

SCHRIFTENREIHE  
UMWELT NR. 329

Lärm

Lärmbekämpfung  
in der Schweiz

Stand und  
Perspektiven



Bundesamt für  
Umwelt, Wald und  
Landschaft  
(BUWAL)



SCHRIFTENREIHE  
UMWELT NR. 329

Lärm

Lärmbekämpfung  
in der Schweiz

Stand und  
Perspektiven

Herausgegeben vom Bundesamt  
für Umwelt, Wald und Landschaft  
(BUWAL)  
Bern, 2002

# Impressum

## Herausgeber

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL)

## Autoren

Abteilung Lärmbekämpfung, BUWAL

Frank Abbühl, Maria Balmer, Hans Bögli, Charles Brulhart, Matthias Burkhardt, Fredy Fischer, Theo Kuentz, Jean-Daniel Liengme, Myrtha Looser, Urs Jörg, Tommaso Meloni, Marc-Hermann Schaffner, Annemarie Seiler, Monja Siegenthaler, Armin Zurkinden.

Unter Mitwirkung von Andreas Meyer (Mitglied der Eidgenössischen Kommission für die Beurteilung von Lärm-Immissionsgrenzwerten) und Beat Jordi (Journalist).

## Beratung

Gilbert Thélin (Abt. Natur und Landschaft, BUWAL), Arthur Mohr (Abt. Ökonomie und Forschung, BUWAL), Urs Walker und Roger Bosonnet (Abt. Recht, BUWAL), Bruno Oberle (Vizedirektor, BUWAL), Gilbert Verdan (Vizedirektor a.D. BUWAL).

## Wertvolle Hinweise und Ergänzungen sind folgenden Personen zu verdanken

Beat Marty (Chef Abt. Luftreinhaltung und Lärmschutz des Kantons Luzern und Vorstandsvorsitzender des Cercle Bruit Schweiz), Kurt Eggenschwiler (Chef Abt. Akustik/Lärmbekämpfung EMPA), Vlasta Mercier (Bundesamt für Gesundheit).

Beteiligt waren auch alle kantonalen Fachstellen für Lärmbekämpfung in der Schweiz, die im Rahmen einer BUWAL-Umfrage sowie vielen direkten Anregungen wichtige Informationen insbesondere zum Vollzug und zum zukünftigen Handlungsbedarf der Lärmbekämpfung in der Schweiz geliefert haben.

## Bezug

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft  
Dokumentation  
3003 Bern  
Fax +41 (0)31 324 02 16  
E-Mail: docu@buwal.admin.ch  
Internet: <http://www.buwalshop.ch>

## Bestellnummer

SRU-329-D

## Preis

CHF 20.– (inkl. MWSt)  
© BUWAL 2002

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungen</b>	<b>5</b>
<b>Abstracts</b>	<b>7</b>
<b>Vorwort</b>	<b>9</b>
<b>Kurzfassung</b>	<b>11</b>
<b>1 Von den Anfängen der Lärmbekämpfung in der Schweiz</b>	<b>21</b>
<b>2 Der Mensch zwischen Ruhe und Lärm</b>	<b>25</b>
2.1 Was ist Ruhe? Was ist Lärm?	25
2.1.1 Eine Annäherung an die Vorstellungen von Ruhe	25
2.1.2 Die Definition von Lärm	26
2.2 Auswirkungen von Lärm	27
2.2.1 Gesundheitliche Auswirkungen	28
2.2.2 Wirtschaftliche Auswirkungen	30
2.2.3 Soziale Auswirkungen	31
2.3 Abgrenzung des Berichts	32
<b>3 Ziel und Strategie der Lärmbekämpfung in der Schweiz</b>	<b>33</b>
3.1 Das Ziel der Lärmbekämpfung	33
3.2 Die sechs Prinzipien der Lärmbekämpfungs-Strategie	33
3.2.1 Beurteilungsprinzip	34
3.2.2 Quellenprinzip	35
3.2.3 Vorsorgeprinzip	36
3.2.4 Sanierungsprinzip	38
3.2.5 Verursacherprinzip	39
3.2.6 Kooperationsprinzip	39
<b>4 Stand der Lärmbekämpfung</b>	<b>41</b>
4.1 Grundlagen	41
4.1.1 Aufgaben	41
4.1.2 Stand	43
4.1.3 Anstehende Projekte	46
4.2 Umsetzung	47
4.2.1 Aufgaben	47
4.2.2 Stand	47
4.2.3 Anstehende Projekte	58
4.3 Flankierende Massnahmen	58
4.3.1 Aufgaben	58
4.3.2 Stand	58
4.3.3 Anstehende Projekte	59
4.4 Die Lärmbekämpfung in der EU	59
4.4.1 Die Anfänge der Lärmbekämpfung in der EU	59
4.4.2 Das Grünbuch der EU-Kommission von 1996	60

4.4.3	Die aktuellen Bestrebungen der EU	61
4.4.4	Anstehende Projekte	62
<b>5</b>	<b>Kritische Betrachtung von Ziel und Strategie</b>	<b>63</b>
5.1	Zieluntersuchung	64
5.2	Strategieuntersuchung	65
5.2.1	Beurteilungsprinzip	65
5.2.2	Quellenprinzip	66
5.2.3	Vorsorgeprinzip	67
5.2.4	Sanierungsprinzip	67
5.2.5	Verursacherprinzip	68
5.2.6	Kooperationsprinzip	69
<b>6</b>	<b>Perspektiven in der Lärmbekämpfung</b>	<b>71</b>
6.1	Zusammenfassung der Untersuchung	71
6.2	Vorgehen bei der Suche nach Perspektiven	72
6.3	Perspektiven für eine zukünftige Lärmbekämpfung	73
6.3.1	Perspektiven der Zielsetzung	73
6.3.2	Perspektiven im Bereich Problemerkennung	74
6.3.3	Perspektiven im Bereich Problemlösung	76
6.4	Quintessenz und weiteres Vorgehen	80
	<b>Literatur</b>	<b>83</b>
<b>Anhang A:</b>	<b>Materielle Grundlagen der Lärmbekämpfung</b>	<b>87</b>
	Abgrenzung von Schall, Ruhe und Lärm	87
	Erschütterungen und abgestrahlter Körperschall	87
	Schalldruck	88
	Addition von Schallpegeln	88
	Filterkurven	89
	Zeitlicher Mittelungspegel	89
	Der Beurteilungspegel	90
	Weitere Pegelmasse	90
	Messen und berechnen	91
	Schallausbreitung	91
	Festlegung von Belastungsgrenzwerten	92
	Lärmbekämpfungsmassnahmen	94
<b>Anhang B:</b>	<b>Rechtliche Grundlagen zur Lärmbekämpfung</b>	<b>96</b>

## Abkürzungen

ASTRA	Bundesamt für Strassen
AW	Alarmwert
BABLW	Bundesamt für Betrieb der Luftwaffe
BAG	Bundesamt für Gesundheit
BAV	Bundesamt für Verkehr
BAZL	Bundesamt für Zivilluftfahrt
BFS	Bundesamt für Statistik
BGW	Belastungsgrenzwert (PW, IGW oder AW)
BUWAL	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
dB(A)	Dezibel A-bewertet
DIN	Deutsches Institut für Normierung
EJPD	Eidgenössisches Justiz- und Polizeidepartement
EMPA	Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt
ES	Empfindlichkeitsstufe
ETH	Eidg. Technische Hochschule
EU	Europäische Union
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
GIS	Geographisches Informationssystem
ICAO	International Civil Aviation Organisation
IGW	Immissionsgrenzwert
LBK	Lärmbelastungskataster
Leq	Mittelungspegel
Lr	Beurteilungspegel
LSV	Lärmschutz-Verordnung
NNI	Noise and Number Index
PW	Planungswert
SUVA	Schweizerische Unfallversicherungsanstalt
USG	Umweltschutzgesetz
UVEK	Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
VBS	Eidg. Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
WHO	World Health Organization (Weltgesundheitsorganisation)





## Abstracts

The report provides an overall view of noise abatement activities in Switzerland, reviews the current status, highlights the strengths and weaknesses of strategies, and points up possible opportunities for action. Although endeavours to reduce noise have already achieved a great deal, intensified efforts are necessary to ensure full protection of the public.

From an overall standpoint, the objectives of expansion and intensification of all aspects of noise abatement will receive priority, enabling the steady increase in noise in the living spaces of human beings and animals to be reversed. In addition, strategic extensions are required to enable noise to be more effectively combated – i.e. noise having detrimental effects on health, economic prosperity and social life.

Der Bericht vermittelt einen Überblick über die Lärmbekämpfung in der Schweiz und stellt neben dem Status quo auch die Stärken und Schwächen der Strategie sowie Perspektiven für den möglichen Handlungsraum vor. Obwohl die Lärmbekämpfung bereits viel erreicht hat, zeigt es sich, dass für einen umfassenden Schutz der Bevölkerung noch mehr Anstrengungen notwendig sind. Als Perspektive drängt sich einerseits in der Zielsetzung eine Ausdehnung und Verstärkung des Lärmschutzgedankens auf, damit der stetigen Verlärmung der Lebensräume für Mensch und Tier Einhalt geboten werden kann. Andererseits sind auch strategische Erweiterungen vorzunehmen, um den Lärm als Ursache für gesundheitliche, wirtschaftliche und soziale Auswirkungen wirkungsvoller zu bekämpfen.

Le présent rapport donne un aperçu de la lutte contre le bruit menée en Suisse. Non seulement il présente la situation actuelle, mais relève les points forts et les faiblesses de la stratégie et ouvre des perspectives sur des actions possibles à l'avenir. Bien que des résultats appréciables aient déjà été atteints, force est de constater qu'une protection intégrale de la population appelle une intensification des efforts. Il convient d'abord d'étendre et de renforcer la notion de protection contre le bruit afin de mettre un frein à la pollution phonique rampante qui envahit les milieux de vie des hommes et des animaux. Il faut en outre élargir la stratégie afin de lutter plus efficacement contre les nuisances sonores, responsables d'atteintes à la santé et de difficultés économiques et sociales.

Nell'offrire una visione d'insieme della lotta contro il rumore in Svizzera, il rapporto presenta, oltre allo stato attuale, anche i punti di forza e le debolezze della strategia in atto, nonché le prospettive per gli interventi possibili. Sebbene si sia già fatto molto nella lotta contro il rumore, sono richiesti sforzi aggiuntivi per offrire alla popolazione una protezione più completa. Da un lato si prospettano necessariamente come finalità l'ampliamento e il rafforzamento del concetto di protezione fonica, in modo da riuscire a contrastare il continuo aumento del rumore negli ambienti di vita, a beneficio sia delle persone che degli animali; dall'altro si deve intervenire anche con una strategia più estesa per combattere con maggiore efficacia il rumore in relazione i suoi effetti sulla salute e al suo impatto economico e sociale.



## Vorwort

Im Jahr 1963 wurde mit dem Bericht «Lärmbekämpfung in der Schweiz» das Basisdokument zur Lärmbekämpfung in der Schweiz publiziert. Die Schlussbemerkung endete mit der Feststellung, die Verwirklichung der Vorschläge werde viel Mühe, Zeit und Geld kosten. Aber Gesundheit und Wohlbefinden eines Volkes seien Werte, für die kein Preis zu hoch sein dürfe.

Rund ein Vierteljahrhundert später traten das Umweltschutzgesetz und die Lärmschutzverordnung in Kraft. Mit den darin enthaltenen Prinzipien und Vorgaben wollte man die Bevölkerung vor der zunehmenden Lärmbelastung schützen. Mit welchem Erfolg? Zu welchem Preis? Wie verhält es sich mit der Forderung von 1963, *der Plage Lärm müsse Einhalt geboten werden?*

Der vorliegende Bericht ist eine Standortbestimmung der Lärmbekämpfung in der Schweiz. Er setzt sich mit den Grundlagen und Werkzeugen der Lärmbekämpfung auseinander und verweist auf deren Stärken und Schwächen. Aufgezeigt werden die Möglichkeiten, aber auch die Grenzen der gegenwärtigen Strategie. Zudem stellt der Bericht Perspektiven für eine zukünftige Lärmbekämpfung im Inland vor.

Das BUWAL hofft, damit eine Diskussionsgrundlage im Sinne eines Grünbuches zuhanden der Betroffenen und der im Lärmbereich tätigen Akteure vorzulegen. Es verknüpft diese Hoffnung mit dem Wunsch, bessere Voraussetzungen zu schaffen, damit sich die Anliegen der Lärmbekämpfung effektiver und effizienter durchsetzen lassen. Nicht zuletzt möchten wir auch das Problembewusstsein der Bevölkerung für diesen Aspekt des Umweltschutzes schärfen.

*Philippe Roch  
Direktor des Bundesamtes für Umwelt,  
Wald und Landschaft*



# Kurzfassung

## Ziel und Vorgehen

Der vorliegende Bericht hat zum Ziel, die auf dem Umweltschutzgesetz (USG) und der Lärm-schutz-Verordnung (LSV) basierende Lärmbekämpfung in der Schweiz vorzustellen und kri-tisch zu untersuchen. Dabei geht es einerseits um eine Dokumentation der bereits geleisteten Arbeiten. Andererseits sollen Ziel und Strategie im Hinblick auf Verbesserungen untersucht werden, um mögliche Perspektiven im Sinne eines Potentials für die zukünftige Lärmbekämpfung aufzuzeigen.

Als Grundlage vermittelt Kapitel 1 einen Einblick in die Anfänge der Lärmbekämpfung im In-land. Kapitel 2 stellt sodann die wichtigsten Aspekte der Begriffe «Ruhe und Lärm» vor und gibt eine Übersicht der wichtigsten Lärmauswirkungen.

In einer Betrachtung des Ist-Zustandes stellt Kapitel 3 Ziel und Strategie der gegenwärtigen Lärmbekämpfung vor und in Kapitel 4 folgt eine Dokumentation zum Stand der Arbeiten in den wichtigsten Bereichen der Lärmbekämpfung.



Mit der Absicht, den theoretischen Handlungsraum der Lärmbekämpfung auszulo-ten, legt Kapitel 5 eine kritische und zukunftsorientierte Analyse von Ziel und Stra-tegie vor. Schliesslich werden in Kapitel 6 die daraus resultierenden Perspektiven für die zukünftige Lärmbekämpfung in der Schweiz vorgestellt.

Unabhängig von irgendwel-chen Sachzwängen sollen die entsprechenden Vor-schläge grundsätzlich den

möglichen Handlungsraum aufzeigen. Hingegen klammert der Bericht die Frage aus, ob die vorgestellten Ideen auch politisch realisierbar sind.

## Zusammenfassung der Grundlage

### Von den Anfängen der Lärmbekämpfung

Die Grundlagen der Lärmbekämpfung in der Schweiz entstanden mit dem 1963 veröffentli-chten Bericht einer Eidgenössischen Expertenkommission. Darin wurden dem Bundesrat rechtliche Massnahmen vorgeschlagen, um die zunehmend schädlichen Auswirkungen des Lärms unter Kontrolle zu bringen.

