee läßt sich somit festhalten, daß die überwiegende Mehrheit der Bevölkerung Lärmschutzmaßnahmen präferiert, die entweder als begrünter Wall in die Landschaft eingepaßt werden, oder aber die durch Begrünung ein naturnahes Bild erzeugen. Auf diese Einstellungen trifft man sowohl beim Kraftfahrer selbst wie auch bei dem übrigen Teil der Bevölkerung.

## 7. Gesetzliche Regeln und die Beurteilung straßenrechtlicher Maßnahmen zur Lärminderung im Straßenverkehr

In diesem abschließenden Kapitel wollen wir zunächst der Frage nachgehen, mit welchen Regelungen der Gesetzgeber dem Verkehrslärm begegnet und die derzeitig gültigen Richtlinien und Vorschriften kurz skizzieren. Eine umfangreiche Würdigung der Regeln und Vorschriften sowie deren Entwicklung während des letzten Jahrzehnts ist an dieser Stelle nicht möglich. Dies würde den Rahmen der Untersuchung sprengen. Stattdessen richtet sich unser Interesse darauf, wie denn die Öffentlichkeit auf verschiedene Möglichkeiten straßenverkehrsrechtlicher Eingriffe reagiert, bzw. mit welcher Akzeptanz oder auch Ablehnung bei welchen Maßnahmen zu rechnen ist.

### 7.1 Einige Hinweise zu bestehenden gesetzlichen Regelungen

Gesetzliche Regelungen existieren zum einen in der Form von Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen, sowie als Orientierungswerte für die Planung. Zum anderen gibt es Grenzwerte für die Emission von Kraftfahrzeugen.

Bei den Emissionsgrenzwerten für die Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes wird dabei zwischen "Lärmvorsorge" und "Lärmsanierung" unterschieden. Die Werte für die Lärmvorsorge gelten beim Neubau oder wesentlichen Änderungen von Straßen. Die Lärmsanierungswerte gelten für bestehende Straßen. Die Grenzwerte der Vorsorge liegen, wie Tabelle 42 zeigt, niedriger als die der Sanierung. Der Grund für diese Differenz ist ausschließlich im finanziellen Bereich zu sehen. Die Grenzwerte werden vom Gesetzgeber in der Regel so gewählt, daß die erforderlichen Maßnahmen noch finanziert werden können. Werden die in Tabelle 42 ausgewiesenen Werte bei der Lärmvorsorge überschritten, sollen Schutzmaßnahmen er-

griffen werden.<sup>1)</sup> Sind derartige Maßnahmen straßenseitig nicht zu realisieren, sind den betroffenen Eigentümern die Kosten für notwendige Lärmschutzmaßnahmen zu erstatten.<sup>2)</sup>

Die Lärmsanierung bestehender Straßen hängt dagegen ausdrücklich von der Verfügbarkeit finanzieller Mittel des Bundes ab. Abschnitt 14 der Richtlinien für den Verkehrslärmschutz legt hierzu fest: "Die Lärmsanierung soll nach Dringlichkeit im Rahmen der im Bundeshaushalt bereitgestellten Mittel durchgeführt werden. Die Dringlichkeit wird nach der Stärke der Lärmbelastung..., der Anzahl der Betroffenen und der Art des Gebietes"<sup>3)</sup> beurteilt.

Tabelle 42: Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes<sup>4)</sup>

	Lärmvorsorge		Lärmsanierung	
	6 <sup>00</sup> -22 <sup>00</sup> Uhr	22 <sup>00</sup> -6 <sup>00</sup> Uhr	6 <sup>00</sup> -22 <sup>00</sup> Uhr	22 <sup>00</sup> -6 <sup>00</sup> Uhr
1) An Krankenhäusern, Schulen, Kurheimen, Altenheimen	60 dB(A)	50 dB(A)	70 dB(A)	60 dB(A)
2) in reinen und allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten	62 dB(A)	52 dB(A)	70 dB(A)	60 dB(A)
3) in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten	67 dB(A)	57 dB(A)	72 dB(A)	62 dB(A)
4) in Gewerbegebieten	72 dB(A)	62 dB(A)	75 dB(A)	65 dB(A)

- 1) Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes - VLärmSchR I. Lärmvorsorge, Absatz 3
- 2) ebenda, I. Lärmsorsorge, Absatz 4
- 3) ebenda, II. Lärmvorsorge, Absatz 14
- 4) Quelle: ebenda, Absatz 3, sowie: Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 5/1986

Die Werte für die Lärmsanierung sind zuletzt 1986 herabgesetzt worden. Die Tabelle zeigt, daß nachts in allen Fällen eine Halbierung des tagsüber zulässigen Lärmpegels als Obergrenze festgeschrieben ist. Wenn man jedoch bedenkt, daß sich circa 15% der Bevölkerung bei Mittelungspegeln von 55 dB(A) belästigt fühlen und pro weiteren Dezibel der Anteil der Belästigung um 3% steigt,<sup>1)</sup> wird deutlich, daß in den Richtlinien ein erhebliches Ausmaß an Belästigung in Kauf genommen wird.

Die Vorgaben der DIN 18005, in der schalltechnischen Orientierungswerte für die städtebauliche Planung festgelegt werden, sehen dementsprechend auch erheblich geringere Lärmwerte vor. Tabelle 43 macht dies deutlich.

Tabelle 43: Orientierungswerte der DIN 18005 "Schallschutz im Städtebau" (Auszug)

	6 <sup>00</sup> -22 <sup>00</sup> Uhr	22 <sup>00</sup> -6 <sup>00</sup> Uhr
1) bei reinen Wohngebieten, Wochenendhausgebieten, Feriengebieten	50 dB(A)	40 dB(A)
2) bei allgemeinen Wohngebieten, Kleinsiedlungsgebieten und Campingplatzgebieten	55 dB(A)	45 dB(A)
3) bei besonderen Wohngebieten	60 dB(A)	45 dB(A)
4) bei Dorfgebieten und Mischgebieten	60 dB(A)	50 dB(A)

1) Vgl. S. ULLRICH, Die Lärmbelastung durch Straßenverkehr, a.a.O., S. 8

In der Realität ist davon auszugehen, daß die Orientierungswerte der DIN 18005 regelmäßig überschritten werden. Ein Planungsrichtpegel von 55 dB(A), wie er für allgemeine Wohngebiete vorgegeben ist, wird ohne Lärmschutzmaßnahmen an Autobahnen erst in 500 Metern Entfernung erreicht bzw. unterschritten. Immer wieder bedauert wird in diesem Zusammenhang, daß die Orientierungswerte keine rechtlich verbindlichen Immissionsgrenzwerte sondern eben nur Orientierungsgrößen darstellen.