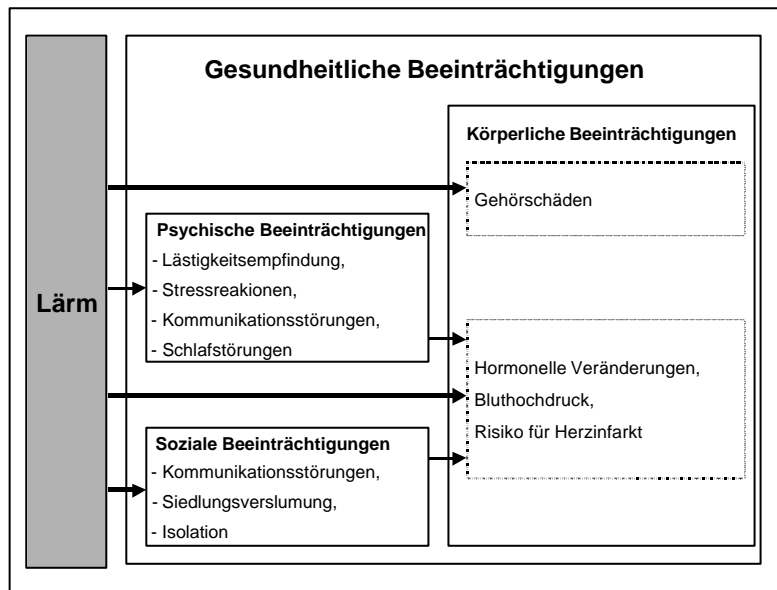
Eine rasch umgesetzte Massnahme bestand damals in der Gründung einer technischen Abteilung «Akustik/Lärmbekämpfung» an der EMPA. Daneben schuf man die Bundesfachstelle Lärmbekämpfung im damaligen Amt für Umweltschutz (heute BUWAL), welche federführend bei der Ausarbeitung der materiellen und rechtlichen Grundlagen war. Rechtlich stützt sich die Lärmbekämpfung auf die Bundesverfassung und auf das USG ab. In diesem Gesetz wurden die Ziele und Grundprinzipien (Strategien) für die zukünftige Lärmbekämpfung festgelegt und mit Inkraftsetzung der LSV weiter konkretisiert.

### Der Mensch zwischen Ruhe und Lärm

Ruhe ist ein Zustand mit ausserordentlich vielen Facetten, für welchen es keine griffige und allgemein anerkannte Definition gibt. Aus Umfragen lässt sich aber abschätzen, dass man dem Zustand «Ruhe» für einen grossen Teil der Bevölkerung näher kommt, je mehr die Geräuschlandschaft dem natürlichen Hintergrundschall entspricht. Gleichzeitig wird aber auch offensichtlich, dass eine für alle Bevölkerungsgruppen geltende Definition von Ruhe nicht möglich ist. Zu stark weichen die entsprechenden Vorstellungen und Bedürfnisse voneinander ab.

Lärm ist für die Betroffenen unerwünschter Schall, der sie psychisch, physisch, sozial oder ökonomisch beeinträchtigen kann. Seine vielfältigen Auswirkungen nehmen grundsätzlich mit steigendem Schallpegel zu.

Die wichtigsten Auswirkungen betreffen die Gesundheit und manifestieren sich als psychische, soziale und körperliche Beeinträchtigungen. Im Gegensatz zu den meisten anderen Umwelteinflüssen werden durch Lärm keine Ressourcen (Luft, Wasser, Erde) verschmutzt. Die Lärm-Emissionen wirken sich direkt auf den Menschen aus. Dies hat zwar den Vorteil, dass man sich beim Lärm nicht mit Effekten der Speicherung und Verzögerung befassen muss.



Doch wirkt sich dies für die Lärmbekämpfung insofern erschwerend aus, als sich die verschiedenen Emissionsquellen nicht wie im Fall einer weiträumigen Luftverschmutzung zu einer für die gesamte Bevölkerung drohenden Umweltgefahr kumulieren, sondern örtlich oder zeitlich klar definiert auf einzelne regionale Gruppen oder Individuen einwirken. Diese Gruppen sind sodann als Lobby meistens zu schwach, um ihre Anliegen bei der gesamten Bevölkerung durchzusetzen. Die fehlende Solidarität und die Möglichkeit der Lärmflucht führt sodann dazu, dass Lärmbelastung ein soziales Umweltproblem geworden ist, welches zwar von allen verursacht wird, aber mehrheitlich von den finanziell Schwächeren ertragen werden muss. Die Umweltverschmutzung der «akustischen Landschaft» und damit das Gesundheitsrisiko für die Bevölkerung wird daher von vielen Entscheidungsträgern – die sich selbst oft eine Lärmflucht leisten können – unterschätzt. Die sozialen Auswirkungen machen sich insbesondere in der Entmischung innerhalb von Siedlungsgebieten bemerkbar. Dabei zeigt sich, dass in der Nähe von lärmigen Industrie- oder Verkehrsanlagen der Bevölkerungsanteil von alleinstehenden

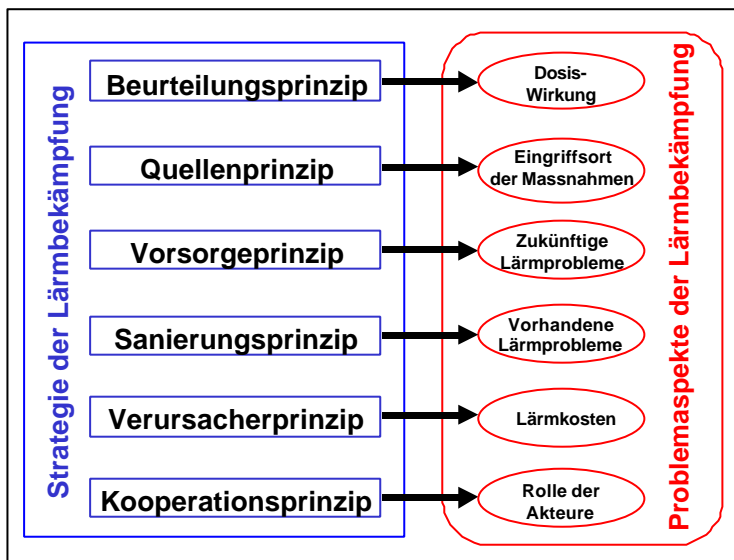
Personen, Rentnern, Ausländern und Menschen im Bereich der Armutsgrenze besonders hoch ist.

Lärm verursacht auch wirtschaftliche Kosten. Neben direkten Heilkosten als Folge von Gesundheitsbeeinträchtigungen entstehen unter anderem Kosten durch Lärmbekämpfungsmaßnahmen, Produktionsausfälle sowie die Lärmflucht der betroffenen Bevölkerung. Schätzungen der gesamten Lärmkosten reichen von 0.2% bis 2% des Bruttoinlandproduktes.

## Zusammenfassung des Ist-Zustandes

### Ziel und Strategie der Lärmbekämpfung

Ziel der Lärmbekämpfung in der Schweiz ist der «Schutz vor schädlichen oder lästigen Einwirkungen, damit nach dem Stand der Wissenschaft oder der Erfahrung verbleibende Immissionen die Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden nicht erheblich stören».



Die Strategie zur Erreichung dieses Ziels besteht aus sechs Prinzipien, welche die hauptsächlichsten Problemaspekte der Lärmbekämpfung betreffen. Das «Beurteilungsprinzip» geht das Problem der Dosis-Wirkungsbeziehung und somit die Frage nach der richtigen Beurteilung der Lärmbelastung an. Damit wird eine Quantifizierung der Phänomene «Lärm und Belästigung» angestrebt. Das «Quellenprinzip» legt als Grundlage fest, dass die Lärmbekämpfung prioritär an der

Quelle (Emissionsbegrenzung) zu erfolgen hat.

Es folgen sodann zwei Prinzipien, welche sich mit der Verhinderung zukünftiger Lärmprobleme im Sinne der Vorsorge und dem Vorgehen bei der Sanierung von gegenwärtigen Lärmproblemen (lärmige Anlagen) beschäftigen.

Das Verursacherprinzip behandelt die Frage nach der Kostenübernahme und das Kooperationsprinzip regelt die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Akteuren.

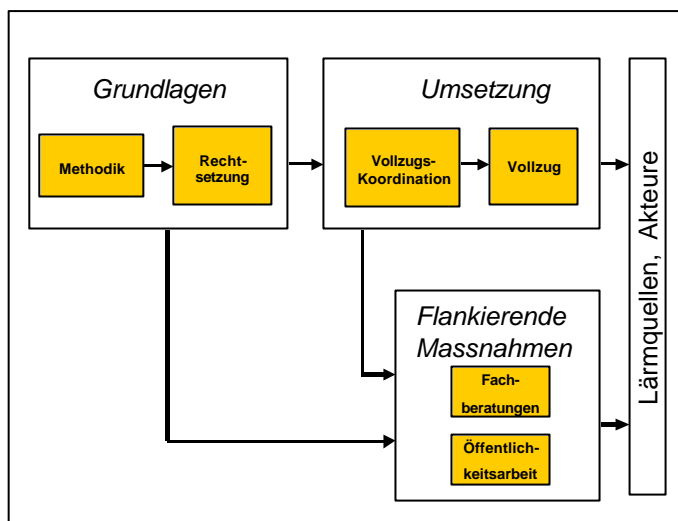
### Stand der Lärmbekämpfung

Der Stand der Lärmbekämpfung lässt sich anhand der drei Funktionsbereiche **Grundlagen**, **Umsetzung** und **flankierende Massnahmen** dokumentieren.

Im **Bereich Grundlagen** sind die wesentlichen Komponenten der Methodik zur Lärmbekämpfung erarbeitet worden. Darin enthalten sind Lärm- und Wirkungs-Indikatoren zur Bestimmung der Dosis-Wirkungsbeziehung, Belastungsgrenzwerte für die hauptsächlichsten Lärmarten, das Monitoring zur Überwachung der Lärmbelastung und die technischen, baulichen und raumplanerischen Massnahmen zur Reduzierung von Lärm und dessen Auswirkungen.

Basierend auf den materiellen Grundlagen sind die entsprechenden rechtlichen Regelungen zur Lärmbekämpfung im USG und in der LSV festgelegt.

Im **Bereich Umsetzung** sind Aufgaben des Vollzugs und der Vollzugs-koordination enthalten. Der Vollzug der Lärmbekämpfungsaufgaben erfolgt durch die Umweltschutzämter der 26 Kantone und die betroffenen Bundesstellen (ASTRA, BAV, BAZL, BABLW, VBS). Die wichtigsten Vollzugsaufgaben bestehen im Bereich der raumplanerischen und baulichen Vorsorge, im Monitoring der Lärmbelastungen sowie in der Sanierung von lärmigen Anlagen. Zur Gewährung eines einheitlichen Vollzugs (Unité de doctrine) übernimmt das BUWAL Koordinations- und Ausbildungsaufgaben, Stellungnahmen zu Sanierungsprojekten sowie Controlling-Aufgaben im Bereich der Beitragszahlungen an die Lärmsanierungen von Strassen.



Bei der Vorsorge bestehen in der Schweiz für neue Fahrzeuge verbindliche Typenprüfungsverfahren zur Begrenzung der Lärmemissionen. Die Regelungen sind direkt von der EU übernommen. Auch für Flugzeuge gelten internationale Emissionsbestimmungen. Aufgrund der internationalen Verflechtung, insbesondere mit der EU, verfügt die Schweiz in diesem Bereich nur über wenig Handlungsspielraum. Daneben hat die raumplanerische Vorsorge zum Ziel, ruhige Gebiete zu erhalten und neue Wohnbauten von lärmigen Zonen fernzuhalten. Dabei besteht aber ein Konflikt zwischen den Schutzbestrebungen und den wirtschaftlichen Eigeninteressen der Besitzer von Anlagen und Grundstücken. Entsprechend stösst der vorsorgliche Lärmschutz zum Teil auf heftigen Widerstand. Insgesamt können aber durch eine sinnvolle Raumplanung zukünftige Lärmprobleme wirkungsvoll verhindert werden.

Beim Monitoring und bei der Sanierung liegen für die fünf grössten Lärmarten aufgrund von Lärmbelastungskatastern Schätzungen der Anzahl Personen vor, welche Lärmbelastungen über dem Immissionsgrenzwert (IGW) ausgesetzt sind. Für Strassenverkehrsanlagen betrifft dies rund 550'000 Personen, wobei die Sanierung erst zu einem Drittel realisiert worden ist. Hier sind denn auch eine Verlängerung der Sanierungsfrist sowie Beschleunigungsmassnahmen vorgesehen. Beim Eisenbahnlärm läuft die Lärmsanierung zurzeit an, um die rund 265'000 Personen zu schützen, welche über dem IGW belastet sind. Die Sanierung des Rollmaterials sollte bis 2009, die Erstellung der baulichen Lärmschutzmassnahmen bis 2015 abgeschlossen sein. Durch den Lärm ziviler Schiessanlagen waren rund 75'000 Personen betroffen. Die Sanierungsfrist läuft noch bis zum Jahr 2002, wobei keine Verlängerung der Frist vorgesehen ist. Auch bei den meisten zivilen und militärischen Flugplätzen ist die Sanierung angelaufen. Der Schutz der schätzungsweise über 100'000 Personen, welche über dem IGW belastet sind, wird sich aber im Wesentlichen auf den Einbau von Schallschutzfenstern bei den Wohnhäusern der Betroffenen beschränken, da andere Massnahmen aus technischen, wirtschaftlichen oder politischen Gründen nicht realisierbar sind. Bei Industrie- & Gewerbeanlagen ist das Lärmproblem relativ begrenzt, da bestehende Vorschriften zur Lärmbegrenzung



am Arbeitsplatz den Lärm von solchen Anlagen bereits stark reduziert haben. Die Lärmimmissionen der militärischen Schiess- und Übungsplätze sind zurzeit noch nicht in Katastern erfasst, weil entsprechende BGW fehlen. Die rund 70 Anlagen verursachen aber relativ bescheidene Immissionen, da sie einerseits ausserhalb der Siedlungsgebiete liegen und andererseits zeitlich nur beschränkte Lärmereignisse aufweisen.

Bei einer Globalbetrachtung der Lärmbelastung lassen sich grundsätzlich drei unterschiedliche Situationen erkennen: Zum Ersten gibt es Gebiete in der Nähe der Verkehrs-Infrastrukturanlagen mit *deutlich übermässigem Lärm*. Hier liegen die Lärmbelastungen über dem für Wohnzonen festgelegten Grenzwert von 60dB. Zum Zweiten besteht in Siedlungsgebieten grundsätzlich die Tendenz, dass *die Lärmbelastung grossräumig bis zu den Grenzwerten zunimmt*, ohne dass viel dagegen unternommen wird. Zum Dritten kommt es zunehmend zu einer *schleichenden Lärmbelastung* von *vormals ruhigen Gebieten*, insbesondere von ländlichen, siedlungsfreien Erholungszonen und Naturgebieten.

Der Schutz vor übermässigem Lärm, wie ihn die rechtliche Regelung vorsieht, beinhaltet kein Recht auf Ruhe, was insbesondere an vielen Orten zu einer räumlichen und zeitlichen Ausdehnung der Lärmbelastung führt. Gesamthaft deuten alle diese Entwicklungen auf eine zunehmende Lärm-Beeinträchtigung unseres Lebensraumes hin.

Im **Bereich flankierende Massnahmen** bieten alle Behörden sowie die EMPA Fachberatungen in Form von Stellungnahmen technischer, raumplanerischer oder rechtlicher Art rund um die Lärmbekämpfung an. Weitere Aufgaben im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit sind Information und Sensibilisierung breiter Bevölkerungskreise durch direkte Kontakte und Publikationen sowie Referate an Tagungen.

## Zusammenfassung Handlungsraum

### Kritische Betrachtung von Ziel und Strategie

Die Erfahrungen der Lärmbekämpfung seit Inkrafttreten der LSV haben gezeigt, dass die angewandten Prinzipien der Strategie grundsätzlich richtig sind. Insgesamt ist die Lärmbekämpfung in der Schweiz damit zwar relativ weit fortgeschritten, aber nicht so weit, wie dies für einen umfassenden Schutz der Bevölkerung notwendig wäre.

Aufgrund des Standes der Lärmbekämpfung und einer kritischen Betrachtung von Ziel und Strategie zeigen sich in den Bereichen Zielsetzung, Problemerkennung und Problemlösung folgende Schwachpunkte:

#### Bereich Zielsetzung:

- Der Schutzgedanke des USG konzentriert sich vor allem auf den Lebensraum innerhalb von Gebäuden und weniger auf ganze Landschaften, was einerseits zu einer schleichenden Verlärmung unseres Landes und andererseits zu einer Einbunkerung der Bevölkerung führt.
- Der im USG gesetzlich verankerte Schutz vor Lärm ist schwächer, als dies aufgrund des Gesundheitsbegriffs der WHO notwendig wäre;

Bereich **Problemerkfassung** (Strategie):

- Das bestehende Beurteilungsprinzip ist noch nicht vollständig, bzw. nicht auf alle Lärmsituationen anwendbar. Der quantitative Nachweis der durch Lärm verursachten Störungen, Schäden und Kosten liegt noch nicht genügend detailliert vor;
- Das Monitoring der Lärmbelastung in der Schweiz (Emissionen, Immissionen, betroffene Bevölkerung) ist ungenügend und eignet sich nicht für einen umfassenden aktuellen Überblick oder für internationale Statistikvergleiche.

Bereich **Problembhebung** (Strategie):

- Das bestehende Lärmschutzrecht weist noch Lücken auf;
- Die Schwierigkeiten der Lärmbekämpfung, insbesondere in der Lärmsanierung wurden unterschätzt. Betroffen sind insbesondere Strassen- und Eisenbahnanlagen. Im Bereich Strassen sind zusätzliche Massnahmen zur Beschleunigung der Sanierungen nötig, damit die Arbeiten in absehbarer Zeit abgeschlossen werden können;
- Das Verursacherprinzip ist im USG sehr eng gefasst, so dass nicht alle Lärmkosten abgedeckt sind. Insbesondere bestehen kaum wirtschaftliche Anreize, um Lärm und dessen Auswirkungen zu reduzieren;
- Die Lärmbekämpfung wird durch die Erleichterungsmöglichkeiten stark untergraben und eingeschränkt;
- Die Anstrengungen zur Lärmbekämpfung an der Quelle, insbesondere bei der Emissionsbegrenzung von Fahrzeugen und Geräten, werden noch nicht genügend vorangetrieben;
- Das Informations- und insbesondere das Weiterbildungsangebot zum Thema Lärm ist beschränkt und liegt nicht im gewünschten Ausmass vor;
- Die Interdisziplinarität mit der grossen Anzahl verschiedener Akteure sowie die fragmentierte, schwache Lärmlobby führen dazu, dass die Koordination der Lärmbekämpfung im Inland nicht zu befriedigen vermag. Daneben ist die Lärmbekämpfung auch nur schwach mit dem internationalen Umfeld koordiniert.

**Perspektiven in der Lärmbekämpfung**

Aufgrund der Schwachpunkte der gegenwärtigen Lärmbekämpfung sind Lösungen gefragt, welche die Menschen effektiver und effizienter vor Lärmbelastigungen schützen. Die daraus resultierenden Perspektiven bestehen zum einen aus Projekten, welche bereits in der Realisierungs- oder Planungsphase stehen. Zum anderen handelt es sich um weitere mögliche Projekte, welche aber in der Regel grössere Forschungsarbeiten im Bereich Grundlagen, Anpassungen auf Verordnungsstufe oder sogar eine Änderung des USG und damit eine vorgängige Willensbildung auf politischer und gesellschaftlicher Ebene notwendig machen. Zusammen bilden sie den Handlungsraum, bzw. die Perspektiven für eine künftige Lärmbekämpfung in der Schweiz.

Im Bereich der **Zielsetzung** gibt es zwei grundsätzliche Perspektiven, welche sich auf eine räumliche Ausdehnung des Schutzes vor Lärm und auf die Qualität des Schutzgedankens beziehen.

➤ Schutz aller Lebensräume:

Der Schutz vor Lärm muss sich künftig vermehrt auf ganze Landschaften (inkl. siedlungsnaher Erholungsräume) konzentrieren, um so die gesamten Lebensräume von Menschen

und Tieren besser vor Lärm zu schützen. Dabei eingeschlossen sind auch zeitliche Aspekte wie die Erhaltung und Ausdehnung von Ruhezeiten. Die dazu notwendigen Lösungen werden wesentlich höhere Anforderungen an die Lärmbekämpfung stellen, als dies bisher im technisch orientierten Umfeld der Fall gewesen ist. Eine langfristig orientierte Lärmschutzpolitik muss aber den Versuch wagen, den Schutzgedanken in Richtung von natürlichen Klanglandschaften weiter zu entwickeln, um so eine Harmonisierung der physischen und akustischen Landschaft herbeizuführen.

- Angleichen des USG-Schutzgedankens an den WHO-Gesundheitsbegriff:  
Der Schutzgedanke des USG muss langfristig verstärkt werden, damit er als Führungsgrösse näher am Gesundheitsbegriff der WHO liegt. Damit wird ein erhöhter Gesundheitsschutz angestrebt, womit der Grundgedanke der Lärmbekämpfung vermehrt in Richtung «Recht auf Ruhe» tendiert. Gelingt dies, so darf man sich davon auch positive Auswirkungen auf das Verkehrsverhalten erhoffen, da die Suche nach mehr Umgebungsruhe (Lärmflucht) – als einer der wichtigsten Gründe für die Verkehrsnachfrage – mit verbessertem Lärmschutz der Bevölkerung abnimmt, was wiederum zu weniger Verkehr und Lärm führt.

Im Bereich der Strategie bestehen zur **Problemerkfassung** folgende zwei Perspektiven:

- Erweiterung des Beurteilungsprinzips:  
Das Beurteilungsprinzip ist um konkrete Kriterien zu erweitern, damit es sich auf weitere Lärmarten anwenden lässt und dabei auch nicht-akustische (moderierende Faktoren) oder qualitative Aspekte (Tonaufnahmen) in die Beurteilung einbezogen werden. Zusätzlich ist das Beurteilungsprinzip so zu erweitern, dass die Gesamtwirkung von mehreren verschiedenen Lärmarten berücksichtigt wird. Das Beurteilungsprinzip ist zusätzlich auf «Erschütterungen und abgestrahlten Körperschall» auszudehnen, damit der Schutz der Bevölkerung auch in diesem Bereich gewährt wird. Daneben sind auch die Methoden zu verfeinern, damit die gesundheitlichen, ökonomischen und sozialen Lärmauswirkungen detaillierter quantifiziert werden können.
- Monitoring:  
Das Monitoring der Lärmbelastung ist zu verstärken, damit detailliertere Grundlagendaten über das Ausmass der Emissionen und Immissionen sowie der lärmbeeinträchtigten Bevölkerung und Flächen vorliegen. Die notwendigen Kontrollinstrumente zur Erfassung der Auswirkungen sowie der Kosten und Effektivität von ergriffenen Massnahmen sind im Rahmen einer Erfolgskontrolle weiter auszubauen. Mit einem aktualisierten und detaillierten Monitoring steht sodann ein wirksames Hilfsmittel zur Verfügung, um die Bevölkerung sowie Entscheidungsträger aus Politik und Wirtschaft besser über die Lärmproblematik zu informieren und für die Anliegen der Lärmbekämpfung zu sensibilisieren.

Im Bereich der Strategie gibt es zur **Problembekämpfung** die folgenden sieben Perspektiven:

- Schliessung rechtlicher Lücken:  
Mit Inkraftsetzung der LSV war vorgesehen, rechtliche Regelungen mit Emissionsvorschriften für Fahrzeuge und Geräte sowie Belastungsgrenzwerte für die am meisten verbreiteten Lärmarten zu erlassen. Diese Arbeiten werden in nächster Zukunft fertiggestellt. In Bearbeitung sind gegenwärtig:
  - Ergänzung der LSV mit Beurteilungskriterien für Sportwaffen;
  - Rechtliche Anpassungen der Funktion des Lärmbelastungskatasters;

- Verlängerung der Frist für die Strassenlärmsanierung, verbunden mit den notwendigen Beschleunigungsmassnahmen;
  - Festlegung von Belastungsgrenzwerten für den Lärm durch militärische Schiess- und Übungsplätze;
  - Ergänzung zur Beurteilung der Doppellärmbelastung durch militärische und zivile Flugplätze.
  - Daneben arbeitet das BUWAL an einer Verordnung zum Schutz der Bevölkerung vor Erschütterungen und abgestrahltem Körperschall, an einer Regelung für die Typenprüfung und Kennzeichnung von Geräten und an der Festlegung von Emissionswerten für in Betrieb stehende Schienenfahrzeuge. Das BUWAL beteiligt sich auch an der Überarbeitung der SIA-Norm 181 für den Schallschutz im Hochbau.
- Sicherstellung des Vollzugs der Lärmbekämpfung:  
Der einheitliche Vollzug der LSV und insbesondere der Lärmsanierungen für die ganze Schweiz wird auch künftig ein wichtiges Thema sein. Während die Sanierung der Eisenbahnen bis spätestens 2015 abgeschlossen sein soll, ist die Frist für Strassenlärmsanierungen noch zu verlängern. Betroffen sind dabei vor allem die Strassen im Innerortsbereich, da die bisherigen Sanierungen schwergewichtig bei den Nationalstrassen und eidgenössischen Hauptstrassen erfolgten. Neben der Fristverlängerung drängen sich daher weitere Beschleunigungsmassnahmen auf, um die Strassenlärmsanierung im Rahmen der verlängerten Fristen zu garantieren.
- Erweiterung des Verursacherprinzips:  
Das Verursacherprinzip im USG muss so erweitert werden, dass sämtliche Lärmkosten dem Verursacher übertragen werden können. Dazu sind sowohl detailliertere Kenntnisse der durch Lärm verursachten Kosten wie auch der Einsatz von wirtschaftlichen Instrumenten notwendig.
- Restriktivere Auflagen bei Erleichterungen:  
Das «Schlupfloch Erleichterungen» ist mit wirtschaftlichen und/oder zeitlichen Auflagen zu verbinden, damit der Lärmschutz umfassender durchgesetzt werden kann.
- Vermehrte Lärmbekämpfung an der Quelle:  
Die technische Lärmbekämpfung an der Quelle als eines der effizientesten Mittel zur flächendeckenden Reduktion der Lärmbelastung ist vermehrt zu fördern. Dazu sind sowohl technische Massnahmen als auch wirtschaftliche Lenkungsinstrumente zu suchen, damit neben den klassischen Leistungsmerkmalen von Fahrzeugen und Geräten auch das Lärmverhalten vermehrt Beachtung findet. Neben Anreizen und Vorschriften zur Anwendung lärmarmen Techniken muss aber auch auf der Angebotsseite das nötige Know-how bereitgestellt werden, was auf einen erhöhten Forschungsbedarf – insbesondere bei der EMPA – hinweist.
- Ausbau des Informations- und Bildungsangebots  
Das Informations- und Aus- und Weiterbildungsangebot ist auf allen Stufen der Lärmbekämpfung auszubauen und zu vertiefen, um die Bevölkerung vermehrt für das Umweltproblem Lärm zu sensibilisieren. Als Perspektive drängt sich auch die Schaffung eines interdisziplinär orientierten Lehrstuhls «Lärm» auf, um den wissenschaftlichen Bereich der Lärmbekämpfung zu stärken.

➤ Koordination der Lärmbekämpfung

Das ausgeprägt interdisziplinäre Arbeitsgebiet mit vielen Akteuren verlangt nach einer starken Koordination. Zu diesem Zweck müssen konkret die notwendigen institutionellen Instrumente in Form von Arbeitsgruppen, Koordinationskommissionen und Informationspflichten mit entsprechenden Kompetenzen geschaffen werden, damit die verschiedenen Bereiche wie Vollzug, Raumplanung, Landschaftsschutz, Ökonomie und technische Lärmbekämpfung effizient und effektiv zusammenwirken können. Mit der zunehmenden internationalen Verflechtung auf politischer und wirtschaftlicher Ebene drängt sich sodann auch im Umweltbereich eine vermehrte internationale Zusammenarbeit auf, so dass die Schweiz von den Synergien einer einheitlichen europäischen Lärmbekämpfung nicht nur profitiert, sondern diese auch mitgestalten kann.

Die weiteren Schritte zur Realisierung der Perspektiven verlangen eine gemeinsame Anstrengung aller beteiligten Akteure im Sinne einer Gemeinschaftsaufgabe. Die im Bericht «Lärmbekämpfung in der Schweiz» von 1963 zu findende Schlussbemerkung lässt sich auch hier aufführen: Die Verwirklichung der vorgestellten Perspektiven wird viel Mühe, Zeit und Geld kosten, aber für die Gesundheit und das Wohlbefinden eines Volkes darf dieser Aufwand nicht zu hoch sein.



# 1 Von den Anfängen der Lärmbekämpfung in der Schweiz

Am 7. Oktober 1963 – zwanzig Jahre vor Inkraftsetzung des Umweltschutzgesetzes (USG) – veröffentlichte die eidgenössische Expertenkommission zuhanden des Bundesrates ihren Bericht «Lärmbekämpfung in der Schweiz»<sup>8</sup>. Das 360 Seiten umfassende Werk ist auch heute noch interessant, da es einen guten Einblick in die Frühzeit der Lärmbekämpfung bietet und dem besseren Verständnis der heutigen Bestrebungen dient.

Anstoss zum Bericht gab ein 1956 im Nationalrat eingereichtes Postulat. Darauf setzte der Bundesrat 1957 eine Expertenkommission ein mit dem Auftrag, «das Lärmproblem vom medizinischen, technischen und rechtlichen Standpunkt aus möglichst umfassend zu untersuchen und dem Bundesrat rechtliche Massnahmen zur Lärmbekämpfung vorzuschlagen.

Mit 52 Mitgliedern handelte es sich um eine sehr grosse Kommission, der es gelang, ein beachtliches Basisdokument zur Lärmbekämpfung in der Schweiz vorzulegen. Aus heutiger Sicht sind folgende Punkte von besonderer Bedeutung:

- Der Bericht entwickelte eine erste Basis für die spätere Lärmschutzverordnung. So enthält er bereits die Grundzüge des heute geltenden Grenzwertkonzepts mit Differenzierungen nach Tag/Nacht, raumplanerischen Überlegungen (Unterscheidung von Industrie- und Wohnzonen) und legt provisorische Grenzrichtwerte fest (Abb.1.1).