Definierte Grenzwerte - und dies seit 1970 sogar europaweit - kennt man demgegenüber hinsichtlich der Geräuschemission von Kraftfahrzeugen. Die folgende Tabelle 44 zeigt, wie diese Werte derzeit für verschiedene Fahrzeugkategorien liegen, wie sich die Werte seit 1970 entwickelt haben und wie sie sich im Jahre 1989 ändern werden.

Tabelle 44: Geräuschgrenzwerte verschiedener Fahrzeugkategorien

	Datum des Inkrafttretens der Regelung			
	1970 <sup>1)</sup>	1.10.1982	1.10.1985	1.10.1989
PKW	82 <sup>2)</sup>	80	80	77
Lieferwagen unter 2t.	84	81	81	78
LKW unter 75 KW	89	86	86	81
LKW 75-150 KW	89	86	86	83
LKW über 150 KW	91	88	88	84

<sup>1)</sup>Die Grenzwerte der einzelnen Jahre basieren auf folgenden EG-Richtlinien: 1970: 70/157/EWG; 1982: 77/212/EWG; 1985: 81/334/EWG und 1989: 84/424/EWG

<sup>2)</sup> Alle Zahlenangaben der Tabelle weisen dB(A) aus.

Es wird deutlich, daß die Grenzwerte für alle Fahrzeugkategorien während der zwei letzten Jahrzehnte deutlich abgesenkt worden sind. Allerdings sind die Reaktionen, wie bereits an anderer Stelle berichtet, durch gegenläufige Entwicklungen wie höhere Fahrgeschwindigkeiten und größeres Verkehrsaufkommen, zum Teil kompensiert worden. Außerdem verdeutlichen die Werte, daß sich der Lärm trotz niedrigerer Grenzen immer noch in Bereichen bewegt, die erhebliche Belästigungen hervorrufen.

Von Bedeutung ist in diesem Zusammenhang auch, daß eine Kontrolle der im Verkehr befindlichen Fahrzeuge nur sehr lückenhaft stattfindet und auf diese Weise die im Gesetz vorgeschriebenen Höchstwerte vielfach über die Toleranzwerte hinaus überschritten werden.

## 7.2 Die Bewertung straßenverkehrsrechtlicher Maßnahmen durch die Öffentlichkeit

---

Nachdem sich gezeigt hat, daß der Lärmreduzierung durch eine verbesserte Technik Grenzen gesetzt sind, wenngleich diese Grenzen insbesondere beim LKW noch nicht ausgeschöpft sind und auch in der Reifen-Fahrbahn-Komponente Verbesserungen denkbar sind, stellt sich die Frage, welche Maßnahmen denn geeignet sind, die Lärmemission zu verringern. Die Diskussion derartiger Maßnahmen ist vielfach ideologisch befrachtet. So stellen etwa HOLZAPFEL, TRAUBE, ULLRICH ausschließlich auf drei Möglichkeiten der Lärmverringerung ab: "Durch planerische Maßnahmen die Anzahl der Fahrzeuge zu verringern, ihre Geschwindigkeit in einem lärmarmen Bereich zu halten und die fahrzeugtechnischen Möglichkeiten besser als bisher auszuschöpfen."1)

---

1) H. HOLZAPFEL, K. TRAUBE, O. ULLRICH, a.a.O., S. 20

Vernachlässigt wird von den Autoren, daß es durchaus weitere Lärmschutzmaßnahmen z.B. Lärmschirme, Dränasphalte etc. gibt, die wirksam eingesetzt werden können. Unstrittig ist allerdings, daß Verkehrsmenge und Fahrgeschwindigkeit eine wesentliche Rolle für das Lärmgeschehen spielen und hier der Gesetzgeber bzw. die Verkehrsbehörde am ehesten die Möglichkeit haben, durch straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen zu intervenieren.

Aus Untersuchungen<sup>1)</sup> zu Zonen-Geschwindigkeits-Beschränkungen ist beispielsweise bekannt, welchen Beitrag Geschwindigkeitsbeschränkungen zur Lärmreduktion liefern können. Wirksam sind derartige verkehrsrechtliche Maßnahmen jedoch nur in dem Maße, in dem sie akzeptiert und befolgt werden.

Wir wollen daher im folgenden der Frage nachgehen, wie verschiedene Maßnahmen, insbesondere in Form von Verkehrsverbotten und -beschränkungen sowie Geschwindigkeitsbegrenzungen, in der Öffentlichkeit bewertet werden. Hierzu wurde den Befragten ein Katalog von Maßnahmen zur Beurteilung vorgelegt, aus dem die geeignetste und am wenigsten geeignete Maßnahme auszuwählen war.

Tabelle 45 gibt einen Überblick zur Rangfolge der Bewertung.

---

1) In diesem Zusammenhang stellt P. KLIPPER vom Umweltbundesamt fest, daß durch Tempo 30 die Geräuschemission der PKW um ca. 5 dB(A) verringert werden kann. Das bedeutet, daß sich die Lärmbelastung an den Straßen (Mittelungspegel) um ca. 3 dB(A) reduziert.  
In: BUNDESANSTALT FÜR STRASSENWESEN, BEREICH UNFALLFORSCHUNG, Zonen-Geschwindigkeits-Beschränkungen, in: Unfall- und Sicherheitsforschung Straßenverkehr, Heft 66, Bergisch-Gladbach 1988, S. 50

Tabelle 45: Bewertung von regelnden Maßnahmen  
zur Verkehrslärminderung

Rang	Maßnahmen	beste Maßnahme	am wenigsten geeignet	Diff.
1	<u>Geschwindigkeitsbegrenzung</u> auf 30 km/Stunde auf Stra- ßen in Wohngebieten	34%	7%	+27
2	<u>zeitlich befristetes Fahr-</u> <u>verbot für einzelne Kraft-</u> <u>fahrzeuggruppen</u> (z.B. LKW, Motorräder) in Wohngebieten	15%	7%	+ 8
3	<u>Sperrung von Straßen</u> für den Durchgangsverkehr (frei für Anliegerverkehr)	14%	12%	+ 2
4	<u>zeitlich befristetes Fahr-</u> <u>verbot für alle Kraftfahr-</u> <u>zeuge</u> , z.B. für Nachtstun- den in Wohngebieten	13%	17%	- 4
5	<u>Geschwindigkeitsbegrenzung</u> auf 80 km/Stunde auf Auto- bahnen, die Wohngebiete berühren	5%	11%	- 6
6	<u>Kontrolle</u> der Lärmentwick- lung bei Verkehrskontrollen durch die Polizei	12%	23%	-11
7	Gesetzliche Vorschrift, den <u>Motor</u> vor roten Ampeln oder beim Halten sofort <u>abzustellen</u>	6%	20%	-14
	keine Angabe	1%	3%	
N=1.881		100%	100%	-

Wie die Tabelle zeigt, entscheiden sich rund ein Drittel der Befragten (34%) für den Vorschlag "Geschwindigkeitsbegrenzung auf 30 km/Stunde in Wohngebieten" als geeignetste Maß-

nahme zur Verkehrslärminderung. 7<sup>1</sup>/<sub>2</sub>% halten diese Maßnahme für die ungeeignetste. Während also eine innerörtliche Geschwindigkeitsbegrenzung per Saldo eher positiv bewertet wird, überwiegen bei der Beurteilung einer Geschwindigkeitsbegrenzung auf der Autobahn auf 80 km/Stunde in der Nähe von Wohngebieten die ablehnenden Aussagen.