Kenn Nr.	Grundgeräusche		Häufige Spitze		Seltene Spitze		Wünschenswerte Zonenzugehörigkeit
	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	
I	35	45	45	50	55	55	Kurzzone
II	45	55	55	65	65	70	Ruhige Wohnzone
III	45	60	55	70	65	75	Gemischte Zone
IV	50	60	60	70	65	75	Geschäftszone
V	55	65	60	75	70	80	Industriezone
VI	60	70	70	80	80	90	Hauptverkehrsader

*Wünschbare Werte:* um 10dB kleiner, jedoch nicht unter 30dB(A)  
*Grundgeräusch:* Mittelwert (durchschnittlicher Pegel, ohne Spitze).  
*Häufige Spitzen:* 7-60 Schallspitzen pro Stunde.  
*Seltene Spitzen:* 1-6 Schallspitzen pro Stunde.

**Abb. 1.1**  
Vorschlag der Kommission (1963) für ein Konzept von Lärm-Belastungsgrenzwerten.

- Unterkommissionen analysierten die spezifischen Fragestellungen verschiedener Lärmarten – vom Strassenlärm bis zu jenem von Milchkanen. Sie untersuchten deren Eigenheiten bezüglich Quellencharakteristik, Lärmausbreitung, Mess- und Beurteilungsproblemen und schlugen schliesslich Massnahmen zur Problemlösung vor. Die seit 1987 rechtskräftige Lärmschutz-Verordnung (LSV) basiert in ihren Grundzügen ebenfalls auf einer Spezifizierung der unterschiedlichen Lärmarten, für deren wichtigste Quellen sie Grenzwertschemen entwickelte.

- Der Zusammenhang zwischen Lärmbekämpfung und Raumplanung wird klar betont und die Trennung lärmiger Anlagen und Wohnzonen gefordert. Neben verschiedenen konkreten Vorschlägen resigniert die Kommission aber, indem sie meint, es sei «kaum möglich, besondere Rechtsgrundlagen für die Berücksichtigung der Lärmbekämpfung bei der Planung zu postulieren.... Wesentlich ist, dass die Lärmbekämpfung bei Zonenplänen, Baugesetzen und Bauordnungen, Strassengesetzen usw. immer mit berücksichtigt wird». Der Kampf gegen den Lärm wurde damit in einem Kernbereich relativiert – wenn auch in verschlüsselter Form.
- Anstelle eines eidgenössischen Lärmgesetzes favorisierte die Kommission eine Berücksichtigung der Lärmbekämpfung im Rahmen des Ausbaus bestehender Gesetze und Verordnungen.
- Trotzdem erarbeitete die Kommission bereits damals eine Musterverordnung zum Schutz gegen den Lärm. Deren Grundausrichtung entsprach einem differenzierten Katalog von Handlungsanweisungen und Massnahmen: «Wirksame Lärmbekämpfung setzt die konkrete Aufzählung der Lärmquellen voraus, damit Bürger und Polizei eine taugliche Anweisung in die Hand bekommen».
- Bereits in den ersten Phasen ihrer Arbeit regte die Kommission die Einrichtung einer eidgenössischen Forschungs-, Prüf- und Beratungsstelle für Lärmbekämpfung an. Als Vorwegnahme dieses Postulates schuf der Bund 1961 an der EMPA Dübendorf die Abteilung «Akustik/Lärmbekämpfung», «die Behörden und Privaten für Untersuchungen, Gutachten, Beratungen usw. zur Verfügung steht» und die «des weiteren Ausbaus bedarf».
- Institutionelle Massnahmen schlug die Kommission in zweierlei Hinsicht vor:
  - Die Ernennung eines «Delegierten für Lärmbekämpfung», dessen Aufgabenbereich zum Teil mit dem des Leiters der heutigen Abteilung Lärmbekämpfung des BUWAL übereinstimmt.
  - Empfehlung an die Kantone, Koordinationsstellen für Lärmfragen zu installieren, was heute in allen Kantonen Realität ist.
- Insgesamt verstand die Kommission Lärmbekämpfung als interdisziplinäre Problemstellung, pädagogisches Anliegen und Thema des öffentlichen Interesses.

Der damalige Bericht ist geprägt vom Glauben an die technischen Möglichkeiten zur Minderung der Lärmbelastung und vertraut rechtlichen Handlungsanweisungen an die Adresse von Bürgerinnen und Bürgern sowie der Polizei. Weder befasst er sich mit den gesellschaftlichen Ursachen des Lärms, noch thematisiert er die Problematik des Mengenwachstums – etwa im Mobilitätsbereich. Das Verursacherprinzip als kollektives Problem wird nicht erkannt. Dagegen stuft die Kommission das Bedürfnis nach Ruhe als nicht zu hinterfragenden Wert ein, ohne allerdings genau zu definieren, was darunter zu verstehen sei. Trotzdem ist gemäss dem Bericht eine «entschlossene Anstrengung des Staates erforderlich», um der «Lärmplage Herr» zu werden.

Rund 40 Jahre später können wir feststellen, dass weder Gesellschaft noch Staat der Lärmplage Herr geworden sind. Der vorliegende Bericht zur Lärmbekämpfung in der Schweiz wäre hinfällig, hätte sich der Konflikt zwischen widersprüchlichen Interessen und Bedürfnissen in der Zwischenzeit lösen lassen.

Nach Veröffentlichung des damaligen Berichts nahm der Bund in den folgenden Jahren die Umsetzung und Erweiterung der gemachten Vorschläge an die Hand. So baute man innerhalb



des früheren Eidg. Amtes für Umweltschutz (AfU, heute BUWAL) die Abteilung Lärmbekämpfung auf, welche bei der Erarbeitung der materiellen und rechtlichen Grundlagen federführend war und ist. Rechtlich stützt sich die Lärmbekämpfung auf den 1971 eingeführten Artikel 24<sup>septies</sup> der Bundesverfassung (seit 1999 auf Artikel 74), welcher die Grundlage des 1985 in Kraft gesetzten Umweltschutzgesetzes (USG) bildete. Im Rahmen der gesetzlichen Regelungen für alle wichtigen Umweltbereiche wurden im USG auch die Ziele und Grundprinzipien (Strategien) für die zukünftige Lärmbekämpfung festgelegt und mit Inkraftsetzung der Lärmschutz-Verordnung 1987 weiter konkretisiert.

Ziel der Lärmbekämpfung ist heute der «Schutz vor schädlichen oder lästigen Einwirkungen, damit nach dem Stand der Wissenschaft oder der Erfahrung verbleibende Immissionen die Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden nicht erheblich stören».

Der vorliegende Bericht setzt sich mit dieser Zielsetzung auseinander. Er fragt, wie sich Anspruch und Wirklichkeit zueinander verhalten und welche Massnahmen sich allenfalls aufdrängen, um die gesteckten Ziele besser zu erreichen. Dieser Bericht kann keine fertigen Lösungen präsentieren, sondern ist vielmehr als Diskussionsgrundlage im Sinne eines «Grünbuchs der Lärmbekämpfung in der Schweiz» zu verstehen. Darin sollen vorhandene Probleme und mögliche Perspektiven aufgezeigt und erläutert werden.



## 2 Der Mensch zwischen Ruhe und Lärm

### 2.1 Was ist Ruhe? Was ist Lärm?

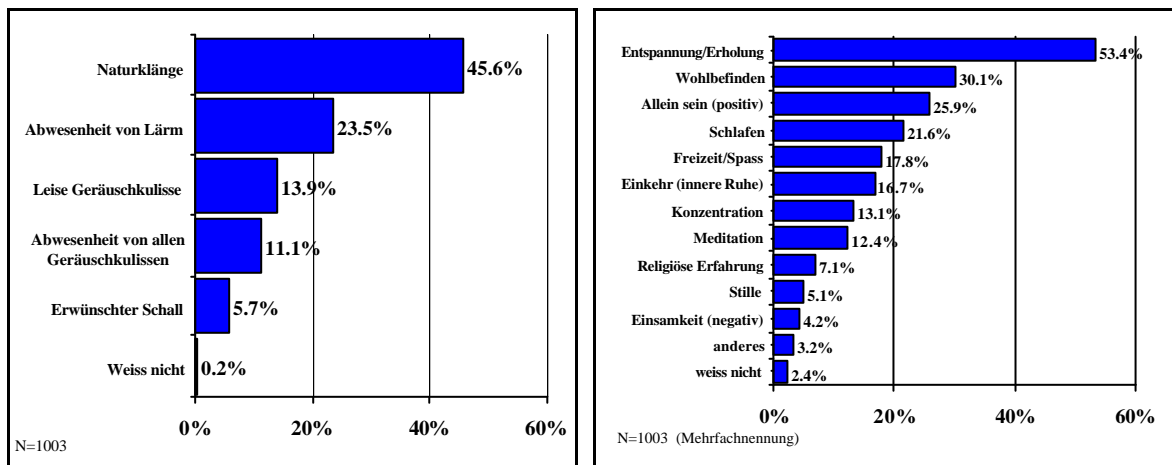
#### 2.1.1 Eine Annäherung an die Vorstellungen von Ruhe

Eine der Lärmdefinition vergleichbar griffige Definition von Ruhe ist nicht bekannt. Ist Ruhe einfach die Abwesenheit von Lärm? Was, wenn das Finale von Ravels Boléro kein Lärm ist? Ist dann dieses Finale mit dem Begriff Ruhe beschreibbar? Eher nicht. Also ist Ruhe etwas anderes als bloss die Abwesenheit von Lärm. Was aber dann?

Lorenz<sup>17</sup> unterscheidet in seiner repräsentativen Umfrage bei der Schweizer Bevölkerung zwischen «akustischer» und «psychologischer» Definition von Ruhe (Abb. 2.1).

Bei der akustischen Betrachtung zeigte sich, dass Ruhe von fast der Hälfte der Befragten mit Naturklängen in Zusammenhang gebracht wird und erst an zweiter Stelle Ruhe gleichbedeutend ist mit der blossen Abwesenheit von Lärm.

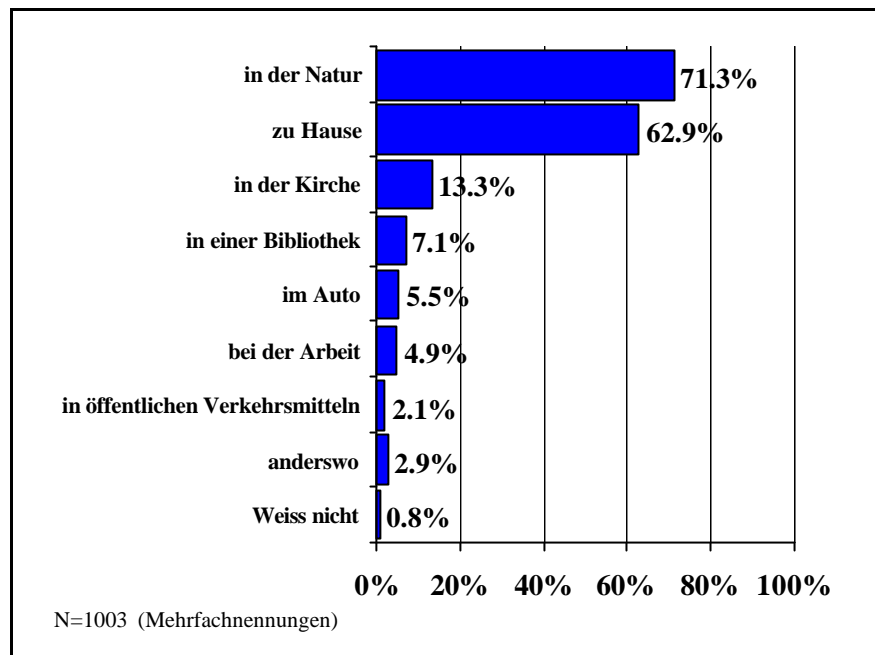
Ruhe hat aber auch viel mit dem psychischen und physischen Wohlbefinden des Menschen zu tun. So ist sie auch gleichbedeutend mit innerer Gelassenheit. In sich zu ruhen ist allerdings angesichts der alltäglichen Hektik, Belastung sowie des Lärms oft fast unmöglich. Dazu liefert die psychologische Sicht der Ruhe interessante Hinweise. So ist Ruhe für mehr als die Hälfte der Befragten mit Entspannung und Erholung verbunden und für ein Drittel mit Wohlbefinden. Leider sagt die Untersuchung nichts über den Zusammenhang zwischen diesen Einschätzungen und der tatsächlichen akustischen Belastung.



**Abb. 2.1**

Akustische (links) und psychologische (rechts) Definition von Ruhe nach einer Befragung von Lorenz<sup>17</sup>.

Als Orte der Ruhe nannten fast drei Viertel der Befragten die Natur, und rund zwei Drittel fanden ihre Ruhe zu Hause (Abb. 2.2). Dabei wurde nicht zwischen Innenräumen und Aussenräumen wie dem Balkon oder Garten unterschieden. Es ist aber anzunehmen, dass die Befragten den Begriff zuhause integral verstehen und nicht einfach nur das Innere des Gebäudes meinen.



**Abb. 2.2**  
Orte der Ruhe nach  
einer Umfrage von  
Lorenz<sup>17</sup>.

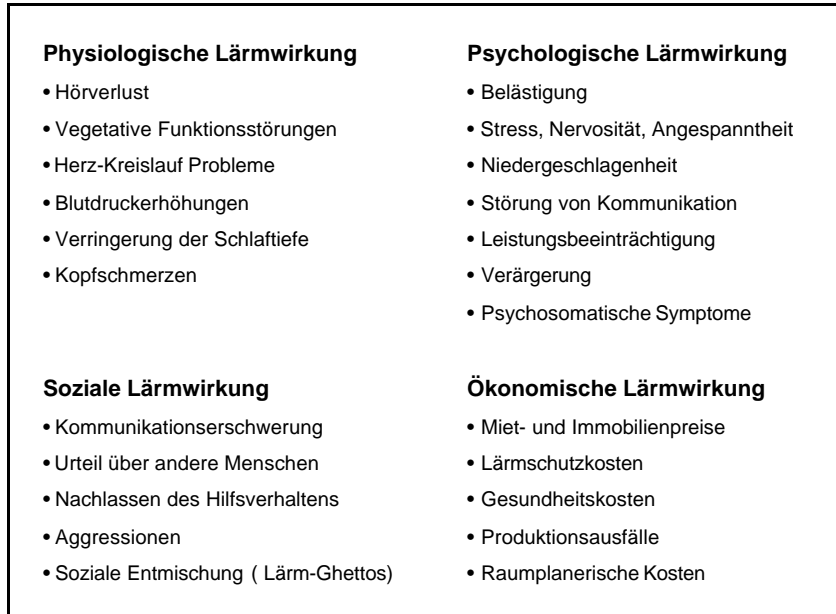
Ruhe ist also ein Zustand mit ausserordentlich vielen Facetten. Es überrascht daher nicht, dass es für diesen Begriff keine griffige und allgemein anerkannte Definition gibt. Aus den Umfrageergebnissen lässt sich aber abschätzen, dass man dem Zustand «Ruhe» für einen grossen Teil der Bevölkerung näher kommt, je mehr die Geräuschlandschaft dem natürlichen Hintergrundschall entspricht. Gleichzeitig wird aber auch offensichtlich, dass eine für alle Bevölkerungsgruppen geltende Definition von Ruhe nicht möglich ist. Zu stark weichen die entsprechenden Vorstellungen und Bedürfnisse voneinander ab.