Hinsichtlich der Wirksamkeit von Verkehrsverboten, sei es zu bestimmten Tages- bzw. Nachtzeiten, sei es für einzelne Fahrzeuggruppen, sind die Meinungen geteilt. Dabei wird ein zeitlich befristetes Fahrverbot für einzelne Fahrzeuggruppen am ehesten positiv bewertet. Die Sperrung ganzer Straßen, zum Beispiel in Form von Nachtfahrverboten, erhält mehr ablehnende als zustimmende Nennungen.

Als eher ungeeignet wird auch eine verstärkte Kontrolle der Lärmentwicklung durch die Polizei bewertet. Ebenso stößt eine Vorschrift, den Motor beim Stand abzustellen, gehäuft auf Ablehnung.

Wenn man bedenkt, daß eine Geschwindigkeitsbegrenzung auf 30 km/Stunde, sofern sie auch eingehalten wird, in Wohngebieten tatsächlich eine merkliche Verbesserung der Lärmsituation bewirken kann, stimmt das Ergebnis der Tabelle 45 durchaus optimistisch. Gleichzeitig wird jedoch auch deutlich, daß lärmbegründete Geschwindigkeitsbegrenzungen auf Autobahnen es bei dem derzeitigen Meinungs- und Einstellungsbild eher schwer haben dürften.

Von Interesse ist in diesem Zusammenhang, ob zwischen der Meinung der kraftfahrenden Bevölkerung und denjenigen, die keinen Führerschein besitzen, wesentliche Beurteilungsunterschiede existieren. Dies ist jedoch nicht der Fall. Auch von den Kraftfahrern sind 34% der Meinung, das Tempo 30 in Wohngebieten die geeignetste Maßnahme wäre und auch hinsichtlich möglicher Verkehrsverbote unterscheiden sie sich nicht von der übrigen Bevölkerung. Allein bei den als unge-

eignet eingestuften Maßnahmen zeigt sich ein geringfügiger Unterschied. Nichtkraftfahrer halten Polizeikontrollen zur Lärmentwicklung häufiger für ungeeignet, als dies die Kraftfahrer selber tun.

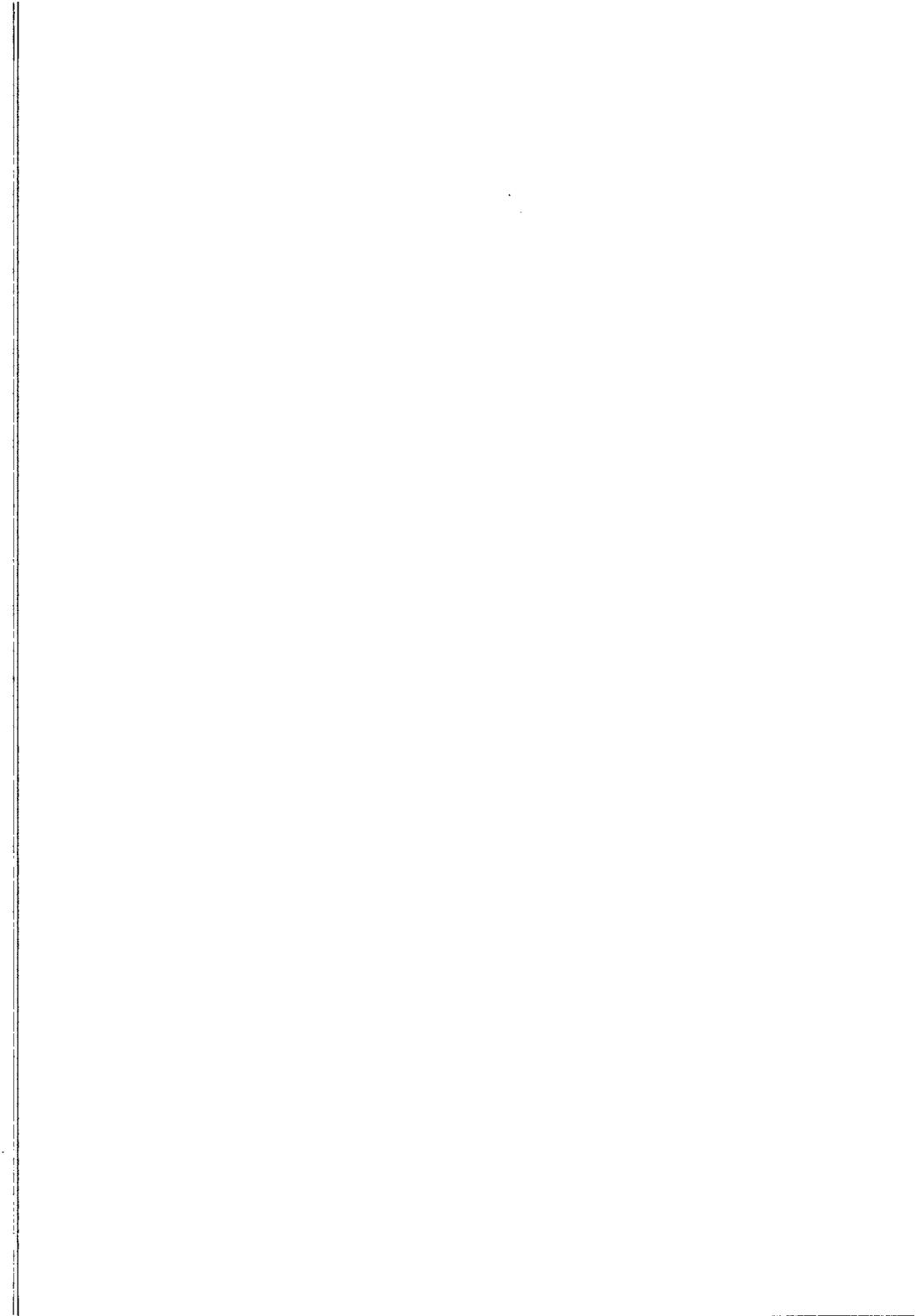
Auch die Beurteilungsunterschiede zwischen den Geschlechtern oder verschiedenen Altersgruppen sind gering: Tendenziell halten Frauen ein Tempolimit auf 30 km/Stunde in Wohngebieten und zeitlich befristete Fahrverbote etwas häufiger für die beste Maßnahme, Männer vertrauen dagegen ein wenig öfter auf den Effekt von Polizeikontrollen. Ein Tempolimit auf 30 km/Stunde wird auch von Personen im Alter über 35 Jahre häufiger als geeignetste Maßnahme eingestuft. Junge Fahrer sehen häufig (26% der Nennungen) in der Sperrung von Straßen für den Durchgangsverkehr die beste Lösung.

Insgesamt bleibt jedoch festzustellen, daß der Konsens relativ groß ist und die Beurteilung eines innerörtlichen Tempolimits wesentlich positiver ausfällt, als man nach den Erfahrungen mit dem tatsächlichen Verhalten bei derartigen Begrenzungen erwarten könnte.<sup>1)</sup>

Fahrzeugspezifische oder zeitlich befristete Fahrverbote bedürfen nach den vorliegenden Erkenntnissen begleitender Maßnahmen, um akzeptiert zu werden. Generell gilt in diesem Zusammenhang, daß erfolgreiche Maßnahmen das Verständnis der Kraftfahrer voraussetzen und ihn erkennen lassen, in welchem Umfang er selbst zum Lärmgeschehen beiträgt. Sollte diese vorliegende Untersuchung zu einer derartigen Sensibilisierung der Kraftfahrer beitragen, hätte sie ihr eigentliches Ziel erreicht.

---

1) So kommt K. PFUNDT in Untersuchungen zu Tempo 30/40 zu dem Ergebnis: "Die durch Zonenschilder vorgeschriebene zulässige Höchstgeschwindigkeit wird nirgendwo auch nur annähernd eingehalten." K. PFUNDT, Untersuchungen der Beratungsstelle für Schadenverhütung (HUK) zu Tempo 30/40, in: BUNDESANSTALT FÜR STRASSENWESEN, Unfall- und Sicherheitsforschung Straßenverkehr, Heft 66, a.a.O., S. 27





## 8. Zusammenfassung in 40 Thesen

Zum Abschluß der Untersuchung unternehmen wir den Versuch, die Fülle der Ergebnisse in prägnanter Form zusammenzufassen. Hierzu sollen die wichtigsten Resultate in Thesenform dargestellt werden, wobei sich die insgesamt 40 Thesen in vier Thesenblöcke gliedern. Die Thesenblöcke folgen zwar weitgehend dem Aufbau der vorrangingenden Untersuchung, zum Teil fassen sie jedoch Erfahrungen kapitelübergreifend zusammen. Um dem interessierten Leser den Zugriff zu den differenzierten Einzelergebnissen zu erleichtern, enthalten die Thesen jeweils Verweise auf diejenigen Abschnitte, die die Grundlage der Aussage bilden.

### 8.1 Drei Thesen zur Bedeutung des Straßenverkehrs als Lärmquelle

In den letzten Jahren gab es immer wieder gegensätzliche Aussagen über den Stellenwert von Straßenverkehrs- und Fluglärm. Die Thesen 1-3 verdeutlichen, welchen Stellenwert der Straßenverkehr als Lärmquelle hat.

1. Der Straßenverkehr gilt als lästigste Lärmquelle im Wohnbereich und rangiert dort knapp vor dem Fluglärm (Kap. 3.1).
2. Am Arbeitsplatz wird Straßenverkehrslärm hinter dem Lärm von Maschinen und Geräten auf Platz 2 der Lästigkeitsskala eingestuft (Kap. 3.1).

Eine mögliche Erklärung für die in einigen Veröffentlichungen berichtete höhere Belästigung durch Fluglärm liefert möglicherweise These 3:

3. Es fühlen sich zwar weniger Bundesbürger durch Fluglärm als durch Straßenverkehrslärm belästigt. Wenn jedoch eine Belästigung durch Fluglärm empfunden wird,

ist diese bei Fluglärm tendenziell stärker als beim Straßenverkehrslärm (Kap. 3.1).

### 8.2 16 Thesen zur Belästigung durch Straßenverkehrslärm

Die Thesen 4-6 geben Auskunft über den quantitativen Umfang derjenigen, die sich durch Straßenverkehrslärm belästigt fühlen.

4. Jeder dritte Bundesbürger fühlt sich sehr stark bis mäßig durch Straßenverkehrslärm belästigt. Schätzungsweise 5-9% der Bevölkerung wohnen in Bereichen, in denen der Mittelungspegel jenseits der Unbehaglichkeitsschwelle von 65 dB(A) liegt (Kap. 3.1+4.1).
5. Circa jeder fünfte Bundesbürger kann nicht bei geöffnetem Fenster schlafen, bei geöffnetem Fenster ungestört fernsehen, Musik hören oder sich unterhalten (Kap. 4.1).
6. Knapp 10% der Bundesbürger können sich auch durch das Schließen der Fenster nicht hinreichend gegen Straßenverkehrslärm schützen (Kap. 4.1).

Die Thesen 7 und 8 beschreiben die berichteten Folgen der Belastung durch Straßenverkehrslärm.

7. Jeder fünfte Bundesbürger vermutet negative gesundheitliche Auswirkungen des Straßenverkehrslärms für seine eigene Person (Kap. 4.7).
8. Bei den berichteten gesundheitlichen Beeinträchtigungen dominieren Schlafstörungen, insbesondere Einschlafstörungen, Nervosität und Kopfschmerzen (Kap. 4.7).

Die durch den Straßenverkehr hervorgerufene Lärmbelastigung variiert in Abhängigkeit von der Zeit. Dies schlägt sich im Belästigungsempfinden der Betroffenen nieder. Über die Dauer und die zeitlichen Spitzen der Belästigung geben die Thesen 9-11 Auskunft.

9. 3,4 Stunden beträgt die durchschnittliche von den Betroffenen berichtete Lärmbelästigungsdauer (Kap. 4.1).
10. Es gibt zwei tageszeitliche Belästigungsspitzen, diese liegen morgens zwischen 6<sup>00</sup>-8<sup>00</sup> Uhr und nachmittags zwischen 15<sup>00</sup>-18<sup>00</sup> Uhr (Kap. 4.2).
11. Im Sommer ist das Ausmaß der empfundenen Belästigung durch Straßenverkehrslärm am größten (Kap. 4.2).

Einen entscheidenden Einfluß auf das Ausmaß der Belästigung durch Straßenverkehrslärm hat der Wohnort. Daß nicht nur die Ortsgröße sondern auch das Bundesland eine Rolle spielen, zeigen die Thesen 12 und 13.