### 2.1.2 Die Definition von Lärm

Lärm ist für die Betroffenen unerwünschter Schall, der sie psychisch, physisch, sozial oder ökonomisch beeinträchtigen kann. Beim Lärm handelt es sich also einerseits um etwas Physikalisches, andererseits ist die jeweilige Wahrnehmung aber auch individuell geprägt und enthält damit eine sozio-psychologische Komponente (Bewertung als sozialwissenschaftliche Kategorie). Die negative Bewertung beinhaltet Belästigungen und Störungen und schliesst damit die Möglichkeit einer gesundheitlichen Beeinträchtigung ein. Daher ist es zwingend, Lärm auch unter medizinischen Gesichtspunkten zu untersuchen.

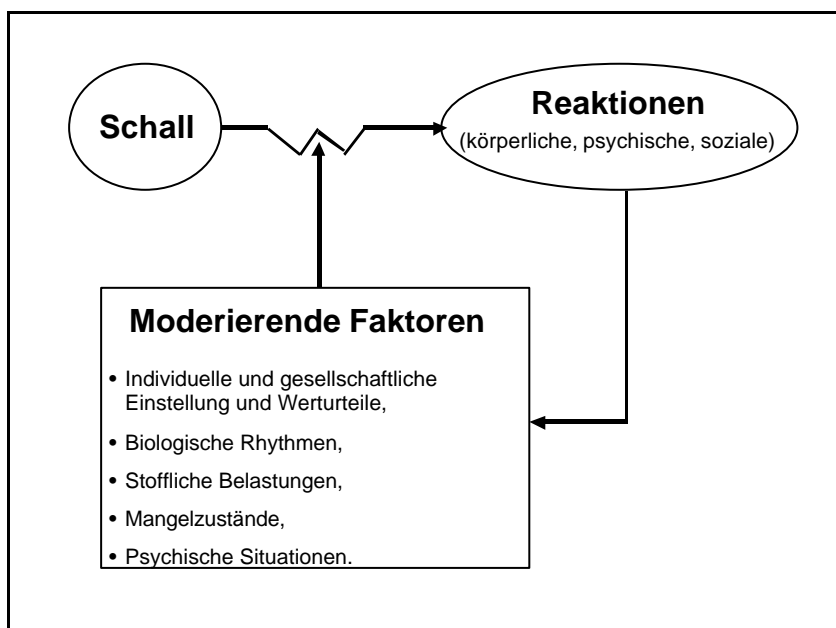
## 2.2 Auswirkungen von Lärm

Lärm hat vielfältige Auswirkungen, deren Auftreten und Intensität grundsätzlich mit steigendem Schallpegel zunehmen. Abb. 2.3 gibt eine Übersicht der wichtigsten Auswirkungen von Lärm.



**Abb. 2.3**  
Übersicht der wichtigsten Auswirkungen von Lärm.

Mit Ausnahme von sehr hohen Lautstärken, bei denen eine direkte Schädigung des Gehörs auftreten kann, ist die Beziehung zwischen Ursache und Wirkung aber schwierig nachzuweisen. Denn die Störwirkung schwankt von Mensch zu Mensch stark und hängt wesentlich von nicht-akustischen Aspekten ab. Dabei verläuft die Beziehung von Ursache (Schall) zum Effekt (Reaktion) nicht direkt, sondern wird durch moderierende Faktoren wie individuelle Einstellungen zum Schall, biologische Rhythmen, soziologische Merkmale usw. wesentlich beeinflusst (Abb. 2.4).



**Abb. 2.4**  
Zusammenspiel zwischen Ursache (Schall, Lärm) und Effekt (Reaktion des Menschen).

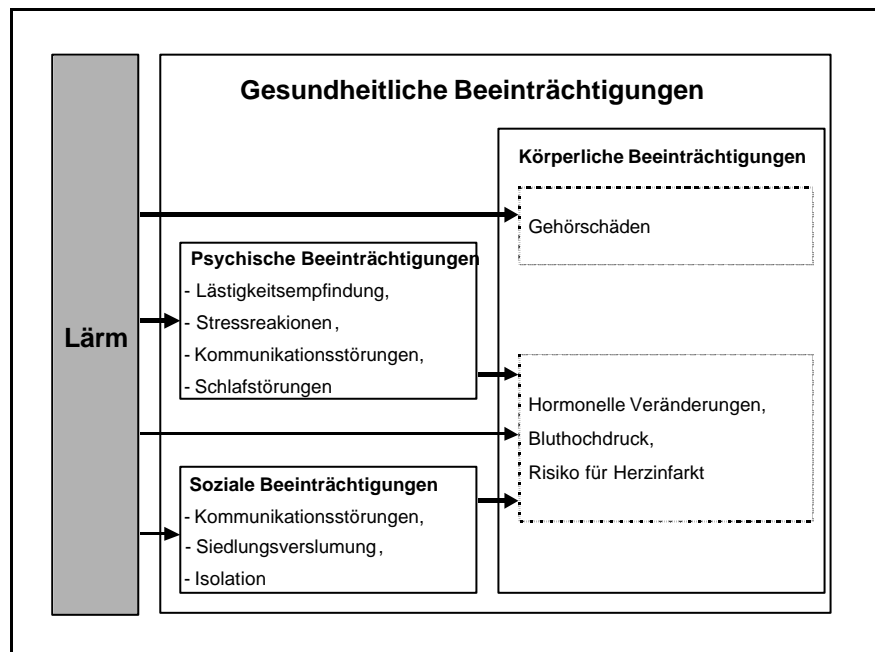
Eine Störreaktion auf ein Schallereignis lässt sich also nur zum Teil durch die Höhe des Schallpegels erklären, je nach Untersuchung zwischen ca. 10 bis 30% erklärter Varianz. Weil für die Reaktion, bzw. Belästigung nicht nur das rein physikalische Mass eine Rolle spielt, sieht sich die Lärmbekämpfung bei der Festlegung von Grenzwerten mit beträchtlichen Schwierigkeiten konfrontiert. Aber auch die Konflikte bei der Behandlung des Lärms gehen auf diesen Umstand zurück.

In der Folge sind die wichtigsten Aspekte der gesundheitlichen, wirtschaftlichen und sozialen Auswirkungen kurz dargestellt.

### 2.2.1 Gesundheitliche Auswirkungen

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) definiert Gesundheit als «einen Zustand völligen körperlichen, seelischen und sozialen Wohlbefindens» und meint damit nicht nur die Abwesenheit von Krankheiten. Präzisiert wird diese Vorstellung dadurch, dass die höchstmöglich erreichbare Form eines solchen Gesundheitszustandes ein fundamentales Recht eines jeden Menschen sei<sup>25</sup>. Aufgrund dieser Definition sind unter gesundheitlichen Auswirkungen nicht nur die körperlichen und objektiv diagnostizierbaren Gesundheitsbeeinträchtigungen zu verstehen, sondern auch das gestörte subjektive Wohlbefinden, welches langfristig ebenfalls zu körperlichen Beeinträchtigungen führen kann (Abb. 2.5).

**Abb. 2.5**  
Übersicht der gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch Lärm.



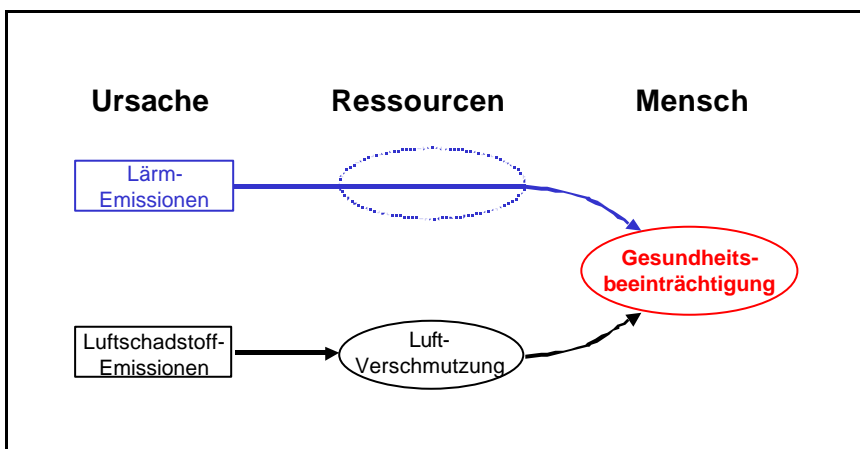
Die vom Lärm verursachten körperlichen Reaktionen lassen sich unterteilen in aurale (das Ohr betreffend) und extraaurale Effekte. Aurale Beeinträchtigungen treten in der Regel infolge hoher Schallpegel in Form von Hörschäden auf. Die Gefahr einer direkten Schädigung des Gehörs besteht insbesondere bei Freizeitaktivitäten (z.B. Diskotheken, Schiessen, Feuerwerke) und bei Lärm am Arbeitsplatz (z.B. Baustellen), wenn hohe Schallpegel vorliegen. Dabei spielt die Expositionszeit eine erhebliche Rolle: Eine knapp fünfminütige Belastung mit 105dB(A), wie sie in Diskotheken vorkommen kann, bedeutet rein rechnerisch die selbe Gehörgefährdung wie eine achtstündige Belastung mit 85dB(A).

Im Umweltbereich spielen Hörschäden als Folge der Lärmbelastung eine untergeordnete Rolle, da es sich in der Regel nicht um extrem hohe Pegel mit langen Expositionszeiten handelt. Wesentlich sind dagegen die Auswirkungen des Lärms bei tiefen bis mittleren Pegelbereichen. Dabei gilt die Aufmerksamkeit der Lärmbekämpfung den extraauralen Wirkungen, welche sich als psychische, soziale und körperliche Beeinträchtigungen beim Menschen manifestieren. All diese Beeinträchtigungen betreffen gemäss WHO-Definition die Gesundheit. Lärm als deren Ursache muss daher nicht erst beim Auftreten von körperlichen, sondern auch bei psychischen Beeinträchtigungen bekämpft werden. Dies gilt insbesondere für Lärm während der Nacht und anderen Zeiten mit erhöhtem Ruheanspruch.

Körperliche Veränderungen treten aber auch auf, ohne dass dies bewusst wahrgenommen wird. So lassen sich bei Untersuchungen von Schlafenden hormonelle Veränderungen im Körper als Folge von Lärmeinwirkungen feststellen. Die häufige Einschätzung, dass Lärm nicht stört, bzw. dass man sich daran gewöhnt hat, schliesst mögliche langfristige gesundheitliche Beeinträchtigungen daher nicht aus.

Aktuelle Zusammenstellungen der gesundheitlichen Auswirkungen findet sich unter anderem in der Literatur<sup>20, 26</sup>.

Im Zusammenhang mit Gesundheitsbeeinträchtigungen ist auch ein Vergleich mit anderen negativen Umwelteinflüssen von Interesse. Am Beispiel der Lärm- und Luft-Emissionen (Abb. 2.6) zeigt sich ein wesentlicher Unterschied in der Beziehung zwischen Ursache und Wirkung auf den Menschen.

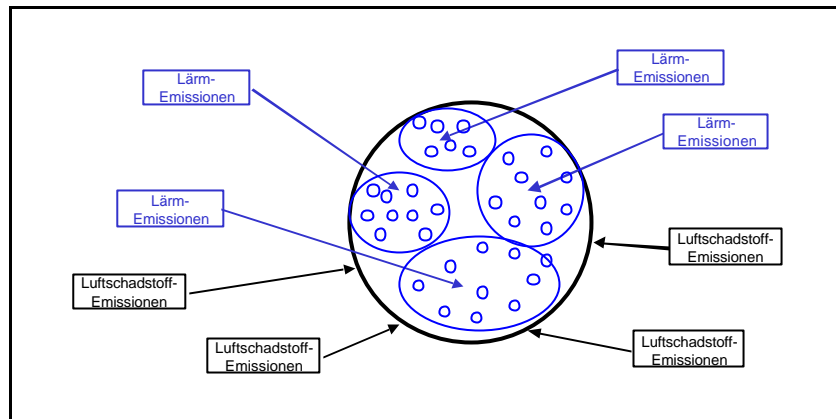


**Abb. 2.6**  
Beziehung «Ursache-Wirkung» im Vergleich zwischen Lärm- und Luftschadstoff-Emission.

Im Gegensatz zur Luftbelastung (und den meisten anderen Umwelteinflüssen) werden durch Lärm keine Ressourcen im klassischen Sinn verschmutzt. Die Lärm-Emissionen wirken sich daher direkt auf den Menschen aus, während Emissionen von Luftschadstoffen erst über das Medium «Luft» ihre schädliche Wirkung entfalten. Dies hat zwar den Vorteil, dass man sich beim Lärm nicht mit Effekten der Speicherung und Verzögerung befassen muss. Doch wirkt sich dies für die Lärmbekämpfung insofern erschwerend aus, als sich die verschiedenen Emissionsquellen nicht wie bei Luft zu einer für die gesamte Bevölkerung drohenden Umweltgefahr kumulieren, sondern örtlich oder zeitlich klar definiert auf einzelne regionale Gruppen oder Individuen einwirken (Abb. 2.7).

**Abb. 2.7**

Luftschadstoffe verschiedener Quellen werden von der Bevölkerung gesamtthaft als eine Umweltgefahr wahrgenommen, während verschiedene Lärmquellen meistens zeitlich oder örtlich verschiedene Gruppen betreffen.



Diese Gruppen sind sodann als Lobby meistens zu schwach, um ihre Anliegen bei der gesamten Bevölkerung durchzusetzen. Damit lässt sich auch erklären, warum im Bereich Luftreinhaltung – im Gegensatz zur Lärmbekämpfung – eine starke nationale und internationale Lobby vorhanden ist, obwohl Lärm bei den Betroffenen auch erhebliche Gesundheitsschäden verursacht. Die fehlende Solidarität und die Möglichkeit der Lärmflucht führt sodann dazu, dass Lärmbelastung ein soziales Umweltproblem geworden ist, welches zwar von allen verursacht wird, aber mehrheitlich von den finanziell Schwächeren ertragen werden muss.

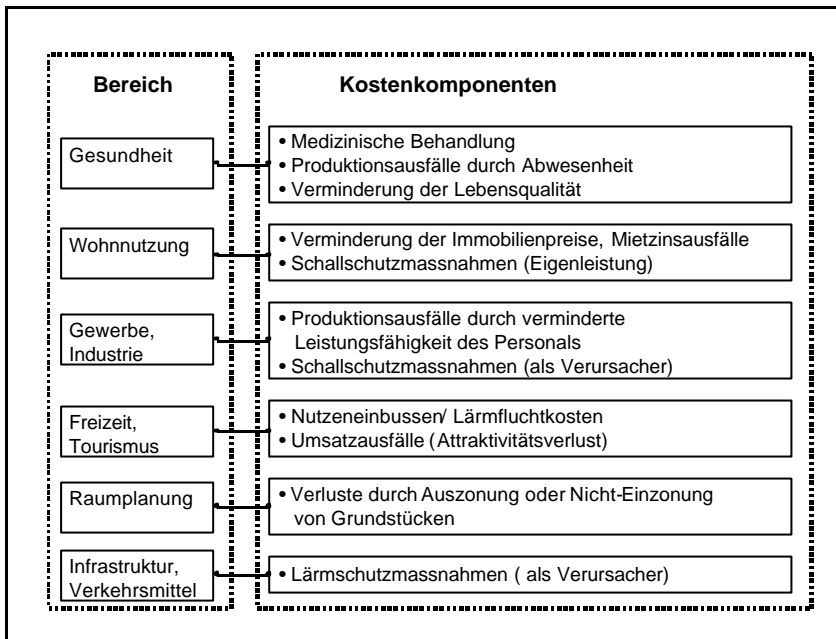
Die Umweltverschmutzung der «akustischen Landschaft» und damit das Gesundheitsrisiko für die Bevölkerung wird daher von vielen Entscheidungsträgern – die sich selbst zwar oft eine Lärmflucht leisten können – unterschätzt, obwohl Lärm nicht nur die Gesundheit der gegenwärtigen Generation, sondern auch jene kommender Generationen beeinträchtigen wird. In diesem Zusammenhang fällt auch auf, dass die Lärmbekämpfung weltweit kaum eine Rolle bei den Anstrengungen für eine nachhaltige Entwicklung spielt, obwohl langfristig betrachtet kaum eine radikale Verbesserung der Lärmsituation in Aussicht steht. Die Lärmbekämpfung gehört daher genauso wie andere Umweltschutzbereiche zu den Aufgaben einer nachhaltigen Entwicklung.

### 2.2.2 Wirtschaftliche Auswirkungen

Vergleichbar mit den gesundheitlichen Auswirkungen werden auch die wirtschaftlichen Kosten des Lärm oft unterschätzt. Neben den direkten Heilkosten als Folge von Gesundheitsbeeinträchtigungen und den Kosten für Lärmbekämpfungsmassnahmen gibt es eine Reihe von weiteren Effekten mit negativen wirtschaftliche Auswirkungen. Eine Zusammenstellung der Bereiche mit den entsprechenden Kostenkomponenten findet sich in (Abb. 2.8).

Für viele Bereiche fehlen die notwendigen Modelle, um die wirtschaftlichen Auswirkungen des Lärms genau zu quantifizieren. Oft lassen sich die Lärmkosten daher nicht beziffern, was dazu führt, dass sie als sogenannte externe Kosten von der Allgemeinheit übernommen werden.





**Abb. 2.8**  
Übersicht der wichtigsten Kostenkomponenten von lärmbedingten wirtschaftlichen Auswirkungen.

Das Grünbuch der Europäischen Kommission<sup>11</sup> beziffert die Lärmkosten aufgrund verschiedener Studien auf schätzungsweise 0,2% bis 2% des BIP. Gemessen am Bruttoinlandprodukt der Schweiz von 400 Milliarden Franken im Jahr 2000 entspricht dies Lärmkosten zwischen 800 Millionen und 8 Milliarden Franken. Für die Schweiz wurden die externen Kosten für den Strassen- und Schienenverkehrslärm in einer Studie<sup>7</sup> berechnet. Darin werden bereits die Lärmkosten nur dieser zwei Verkehrsträger auf über eine Milliarde Franken pro Jahr beziffert.

### 2.2.3 Soziale Auswirkungen

Bei den sozialen Auswirkungen sind neben Kommunikationsstörungen und Veränderungen der Einstellung im sozialen Verhalten der lärmbelasteten Menschen vor allem die mit Lärm in Zusammenhang gebrachten Entmischungen in Siedlungsgebieten von Interesse. Tatsächlich gibt es viele Hinweise dafür, dass in der Nähe lärmiger Industrie- oder Verkehrsanlagen die Anteile alleinstehender Personen, Rentner, Ausländer und Menschen im Bereich der Armutsgrenze besonders hoch sind<sup>1,6</sup>. Der Zusammenhang ist aber empirisch wenig dokumentiert. (Zum Thema Lärm als soziales Problem siehe auch Kap. 2.2.1)

Man darf jedoch nicht von einer monokausalen Beziehung zwischen Lärm und sozialer Entmischung ausgehen, denn diese hat unter anderem historische Gründe. Der in den 60er Jahren einsetzende Strukturwandel mit der zunehmenden Trennung von Wohn- und Arbeitsort sowie der Auslagerung von Versorgungs- und Freizeit-Einrichtungen führte zu funktionalen Differenzierungen zwischen Stadt und Land. Im Rahmen dieses Prozesses fanden Veränderungen in der Zusammensetzung der Bevölkerung statt. Voraussetzung dafür war ein hohes Mass an Mobilität im Strassenverkehr und – mit Verzögerung – auch auf der Schiene. Dies hatte eine Verschärfung der Umweltprobleme entlang der grossen Verkehrsachsen in Städten und Agglomerationen zur Folge, wodurch die Spirale Strukturwandel – Mehrverkehr – Umweltbelastung – Strukturwandel weiter angetrieben wurde.

Im Sog dieses Teufelskreises treten in Wohnquartieren durch die Gettoisierung oft schwerwiegende soziale Probleme auf. Ursächlich haben diese aber in der Regel nur bedingt mit

dem Lärm zu tun. Anders sieht es dort aus, wo Lärm aus irgendwelchen Gründen plötzlich und massiv auftritt – etwa im Zuge neuer Strassen- und Eisenbahnlinien oder Flugbetriebskonzepte. Hier ist es durchaus möglich, dass schleichende Entmischungsprozesse kausal durch Lärm eingeleitet werden.

## 2.3 Abgrenzung des Berichts

Aus historischen Gründen ist die Bekämpfung des Lärms in der Schweiz aufgeteilt in die Bereiche «Lärm am Arbeitsplatz», «Schädlicher Schall von öffentlichen Veranstaltungen», «Nachbarschaftslärm und Lärm innerhalb von Wohnungen» sowie Aussenlärm von Anlagen» und «Erschütterungen und abgestrahlter Körperschall».

Der Bereich Arbeitsplatzlärm wird durch die rechtlichen Grundlagen des Arbeitnehmerschutzes (siehe Anhang B) abgedeckt und institutionell von der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt (SUVA) betreut. Für schädliche Schallimmissionen durch elektronisch verstärkte Musik bei Veranstaltungen wie Diskos und Konzerten ist das Bundesamt für Gesundheit (BAG) federführend. Die rechtliche Regelung ist in der Schall- und Laserverordnung festgelegt. Vorschriften zu Nachbarschaftslärm und Lärm innerhalb von Wohnungen finden sich unter anderem in den entsprechenden Gemeindereglementen und Hausordnungen.

Dem BUWAL obliegt – zusammen mit weiteren Vollzugsbehörden bei Bund und Kantonen – die Federführung bei der Lärmbekämpfung von Anlagen sowie für den Bereich Erschütterungen und abgestrahlter Körperschall. Im Gegensatz zur Lärmbekämpfung ist der grösste Teil der materiellen und rechtlichen Grundlagen für die Erschütterungsbekämpfung zurzeit erst noch in Arbeit. Es besteht aber für Erschütterungen von Schienenanlagen bereits eine entsprechende Weisung. Es wird aber eine umfassende Verordnung ausgearbeitet, welche alle Bereiche zum Thema Erschütterungen und abgestrahlter Körperschall abdeckt.

**Der vorliegende Bericht konzentriert sich auf den Bereich Lärmbekämpfung im Bereich «Aussenlärm verursacht durch den Betrieb von Anlagen».**

Darunter fällt grundsätzlich der Lärm von Strassen, Eisenbahnen, Flugplätzen, Gewerbe- und Industrieanlagen, zivilen Schiessanlagen sowie von militärischen Waffen- und Schiessplätzen. Der Begriff Anlage ist aber in der letzten Zeit immer weiter gefasst worden. So wurden von den Gerichten auch Lärmquellen wie Kinderspielplätze und Jugendtreffs als Anlagen im Sinne des Umweltschutzgesetzes bezeichnet.

## 3 Ziel und Strategie der Lärmbekämpfung in der Schweiz

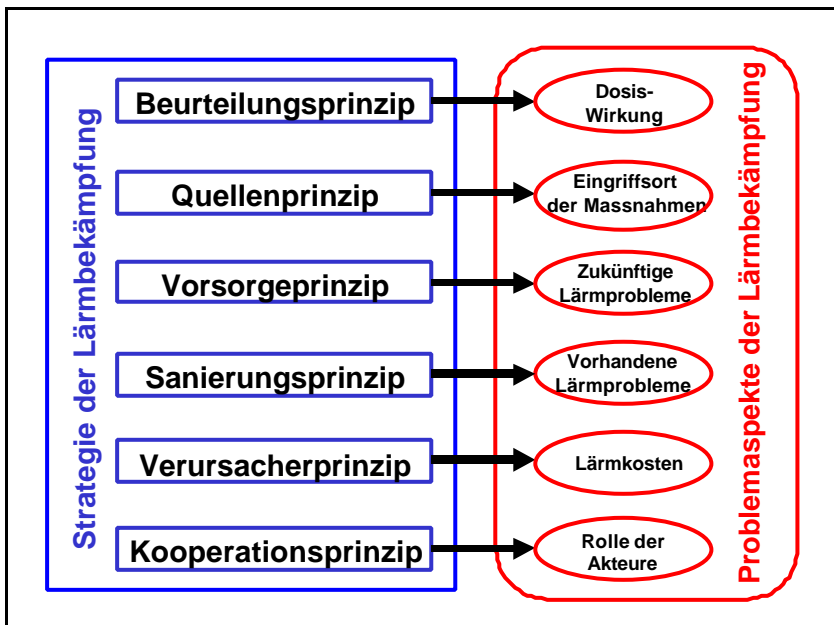
### 3.1 Das Ziel der Lärmbekämpfung

Oberstes Ziel für den Bereich Lärmbekämpfung ist gemäss Umweltschutzgesetz der «Schutz vor schädlichen oder lästigen Einwirkungen, damit nach dem Stand der Wissenschaft oder der Erfahrung verbleibende Immissionen die Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden nicht erheblich stören»<sup>23</sup>.

Dieses Ziel orientiert sich klar am Schutz des Menschen, ohne dass der Begriff «Bevölkerung» oder die weiteren Umstände (Ort und Zeit) detailliert festgelegt sind. Der Lärmschutz ist aber nicht umfassend, sondern setzt erst bei einer wesentlichen Störung des Wohlbefindens ein.

### 3.2 Die sechs Prinzipien der Lärmbekämpfungs-Strategie

Die Strategie zur Erreichung dieses Ziels in der Lärmbekämpfung ist in Fig. 3.1 dargestellt. Sie besteht aus sechs Prinzipien, welche die hauptsächlichen Problemaspekte der Lärmbekämpfung betreffen.



**Abb. 3.1**  
Die sechs Grundprinzipien der Strategie zur Lärmbekämpfung in der Schweiz.

Das erste Prinzip geht das Problem der Dosis-Wirkungsbeziehung und damit die Frage nach der richtigen Beurteilung der Lärmbelastung an. Damit wird eine Quantifizierung der Phänomene «Lärm und Belästigung» angestrebt. Das zweite Prinzip legt die Grundlage der Lärmbekämpfung an der Quelle (Emissionsbegrenzung) fest. Es folgen sodann zwei Prinzipien, welche sich mit der Vorsorge zur Verhinderung von zukünftigen Lärmproblemen und dem Vorgehen zur Sanierung von gegenwärtigen Lärmproblemen beschäftigen. Das fünfte Prinzip be-

handelt die Frage nach der Kostenübernahme und das sechste Prinzip die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Akteuren.

### 3.2 1 Beurteilungsprinzip

Für die häufigsten Lärmarten wird in der Schweiz zur Quantifizierung der Lärmbelastung der Beurteilungspegel  $L_r$  verwendet. Dieser basiert auf einem akustischen Pegelwert und einem Korrekturfaktor  $K$ , welcher die spezifischen Störcharakteristiken einer bestimmten Lärmart berücksichtigt (siehe Anhang A).

Zur Beurteilung der Lärmbelastung wird ein System von drei unterschiedlichen Belastungsgrenzwerten (BGW) verwendet. Es sind dies:

- Immissionsgrenzwerte (IGW):  
*Die IGW für Lärm sind gemäss USG<sup>23</sup> so festzulegen, dass nach dem Stand der Wissenschaft oder der Erfahrung Immissionen unterhalb dieser Werte die Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden nicht erheblich stören.*
- Planungswerte (PW):  
*Die PW werden für die Planung neuer Bauzonen und für den Schutz vor neuen lärmigen ortsfesten Anlagen festgelegt. Sie liegen unterhalb der IGW.*
- Alarmwerte (AW):  
*Die AW werden zur Beurteilung der Dringlichkeit von Sanierungen für Lärmimmissionen festgelegt. Sie liegen über den IGW.*

Um nachts ein erhöhtes Mass an Ruhe zu gewährleisten, sind die Belastungsgrenzwerte in dieser Zeit (22 Uhr bis 6 Uhr) in der Regel tiefer angesetzt als am Tag (6 bis 22 Uhr). Daneben werden sie in Abhängigkeit der Lärmart (Strassenverkehrslärm, Eisenbahnlärm, Fluglärm, etc.) festgelegt.

Um der Störempfindlichkeit von unterschiedlichen Nutzungen Rechnung zu tragen, werden die Gebiete durch eine raumplanerische Aufteilung in vier Empfindlichkeitsstufen eingeteilt:

- Empfindlichkeitsstufe I (ES I):  
Zonen mit einem erhöhten Lärmschutzbedürfnis, namentlich Erholungszonen.
- Empfindlichkeitsstufe II (ES II):  
Zonen ohne störenden Betrieb, namentlich Wohnzonen sowie Zonen für öffentliche Bauten und Anlagen.
- Empfindlichkeitsstufe III (ES III):  
Zonen mit mässig störenden Betrieben, namentlich Wohn- und Gewerbezone (Mischzone) sowie Landwirtschaftszonen.
- Empfindlichkeitsstufe IV (ES IV):  
Zonen mit stark störenden Betrieben, namentlich Industriezonen.

Entsprechend der unterschiedlichen Empfindlichkeit gelten für Erholungszonen strengere Belastungsgrenzwerte (Beispiel siehe Abb. 3.2) als beispielsweise für Industriezonen. Die Festlegung der Empfindlichkeitsstufen ist grundsätzlich der Nutzung anzupassen.

Beurteilungspegel  $L_r$   
 Tag:=06-22 Uhr; Nacht:=22-06 Uhr

Empfindlichkeitsstufe	Planungswert		Immissionsgrenzwert		Alarmwert	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
ES I	50	40	55	45	65	60
ES II	55	45	60	50	70	65
ES III	60	50	65	55	70	65
ES IV	65	55	70	60	75	70

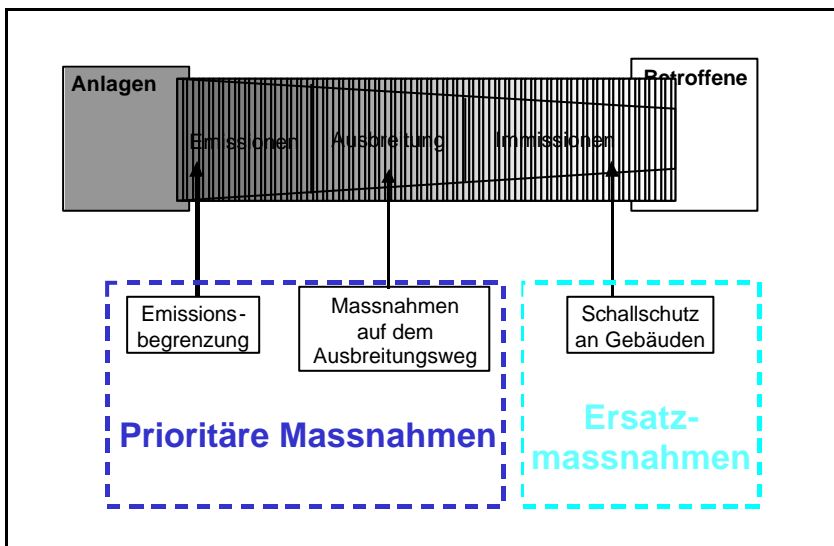
**Abb. 3.2**  
 Grenzwertschema der Lärmschutz-Verordnung (Beispiel für Strassenverkehrslärm).