12. Bewohner der Bundesländer Bremen, Hessen, Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg fühlen sich besonders stark, Bewohner der Bundesländer Saarland, Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Berlin fühlen sich weniger stark durch Straßenverkehrslärm belästigt (Kap. 4.3).
13. Die Einwohnerzahl von 50.000 erweist sich als für den Straßenverkehrslärm kritische Gemeindegröße. Bewohner kleinerer Gemeinden (unter 50.000 Einwohner) wohnen ruhiger und berichten über kürzere Lärmexpositionszeiten (Kap. 4.3).

Wie wenig oder stark der einzelne vom Straßenverkehrslärm belästigt wird, hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Einer der wichtigsten betrifft die individuelle Lärmempfindlichkeit. Die Thesen 14-16 geben hierzu Auskunft.

14. Das Ausmaß der empfundenen Belästigung hängt sehr eng mit der individuellen Lärmempfindlichkeit zusammen. 7% der Bevölkerung stufen sich als extrem, bzw. sehr lärmempfindlich ein (Kap. 4.6).
15. Die Lärmempfindlichkeit nimmt mit steigendem Alter zu (Kap. 4.6).
16. Frauen stufen sich geringfügig öfter als lärmempfindlich ein als Männer (Kap. 4.6).

Entscheidend für die Straßenverkehrslärmbelastung sind jedoch auch die ökonomische Situation und die von dieser beeinflussten Wohnverhältnisse (These 17-19).

17. Mit steigendem Haushaltsnettoeinkommen wächst die Wahrscheinlichkeit, in einer ruhigen Wohnlage zu wohnen (Kap. 3.2).
18. Bewohner von Einfamilienhäusern berichten die geringsten Verkehrslärmbelastigungen (Kap. 3.2).

Auf der anderen Seite gilt:

19. Über die Verkehrslärmbelastigung in der Wohnung entscheiden nicht die Besitzverhältnisse: Eigentümer und Mieter von Einfamilienhäusern äußern sich bezüglich der Lärmbelastigung gleichermaßen positiv. Bewohner von Eigentumswohnungen und Mieter von Mietwohnungen in Mehrfamilienhäusern äußern sich gleichermaßen negativ (Kap. 3.2).

### 8.3 15 Thesen zum Zustandekommen des Straßenverkehrslärms

Straßenverkehrslärm entsteht im Zusammenspiel von Fahrzeug, Reifen, Straße und Fahrer. Daß in der Öffentlichkeit differenzierte Vorstellungen darüber herrschen, welche Fahrzeuge und Fahrer in besonderem Maße zum Straßenverkehrslärm beitragen, zeigen die Thesen 20 und 21.

20. Als lästigste Fahrzeugarten gelten in der Öffentlichkeit Motorräder und Lastkraftwagen. Diese Meinung deckt sich weitestgehend mit den entsprechenden objektiven Maßwerten (Kap. 4.4).
21. Als besonders rücksichtslos in Sachen Lärm gelten motorisierte Zweiradfahrer und junge Fahrer. Frauen und ältere Fahrer erhalten in diesem Zusammenhang die besten Noten (Kap. 4.5).

Die wichtigsten Erkenntnisse zur Bedeutung des Fahrzeugs für die Geräusentwicklung fassen die Thesen 22-24 zusammen.

22. Das Geräusch eines Kraftfahrzeugs setzt sich aus zwei Komponenten zusammen, dem Antriebsgeräusch und dem Rollgeräusch (Kap. 5.1).
23. Das größte Verbesserungspotential zur Verringerung des Antriebsgeräusches gibt es beim LKW. Der PKW hat bereits ein hohes Niveau der möglichen Geräuschreduktion erreicht (Kap. 5.1).
24. Die Kapselung von Motoren ist ein sehr geeignetes Verfahren, die Geräuschemission zu reduzieren. Bei LKWs wäre eine Halbierung des Lärmpegels durch eine solche Maßnahme erreichbar (Kap. 5.1).

Welchen Stellenwert Reifen und Straße für das Zustandekommen des Rollgeräusches haben, beschreiben die Thesen 25-32. Hierbei ist jedoch zu bedenken, daß es gerade in dem Bereich Reifen-Straße-Geräusch noch viele Kenntnisslücken gibt.

25. Das Reifen-Straße-Geräusch (Rollgeräusch) dominiert als Geräuschquelle beim PKW ab 40 km/h und beim LKW ab 60 km/h (Kap. 5.2).
26. Entscheidend beim Reifen ist die Profilgestaltung (Kap. 5.2).

27. Geringe Geräuscentwicklung des Reifens und Sicherheit bei nasser Fahrbahn bedeuten gegensätzliche Zielvorgaben bei der Profilentwicklung. Insoweit stellt jedes Profil einen Kompromiß dar (Kap. 5.2).
28. Das Lärmreduzierungspotential der Reifen ist nach derzeitigem Kenntnisstand weitestgehend ausgeschöpft (Kap. 5.2).

Welchen Einfluß die Straße auf die Lärmentwicklung hat, beschreiben die folgenden Thesen:

29. Die Straße beeinflusst auf zweierlei Weise die Lärmentwicklung, durch die Straßengestalt und die Straßendecke (Kap. 5.3).
30. Alle geschwindigkeitsreduzierenden Elemente einer Straße beeinflussen das Lärmgeschehen positiv (Kap. 5.3).
31. Durch Unterschiede in den Straßendecken ergeben sich Pegelunterschiede von bis zu 11 dB(A), d.h. mehr als eine Halbierung bzw. Verdoppelung des Lärm (Kap. 5.3).
32. Durch Dränasphalte lassen sich erhebliche Lärminderungen erreichen, die je nach Vergleichsdecke zwischen 5 und 10 dB(A) liegen (Kap. 5.3).

Neben Fahrzeug, Reifen und Straße spielt der Fahrer eine entscheidende Rolle für das Ausmaß an Lärm, das im Straßenverkehr erzeugt wird. Die Thesen 33 und 34 verdeutlichen dies.

33. Durch niedertourige Fahrweise lassen sich wesentliche Geräuschminderungen erzielen. Die erzielbare Lärmreduktion liegt im Bereich von 7-11 dB(A) (Kap. 5.4).
34. Knapp zwei Drittel der Kraftfahrer nennen den "Fahrstil des Fahrers" als wichtigen Faktor, der die Geräuscentwicklung beeinflusst (Kap. 5.4).