Bei Wohnzonen besteht aber die Möglichkeit einer Zuteilung zur ESIII anstelle der ESII, wenn das Gebiet bereits mit Lärm vorbelastet ist.

Fehlen BGW, wie z.B. bei Belästigungen durch Musik, Stimmen, etc., so sind die Störungen im Einzelfall aufgrund der möglichen Störwirkung zu beurteilen.

### 3.2.2 Quellenprinzip

Das Quellenprinzip besagt, dass die Lärmbekämpfung prioritär am Ursprung stattzufinden hat. Bei der Wahl von Lärmbekämpfungsmassnahmen ist damit in erster Linie an der Quelle anzusetzen. Im Idealfall soll Lärm gar nicht erst entstehen, so dass möglichst grosse Gebiete vor dieser Umwelteinwirkung geschützt sind.

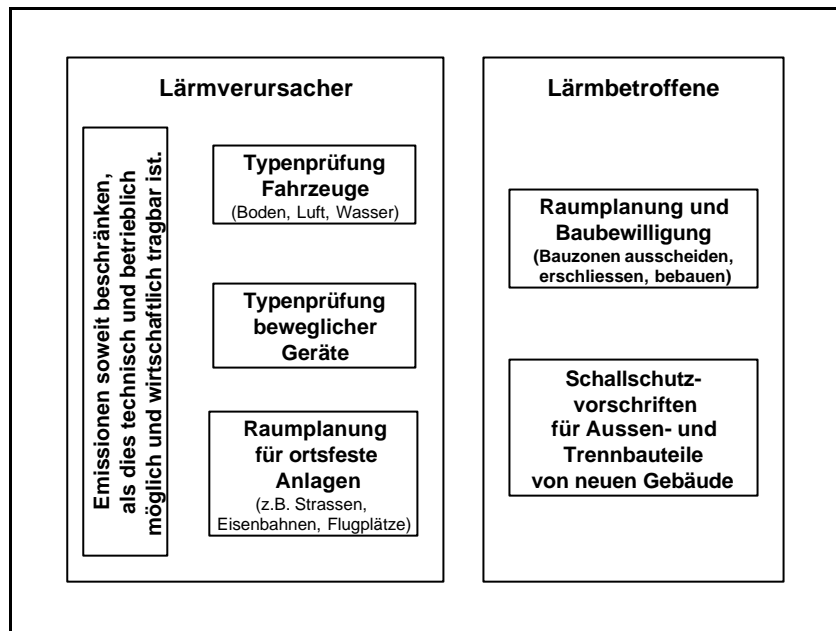


**Abb. 3.3**  
 Vorgehen bei der Anwendung von Lärmbekämpfungsmassnahmen.

Nur wenn sich Massnahmen an der Quelle als unmöglich oder unverhältnismässig erweisen, kommen in zweiter Priorität Ersatzmassnahmen in Form von Schallschutz an Gebäuden zum Tragen. Damit wird zwar die Lebensqualität ausserhalb der Gebäude nicht verbessert. Schallschutz an Gebäuden schützen aber immerhin die Menschen innerhalb der Häuser und ermöglichen somit einen bestimmten Grad von Ruhe.

### 3.2.3 Vorsorgeprinzip

Das Prinzip der Vorsorge zielt sowohl auf die Emissionsbegrenzung von Lärmquellen als auch auf das Verhindern zukünftiger Probleme durch den Bau von Gebäuden mit lärmempfindlichen Räumen in belärmten Gebieten (Abb. 3.4). Prioritär sind aber immer Massnahmen an der Lärmquelle (Lärmverursacher) den Massnahmen bei den Betroffenen vorzuziehen.



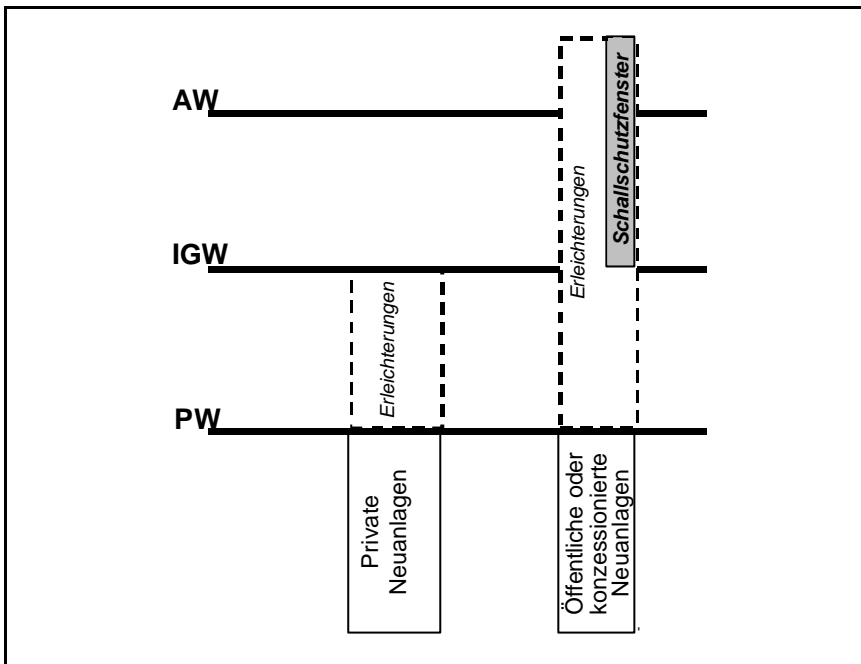
**Abb. 3.4**  
Übersicht der Vorsorge in der Lärmbekämpfung.

Seitens der Lärmverursacher besteht für Fahrzeuge, Geräte und Anlagen grundsätzlich die Auflage, die Emissionen soweit zu beschränken, als dies technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist. Bei Anlagen sind zusätzlich verschärfende Massnahmen vorzunehmen, wenn die BGW überschritten werden.

Bei Fahrzeugen und Geräten wird die Vorsorge durch Typenprüfungen konkretisiert. Im Bereich Raumplanung ist die Vorsorge aufgeteilt in neue Anlagen (Lärmverursacher) und neue Gebäude mit lärmempfindlichen Räumen (Lärmbetroffene).

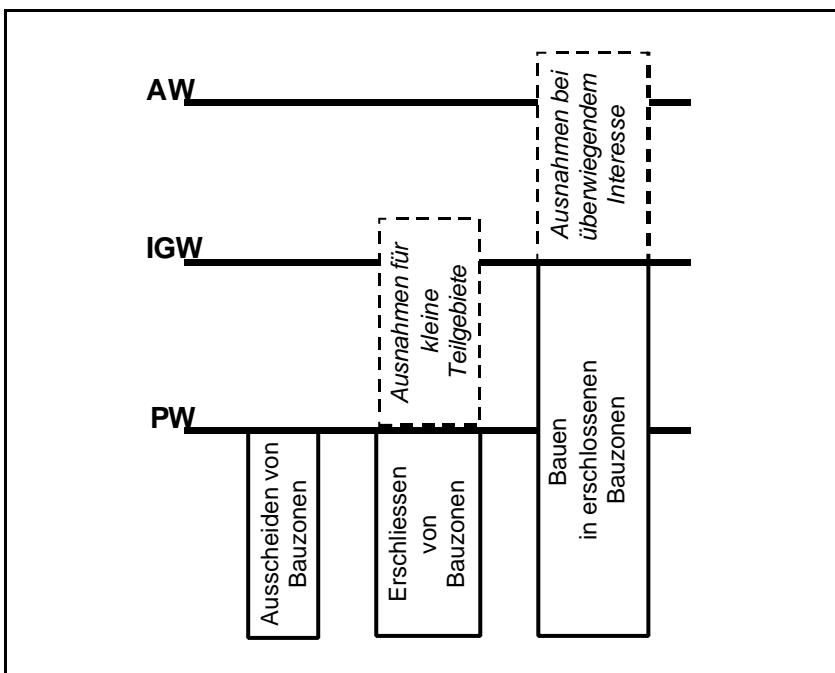
Bei neuen Anlagen (rechtsgültiger Bauentscheid nach 1.1.1985) müssen grundsätzlich die PW als schärfste Grenzwerte eingehalten werden (Abb. 3.5). Damit ist gewährleistet, dass es auch beim Bau von mehreren Anlagen nicht zu einem Überschreiten der IGW kommt. Die Einhaltung der PW ist aber nicht in jedem Fall zwingend. So können die Bewilligungsbehörden Erleichterungen gewähren, wenn die Massnahmen zur Einhaltung der PW unverhältnismässig wären. Bei privaten Anlagen können Erleichterungen nur bis zum IGW gewährt werden, während sie bei öffentlichen oder konzessionierten Anlagen weiter gehen dürfen. Bei überschrittenen IGW werden aber beim Gebäude der Lärmbetroffenen auf Kosten des Lärmverursachers Schallschutzmassnahmen (Schallschutzfenster) eingebaut.

Die Begünstigung von öffentlichen oder konzessionierten Anlagen wurde aus Gründen des öffentlichen Interesses gewährt. Der Gesetzgeber stuft dieses als wichtiger ein als das Ruhebedürfnis der Anwohner.



**Abb. 3.5**  
Anwendung des Vorsorgeprinzips beim Bau von neuen Anlagen.

Beim Erstellen neuer Gebäude mit lärmempfindlichen Räumen bestehen vorsorgliche Auflagen für das Ausscheiden und Erschliessen von Bauzonen in lärmbelasteten Gebieten (Abb. 3.6). Die Ausscheidung von Bauzonen für die Nutzung von solchen Gebäuden ist nur unter der Auflage einer Einhaltung der Planungswerte möglich. Dasselbe gilt für die Erschliessung von Bauzonen, wobei die Behörden für kleine Gebiete Ausnahmen gewähren können. Das Bebauen von Bauzonen ist nur unter der Bedingung zugelassen, dass die IGW respektiert werden. Ausnahmen sind möglich, sofern ein überwiegendes öffentliches Interesse besteht.



**Abb. 3.6**  
Anwendung des Vorsorgeprinzips beim Bau von neuen Gebäuden mit lärmempfindlichen Räumen.

Insgesamt ist die raumplanerische Vorsorge eines der wichtigsten Prinzipien, um Lärmprobleme frühzeitig zu verhindern. Besonders durch die in der Schweiz vorhandene Raumknappheit entsteht damit aber ein Konfliktpotenzial mit den Interessen der Raumnutzung. Die Landpreise in Bauzonen sind teuer, so dass wirtschaftliche Interessen dem lärmpolitischen Grundziel des «Schutzes vor Einwirkungen» häufig entgegenwirken. Dementsprechend ist die Umsetzung der raumplanerischen Vorsorge sachlich zwar richtig, politisch aber ein schwieriges Unterfangen.

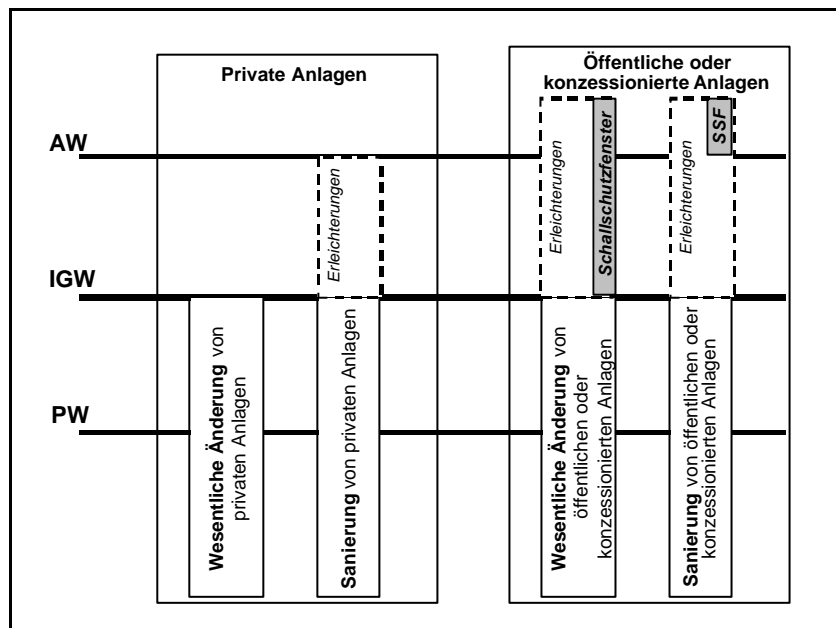
Auch bei der Konstruktion der Gebäude selbst gilt es, im Sinne der Vorsorge den Lärm von aussen wie von innen zu berücksichtigen. So werden an Aussenteile und Trennbauteile gewisse minimale Schallschutzanforderungen gestellt. Die LSV verweist dazu auf die Vorschriften der SIA Norm181<sup>22</sup>.

### 3.2.4 Sanierungsprinzip

Bei der Sanierung von alten lärmigen Anlagen (rechtsgültiger Bauentscheid vor 1.1.1985) wird unterschieden zwischen privaten und öffentlichen oder konzessionierten Anlagen (Abb. 3.7).

Private Anlagen müssen grundsätzlich den IGW einhalten, ansonsten ist eine Lärmsanierung unumgänglich. Führt dies zu unverhältnismässig hohen Auflagen, können aber Erleichterungen bis zum Erreichen des AW gewährt werden.

**Abb. 3.7**  
Übersicht des Sanierungsprinzips für private und öffentliche oder konzessionierte Anlagen.



Wird eine sanierungspflichtige private Anlage wesentlich geändert, muss gleichzeitig eine Sanierung erfolgen, so dass die Lärmimmissionen unterhalb der IGW liegen. Dabei sind keine Ausnahmen mehr zulässig.

Bei öffentlichen oder konzessionierten Anlagen (z.B. Strassen, Flugplätze) ist ebenfalls eine Sanierung vorzunehmen, sofern die Immissionen über den IGW liegen. Bei überwiegendem öffentlichem Interesse können aber Erleichterungen bis über die AW gewährt werden. Überschreiten die Immissionen die AW, ist aber auf Kosten der Anlagehalter Schallschutz bei den betroffenen Liegenschaften einzubauen.



Ähnlich liegt der Fall bei wesentlichen Änderungen. Auch hier können Erleichterungen bis über die AW gewährt werden, allerdings sind dann bereits beim Überschreiten der IGW Schallschutzfenster durch den Anlagehalter zu bezahlen.

Die Möglichkeit zur Gewährung von Erleichterungen geht also bei öffentlichen oder konzessionierten Anlagen wesentlich weiter als bei privaten.