#### 8.4 6 Thesen zur Beurteilung von Maßnahmen gegen Straßenverkehrslärm

---

Zum Zwecke des Lärmschutzes werden Lärmschutzwände und -wälle gebaut oder regelnde Maßnahmen in Form von Geschwindigkeitsbegrenzungen oder Fahrverboten erlassen. Wie derartige Maßnahmen von der Öffentlichkeit beurteilt werden, zeigen die folgenden Thesen:

35. Als beste Lösung beim Bau von Lärmschutzwänden und -wällen gilt der begrünte Lärmschutzwall aus aufgeschütteter Erde (Kap. 6.3).
36. Generell gilt, jede Begrünung verbessert die Beurteilung einer Lärmschutzmaßnahme (Kap. 6.3).
37. Bezüglich ihres funktionalen Nutzens werden Lärmschutzwände und -wälle weitestgehend positiv eingestuft, hinsichtlich ihres ästhetischen Erscheinungsbildes äußern sich zwei Drittel der Bevölkerung kritisch (Kap. 6.3).
38. Eine Geschwindigkeitsbegrenzung auf 30 km/Stunde in Wohngebieten gilt als beste verkehrsregelnde Maßnahme zur Verkehrslärminderung (Kap. 7.2).
39. Lärmbegründete Geschwindigkeitsbegrenzungen von 80 km/Stunde auf Autobahnen, die Wohngebiete berühren, finden kaum Akzeptanz (Kap. 7.2).
40. Zeitlich befristete Fahrverbote für einzelne Fahrzeugarten in Wohngebieten werden eher positiv beurteilt (Kap. 7.2).

#### 8.5 Ein Resumée

Die Bekämpfung des Straßenverkehrslärms ist eine Aufgabe, zu der alle ihren Beitrag liefern müssen. Weder kann das Problem technisch durch die Automobil- und Reifenhersteller und/oder die Straßenbauer gelöst werden, noch reichen neue gesetzliche

Vorschriften und Normen. Verbesserungen in diesen Bereichen können nur nachhaltigen Erfolg haben, wenn sich der Kraftfahrer seiner Mitverantwortung bewußt wird und seine Fahrweise demgemäß anpaßt.

## 9. Methodisches Vorgehen

Die vorliegende Untersuchung stützt sich auf eine Reihe verschiedener Informations- und Datenquellen. Während die Darstellung der Auswirkungen des Lärms auf den Menschen weitestgehend auf den von Medizinern und Psychologen erarbeiteten und in der wissenschaftlichen Literatur berichteten Erfahrungen basiert, bilden für die übrigen Kapitel eigene empirische Erhebungen die Grundlage.

Im einzelnen stützen sich die Ergebnisse auf folgende empirische Erhebungen:

- a) Intensivgespräche mit Kraftfahrern
- b) Repräsentativerhebung
- c) Expertengespräche

### Zu a) Intensivgespräche mit Kraftfahrern

In den Monaten September-Oktober 1988 wurden 21 Intensivgespräche mit Kraftfahrern zur Problematik "Straßenverkehrslärm" durchgeführt. Dem Gespräch lag ein thematisch strukturierter Leitfaden zugrunde. Die Durchführung der Gespräche lag in den Händen eines speziell für diesen Einsatz vorbereiteten, psychologisch geschulten und erfahrenen Interviewers.

Bei den Gesprächspartnern handelte es sich ausschließlich um Kraftfahrer. Die Auswahl der Befragten erfolgte auf der Basis von Quotenvorgaben, wobei insbesondere darauf geachtet wurde, daß unterschiedliche Lärmbelastungen im Wohnbereich in der Stichprobe berücksichtigt waren.

Die Gespräche wurden qualitativ ausgewertet. Die dort gewonnenen Erkenntnisse bildeten eine wesentliche Grundlage für die Entwicklung des Fragenkatalogs der Repräsentativerhebung.

Zu b) Repräsentativerhebung  
-----

Die in dieser Untersuchung ausgewiesenen quantitativen Ergebnisse basieren auf den Daten einer bundesweiten Repräsentativerhebung. Zur Grundgesamtheit der Stichprobe rechnen alle Personen ab 14 Jahre, die im Bundesgebiet einschließlich West-Berlin ihren festen Wohnsitz haben. Die Stichprobe wurde nach dem Random-Route-Verfahren gebildet. Basis für den Interviewer-Einsatz war ein ADM-Mastersample mit 210 sampling-points, das eine regionale Repräsentativität garantiert. Da es in der Praxis nicht möglich ist, eine Random-Stichprobe vollständig auszuschöpfen (der Ausschöpfungsgrad lag im vorliegenden Fall bei 70,5%), treten gewisse Abweichungen gegenüber der amtlichen Statistik auf. Der Ausgleich dieser Unregelmäßigkeiten wurde durch eine spezielle Gewichtung erreicht. Merkmale für die Gewichtung sind Geschlecht, Alter, Berufstätigkeit, Schulbildung, Haushaltsgröße, Bundesland und Ortsgröße. Die Größe der Stichprobe liegt bei 1.881 befragten Personen. Hierunter befinden sich 1.024 Autofahrer. Die Stichprobe ist repräsentativ für die Bevölkerung der Bundesrepublik.

Der Fragenkatalog, der den Befragten im Rahmen einer Mehrthemenumfrage vorgelegt wurde, basiert auf den Erfahrungen der Intensivgespräche. In zwei Pretestwellen wurde das Erhebungsinstrument vorgetestet. Durchgeführt wurde die Befragung in dem Zeitraum vom 26.11.-21.12.1988. Die Auswertung der Daten erfolgte per EDV auf einer HP 3000-Anlage.

Zu c) Expertengespräche  
-----

In Anbetracht der Tatsache, daß Straßenverkehrslärm im Zusammenspiel von Fahrer, Fahrzeug und Straße entsteht, erwies es sich als notwendig, Experten dazu zu hören, welchen Stellenwert die einzelnen Systemkomponenten für die Geräuscent-

wicklung haben. Zur Abklärung des Beitrags des Automobils fanden Gespräche mit Entwicklungsingenieuren der deutschen Automobilindustrie statt. Die Bedeutung des Reifens wurde mit Hilfe der Experten der UNIROYAL-ENGLEBERT Reifen GmbH erarbeitet. Zur Abklärung des Beitrags der Straßenoberfläche zur Lärmentstehung sowie der Wirksamkeit von Lärmschirmen standen als Gesprächspartner Experten der Bundesanstalt für Straßenwesen und des Bundesministeriums für Verkehr zur Verfügung.

Den Experteninterviews, die der Autor persönlich führte, lag jeweils ein individueller Gesprächsleitfaden zugrunde. Die Gespräche wurden aufgezeichnet und anschließend ausgewertet. Ergänzt wurden die Gespräche in vielen Fällen durch die Zurverfügungstellung von unveröffentlichten Erfahrungsberichten und Forschungsergebnissen.

10. Literatur

- ACE-LENKRAD, Gummi als Krachmacher, Heft 1/85, S. 36-37
- ANTI-LÄRM-LIGA e.V., Kampf dem Lärm, München 1955
- APEL, Dieter, Kosten-Nutzen-Untersuchungen zur Verkehrslärm-minderung, in: Institut für Umweltschutz, Dortmund, Schallschutz im Städtebau, S. 103-114, Berlin 1979
- AUTO-ZEITUNG, Anti-Lärm-Belag, Gefahr im Winterbetrieb, in: Auto-Zeitung Nr. 2, 16.1.1988
- BHEREUR, P., D. MERGLER-RACINE, Effects of intravehicular noise on electromyographic activity associated with the braking reflex, The Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 58, Suppl. No. 1, 1975, S. 117
- BORJANS, Rita, Immobilienpreise als Indikatoren der Umweltbelastungen durch den städtischen Kraftverkehr, Düsseldorf 1983
- BRADLEY, J.S., B.A. JONAH, The Effects of Site Selected Variables on Human Responses to Traffic Noise, Part I: Type of Housing by Traffic Noise Level, Journal of Sound and Vibration, 1979, 66(4), S. 589-604;  
Part II: Road Type by socio-economic Status by Traffic Noise Level, Journal of Sound and Vibration, 1979, 67(3), S. 395-407;  
Part III: Community Size by socio-economic Status by Traffic Noise Level, Journal of Sound and Vibration, 1979, 67(3), S. 409-423

- BUNDEANSTALT FÜR STRASSENWESEN, Systemanalyse "Straßenverkehrssicherheit", Bereich Unfallforschung, Köln 1972
- BUNDEANSTALT FÜR STRASSENWESEN, Zonen-Geschwindigkeits-Beschränkung, in: Unfall- und Sicherheitsforschung Straßenverkehr, Heft 66, Bergisch-Gladbach 1988
- BUNDESMINISTER FÜR RAUMORDNUNG, BAUWESEN UND STÄDTEBAU, Zur Beurteilung von Schallemissionen in vorhandenen und geplanten Gebieten, Bonn 1980
- BUNDESMINISTER FÜR VERKEHR, Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 1979-1986, Bonn, Juli 1987
- BUNDESMINISTER FÜR VERKEHR, Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 1987, Bonn, August 1988
- BUCHTA, Edmund, Uwe RITTERSTAEDT, Joachim KASTKA, Lärm-minderung bei Verkehrsanlagen, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 203, Bonn-Bad Godesberg 1976
- EICHENAUER, Max, Hans-Henning VON WINNING, Edgar STREICHERT, Walter MOLT, Peter WILLI, Hans BEYSLE, Heinrich STEVEN, Folker MOSCHEL, Einfluß der Straßengestaltung auf Fahrverhalten, Betriebszustände und Geräuschemissionen, Vorstudie, Universität Augsburg, November 1981
- EJSMONT, J.A., U. SANDBERG, S. TARYMA, Influence of Tread Pattern on Tire/Road Noise, Transactions of the SAE, 1984, Society of Automotive Engineers, Inc., Warrendale, PA, USA
- ELLINGHAUS, Dieter, Wirkungszusammenhang Fahrer-Fahrzeug, Bericht zum Forschungsprojekt 7817 der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bereich Unfallforschung, Köln 1982

FINKE, H.O., R. GUSKI, B. ROHMANN, Betroffenheit einer Stadt durch Lärm, Texte des Umweltbundesamtes, Berlin 1980

FISCHER, Erich, Schallbeurteilungsverfahren zur Optimierung der Verkehrslärminderung bei der Trassierung, Verkehrslenkung und Verkehrsberuhigung, in: Institut für Umweltschutz, Dortmund, Schallschutz im Städtebau, S. 96-102, Berlin 1979

GIESELER, Heinz-Joachim, Alfons NOLLE, Einfluß von verkehrsberuhigenden Maßnahmen auf akustische Kenngrößen, Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 31, 1984, S. 31-35

GIESLER, Heinz-Joachim, Alfons NOLLE, Einfluß von Geschwindigkeit und Fahrweise auf den innerstädtischen Verkehrslärm, Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 34, 1987, S. 31-36

GLASS, D.C., J.E. SINGER, Urban Stress: Experiments on noise and social stressors, New York 1972

GREEN, Chris, Traffic Noise, A Bibliography on Surface Transportation Noise, 1979-1986, Letchworth, Herts, 1987

HOLZAPFEL, Helmut, Klaus TRAUBE, Otto ULLRICH, Autoverkehr 2000, Wege zu einem ökologisch und sozial verträglichen Straßenverkehr, 2. Auflage, Karlsruhe 1988

GRIEFAHN, Barbara, Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der lärmbedingten Schlafstörungen, Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 30, 1983, S. 38-45

HAYDEN, R.E., Roadside Noise from the Interaction of a Rolling Tire with the Road Surface, 81st Meeting of the Acoustical Society of America, Washington 1971

- HOLZMANN, E., Ermittlung der Belästigung durch Verkehrslärm in Abhängigkeit von Verkehrsmittel und Verkehrsdichte in einem Ballungsgebiet, Forschungsarbeiten des Verkehrswissenschaftlichen Instituts an der Universität Stuttgart, Bericht 13, 1978
- JANSEN G., Verkehrslärmwirkungen bei besonderen Personengruppen, Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 34, 1987, S. 152-156
- JANSEN, G., W. KLOSTERKÖTTER, Lärm und Lärmwirkungen, Ein Beitrag zur Klärung von Begriffen, Bundesministerium des Innern, Februar 1980
- JOKIEL, V., Subjektive Beurteilung von Lärmeinwirkungen durch die Bevölkerung, Zusammenfassung der Ergebnisse von Meinungsumfragen und Beschwerdestellen, Kampf dem Lärm, 2, 1977
- KAMINSKI, G. (Hrsg.), Umweltpsychologie, Stuttgart 1976
- KASTKA, Joachim u.a., Vergleichende Untersuchungen zur Lärmbelästigung von Autobahnen und anderen Straßen, Forschung Straßenverkehr und Straßenverkehrstechnik, Heft 432, Bonn-Bad Godesberg 1984
- KASTKA, Joachim, Untersuchungen zur Belästigungswirkung der Umweltbedingungen, Verkehrslärm und Umweltgerüche, in: G. KAMINSKI (Hrsg.), Umweltpsychologie, Stuttgart 1976
- KEMPER, Gert, Heinrich STEVEN, Geräuschemissionen von Personenwagen bei Tempo 30, Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 31, 1984, S. 36-44

- KLOSTERKÖTTER, W., Medizinische Untersuchungen über die Belastbarkeit von Menschen durch Geräusche im Hinblick auf die Immissionsrichtwerte, Schriftenreihe "Städtebauliche Forschung" des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Heft 03.031, Bonn 1974
- KRECH, David, Richard S. CRUTCHFIELD, Grundlagen der Psychologie, Weinheim, Berlin, Basel 1971, insbes. S. 25-32, S. 87-102
- KRELL, Karl, Neuere Entwicklungen beim Schallschutz an Straßen, Internationales Verkehrswesen 41, (1989), Heft 1, S. 52-58
- KRYTER, K.D., The effects of noise on man, New York 1970
- MASCHKE, Christian, Der Einfluß von Verkehrsgeräuschen und Befindlichkeit auf die Schlafqualität, Diplomarbeit der TU Berlin, Institut für Technische Akustik, FB 21 Umwelttechnik, Berlin 1985
- MERGLER-RACINE, D., P. BHEREUR, D. GIGUERE, Effects of intravehicular noise on the braking reflex in a simulated vehicle, The Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 57, Supplement No. 1, 1975, S. 532-533
- MONHEIM, Heiner, Verkehrsberuhigung, in: Institut für Umweltschutz, Dortmund, Schallschutz im Städtebau, S. 115-120, Berlin 1979
- MÖHLER, U., R. SCHUEMER, V. KNALL, A. SCHUEMER-KOHR, Vergleich der Lästigkeit von Schienen- und Straßenverkehrslärm, Zeitschrift für Lärmbekämpfung 33, 1986, S. 132-142

- NITSCH, Jürgen R., Stress, Theorien, Untersuchungen, Maßnahmen, Bern, Stuttgart, Wien 1981
- OECD, Fighting Noise, Strengthening Noise Abatement Policies, Paris 1986
- OESER, K., J.H. BECKERS, Fluglärm, Ein Kompendium für Betroffene, Umwelt Aktuell Band 19, Karlsruhe 1987
- OLSON, N., Survey of Motor Vehicle Noise, The Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 52, No. 5, 1972, S. 1291-1305
- PFUNDT, Konrad, Untersuchungen der Beratungsstelle für Schadenverhütung (HUK) zu Tempo 30/40, in: BUNDESANSTALT FÜR STRASSENWESEN, Bereich Unfallforschung, Zonen-Geschwindigkeits-Beschränkung, Unfall- und Sicherheitsforschung Straßenverkehr, Heft 66, Bergisch-Gladbach 1988, S. 21-28
- PÜTZ, Jean (Hrsg.), Hifi, Ultraschall und Lärm, Die Welt des Schalls, Köln 1973
- REHM, Sieglinde, Medizinische Wirkungen von Umweltlärm auf den Menschen, in: Institut für Umweltschutz, Dortmund, Schallschutz im Städtebau, S. 44-49, Berlin 1979
- SANDBERG, Ulf, Tire/road noise-studies of the mechanisms of noise generation, methods of measurement and road surface characterization, Linköping 1987
- SANDBERG, Ulf, Characterization of Road Surfaces with Respect to Tire Noise, Proceedings of the International Tire Noise Conference, Stockholm 1979, STU-inf 168-1980, The National Swedish Board for Technical Development in Stockholm

- SANDBERG, Ulf, Road Traffic noise - The influence of the Road Surface and its Characterization, Applied Acoustics, 1987
- SANDBERG, Ulf, Noise and the Road - Is There a Conflict Between Requirements for Safety and Noise? Journal Ingénieurs de l'Automobile Jan-Feb 1987, Société des Ingénieurs de l'Automobile, Paris
- SANDBERG, U., G. DESCORNET, Road Surface Influence on Tire Noise, Part I, Part II, Proceedings of Inter-Noise 80, Miami 1980, Noise Control Foundation, New York, USA
- SHAW, Edgar A.G., Noise Pollution, Physics Today, Vol. 28, Januar 1975
- SCHICK, August, Schallwirkung aus psychologischer Sicht, Stuttgart 1979
- SCHLAG, Bernhard, Dieter ELLINGHAUS, Jürgen STEINBRECHER, Risikobereitschaft junger Fahrer, Unfall- und Sicherheitsforschung Straßenverkehr, Heft 58, Bergisch-Gladbach 1986
- SCHMIDT-ASSMANN, Eberhard, Verfassungsrechtliche Grundlagen und Systemgedanken einer Regelung des Lärmschutzes an vorhandenen Straßen, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 276, Bonn-Bad Godesberg 1979
- SCHRÖER, A., Der individuelle Einfluß des Fahrers auf das Emissionsverhalten des Fahrzeugs, VDI-Berichte 531, 1983, S. 489-510
- STEVEN, H., Einfluß der Fahrweise auf die Geräuschemission eines Kraftfahrzeugs, Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 30, 1983, S. 67-72

STEVENS, S.S., F. WARSHOFISKY, Schall und Gehör, Hamburg  
1970

STRASSEN, Thomas, Subjektive Lästigkeit von Lärm und ihre  
Erfassung durch Lärmmeßverfahren - Eine vergleichende  
Untersuchung mit Hilfe der Hauptkomponentenanalyse,  
Diss., Aachen 1979

THIESEN, G.J., T.F.W. EMBLETON, Elements of Noise Control  
in Community Planning, The Acoustics Section of the  
Division of Physics, National Research Council of  
Canada, Ottawa 1978

THIESEN, G.J., Effects of Noise during Sleep, in: WELCH,  
B.L., A.S. WELCH (Hrsg.), Physiological Effects of  
Noise, New York 1970

ULLRICH, Jürgen, Lärmschutz unter besonderer Berücksichti-  
gung des Straßenverkehrslärms, Deutsches Verwaltungs-  
blatt, DVBl. 1. Nov. 1985, Seite 1159-1164

ULLRICH, Jürgen, Lärmschutz an Bundesfernstraßen, in: Zeit-  
schrift für Lärmbekämpfung, 30, 1983, S. 166-171

ULLRICH, S., Die Lärmbelastung durch Straßenverkehr in Klein-  
gartenanlagen, Methoden zur Verringerung, Unveröf-  
fentlichtes Manuskript, Bundesanstalt für Straßen-  
wesen, Dezember 1988

VDA, Repräsentative Untersuchungen über Einstellungen und  
Meinungen zum Auto, (INFRATEST) 1987 + 1986 + 1985  
(unveröffentlicht)

WELCH, B.L., A.S. WELCH (Hrsg.), Physiological Effects of  
Noise, New York 1970

WILLIAMS, H.L., Auditory stimulation, sleep loss and the stages of sleep, in: WELCH, B.L., A.S. WELCH (Hrsg.), Physiological Effects of Noise, New York 1970

ZWINGERT, P., Welche Straßengestaltungsmerkmale können bei Verkehrs- und Hauptverkehrsstraßen zu lärmreduzierten Betriebsweisen führen? Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 34, 1987, S. 61-66