### 3.2.5 Verursacherprinzip

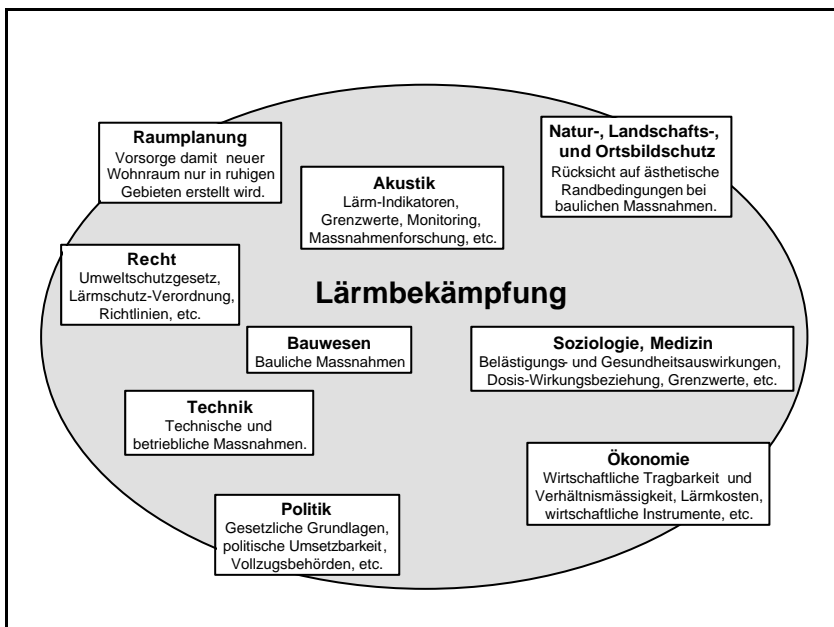
Das Verursacherprinzip im Sinne des Umweltschutzgesetzes sieht vor, dass Kosten für Massnahmen, welche aufgrund des Gesetzes entstehen, vom Verursacher getragen werden müssen. In der Lärmbekämpfung sind dabei grundsätzlich nur die Ausgaben für Lärmbekämpfungsmassnahmen eingeschlossen.

Wie die Übersicht der vom Lärm verursachten Kostenarten in Kapitel 2.2.2, Abb. 2.8 zeigt, deckt das Verursacherprinzip damit in der Regel nicht die vollständigen Lärmkosten.

Will man daher weitere Kosten als die der Lärmbekämpfungsmassnahmen auf den Verursacher überwälzen, so muss dies aufgrund einer anderen rechtlichen Regelung (z.B. Entschädigungszahlungen aufgrund des Enteignungsrechts) geschehen.

### 3.2.6 Kooperationsprinzip

Lärmbekämpfung ist ein stark interdisziplinäres Gebiet, welches viele verschiedene Bereiche betrifft (Abb. 3.8).

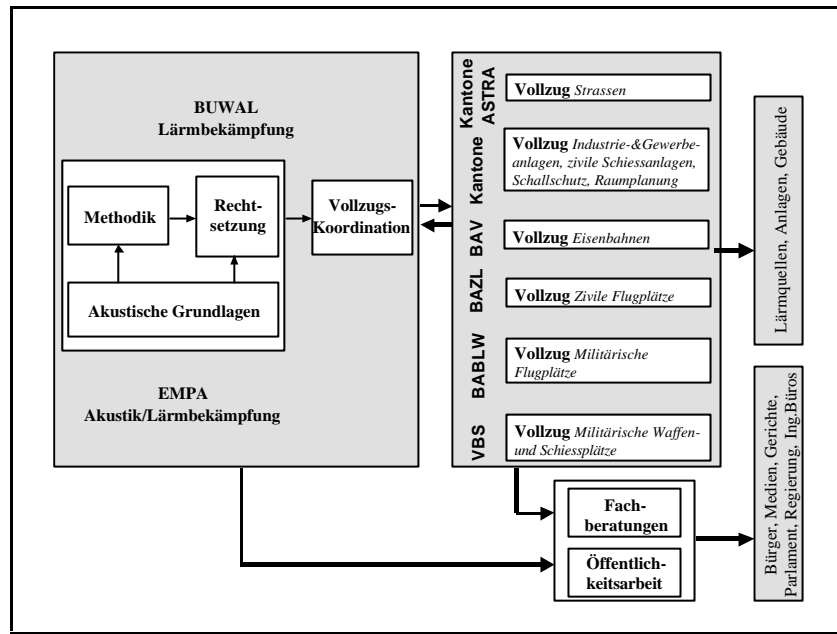


**Abb. 3.8**  
Übersicht der bei der Lärmbekämpfung mitwirkenden Fachbereiche.

Das Prinzip einer intensiven Zusammenarbeit der Akteure aus den entsprechenden Gebieten ist daher von besonderer Bedeutung. Neben den rein wissenschaftlich-technischen Kenntnissen sind es vor allem Aspekte des Rechts, der Raumplanung, der Wirtschaft sowie des Landschafts- und Ortsbildschutzes, die bei der Wahrnehmung von Lärmbekämpfungsaufgaben berücksichtigt werden müssen.

Das Kooperationsprinzip widerspiegelt sich auch in der dezentralen Organisation der Lärmbekämpfung in der Schweiz (Abb. 3.9). So kümmert sich das BUWAL als Fachstelle des Bundes für Lärmfragen um die prinzipielle und strategische Führung der Lärmbekämpfung. Dagegen ist der Vollzug an die jeweiligen Behörden delegiert, welche für die entsprechenden Bereiche die Verantwortung tragen.

**Abb. 3.9**  
Aufteilung der Lärmbekämpfungsaufgaben auf die verschiedenen Akteure.



Die Kantone sind für den Vollzug im Bereich Strassen, zivile Schiessanlagen und Industrie- und Gewerbeanlagen sowie für den Schallschutz an Gebäuden und die Raumplanung zuständig.

Bei Strassenlärmsanierungen prüft das BUWAL zusammen mit dem Bundesamt für Strassen (ASTRA) die Beitragsberechtigung für Bundessubventionen.

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) und das Bundesamt für die Betriebe der Luftwaffe (BBLW) vollziehen den Lärmschutz bei den zivilen – respektive militärischen – Flugplätzen. Für den Vollzug im Bereich Eisenbahnen ist das Bundesamt für Verkehr (BAV) verantwortlich. Alle militärischen Waffen- und Schiessplätze liegen in der Zuständigkeit des Departements für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport (VBS). Konkret zeigt sich das Kooperationsprinzip im Vollzug auch in der Beziehung zwischen Vollzugsbehörden und Privaten. So werden bei einer Sanierung nicht einfach Massnahmen verordnet, sondern der Anlagebesitzer muss einen ersten Vorschlag für Lärmbekämpfungsmassnahmen liefern.

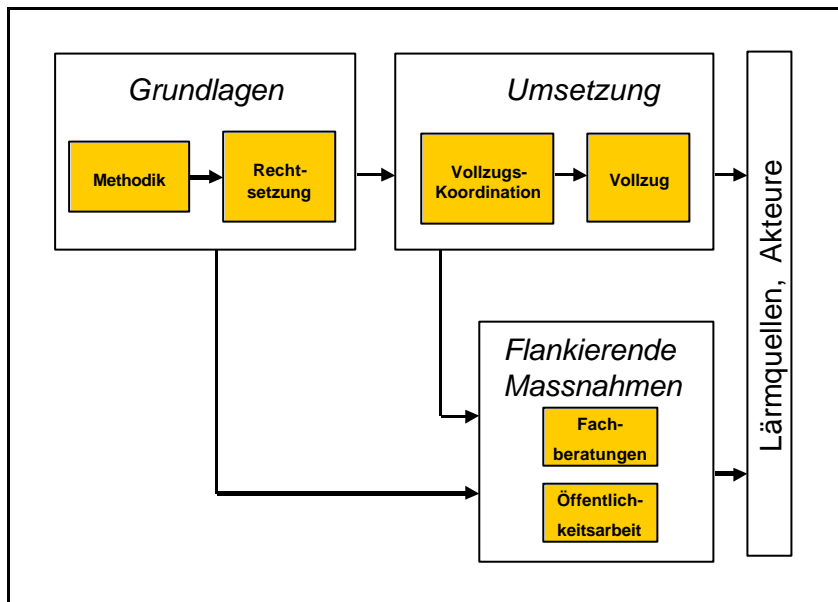
Eine wichtige Rolle spielt die Abteilung «Akustik/Lärmbekämpfung» der EMPA. Sie ist die wissenschaftlich-technische Fachstelle des Bundes für Fragen im Bereich der akustischen Grundlagen, insbesondere für die Methodik von Messungen und Berechnungen. Obwohl sie organisatorisch nicht zusammengehören, ergänzen sich die EMPA (Eidg. Departement des Innern) und das BUWAL (Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation) auf Bundesebene bei der Erfüllung der Lärmbekämpfungsaufgaben.

## 4 Stand der Lärmbekämpfung

Die Erfolgskontrolle der Lärmbekämpfung in der Schweiz orientiert sich an den Aufgaben, bzw. am geltenden Recht. Ausgehend davon werden in diesem Kapitel die Aufgaben, der Stand der Arbeiten und die anstehenden Projekte diskutiert. Dies geschieht anhand der drei Funktionsbereiche (Abb. 4.1):

- Grundlagen,
- Umsetzung,
- flankierende Massnahmen.

Am Ende des Kapitels erfolgt sodann ein Einblick in die Lärmbekämpfung der EU.



**Abb. 4.1**  
Die Hauptbereiche der Lärmbekämpfung.

Die Aufgaben im Bereich Grundlagen bestehen in der Erarbeitung der Methodik und deren Rechtsetzung. Bei der Umsetzung fallen Aufgaben im Bereich Koordination und Vollzug an. Die flankierenden Massnahmen schliesslich werden in Form von Fachberatung und Öffentlichkeitsarbeit abgedeckt.

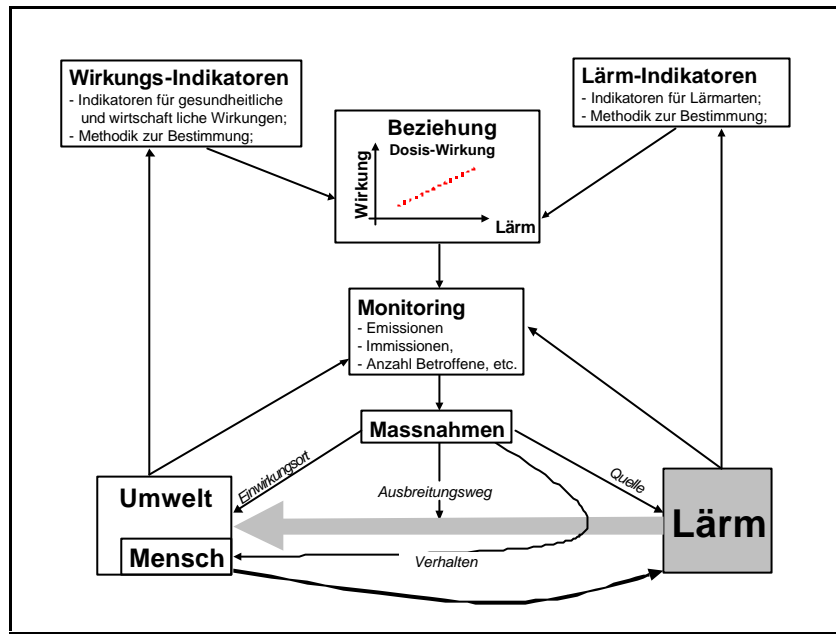
### 4.1 Grundlagen

#### 4.1.1 Aufgaben

Der erste Schritt zur Lärmbekämpfung besteht in der Entwicklung ihrer Methodik. Diese beruht auf technisch-wissenschaftlichen Erkenntnissen aus nationalen und internationalen Forschungsarbeiten sowie praktischem Vorwissen. Darauf abgestützt erfolgt die Umsetzung der Aufgaben und Ziele in eine juristisch bindende Form, was Aufgabe der Rechtsetzung ist.

Abb. 4.2 vermittelt eine Übersicht der wichtigsten Methodik-Aspekte. Eine erste Aufgabe besteht in der Bestimmung von möglichst aussagekräftigen Indikatoren zur Quantifizierung der Lärmbelastung und deren Auswirkungen. Diese sollen im Interesse der praktischen Handhabung einfach und schnell zu bestimmen sein und in konzentrierter Form bestehende Probleme aufzeigen.

**Abb. 4.2**  
Übersicht der Methodik zur Erarbeitung der Grundlagen in der Lärmbekämpfung.



Auf der akustischen Seite sind zur Beschreibung des Phänomens Lärm-Indikatoren aufgrund von Messungen oder Berechnungen zu bestimmen. Gesucht wird dabei ein Belastungsmass, welches die Störcharakteristiken des Lärms möglichst gut widerspiegelt.

Auch aus Sicht der «Umwelt» braucht es Wirkungs-Indikatoren, welche die psychischen, gesundheitlichen, sozialen und wirtschaftlichen Folgeerscheinungen beschreiben und quantifizieren. Diese Auswirkungen sind sodann mit dem Belastungsmass zu korrelieren, um Angaben über die Beziehung zwischen Dosis und Wirkung zu erhalten.

Das Monitoring der Lärmbelastung soll die Grössenordnung und das Ausmass der Lärmbelastung darstellen und eine Basis zur Lärminderung schaffen. Dazu sind entsprechende Methoden und Verfahren zu entwickeln.

Im Bereich Massnahmen sind technische, betriebliche und bauliche Verfahren auszuarbeiten, um den Lärm an der Quelle, auf dem Ausbreitungsweg oder als – Ultima Ratio – am Einwirkungsort zu reduzieren. Dazu gehören auch raumplanerische Massnahmen oder Massnahmen zur Verhaltensänderung der Lärmverursacher (Mensch).

### 4.1.2 Stand

#### Lärm-Indikatoren:

In der Schweiz hat sich der energetisch und zeitlich gemittelte Schallpegel  $L_{eq}$  als Lärm-Indikator – beziehungsweise als Belastungsmass – durchgesetzt. Erweitert um einen Korrekturfaktor, welcher die spezifischen Störcharakteristiken einer bestimmten Lärmart berücksichtigt, ergibt sich der Beurteilungspegel  $L_r$  als Mass der Lärmbelastung (siehe Anhang A). Die zeitliche Mittelung erfolgt in der Schweiz in der Regel über 16 Stunden am Tag und 8 Stunden in der Nacht. Der  $L_r$  hat den Vorteil, dass er relativ einfach zu bestimmen ist und bei kontinuierlichen Lärmarten gut mit der Störwirkung korreliert. Für kurzzeitige Lärmereignisse wird entweder die Mittelungszeit verkürzt (Diskothekenlärm 1h), um Spitzenpegel besser zu berücksichtigen oder der Maximalpegel (Schiesslärm) verwendet. Der  $L_r$  eignet sich weniger gut für Schallereignisse, bei denen die Störwirkung mehr durch spezifische Charakteristiken des Lärms als durch den Schallpegel verursacht wird. Ein Beispiel dafür ist der Lärm von Gesprächen, Kuhglocken, Kirchenglocken, etc.

Die vorherrschende Lärmbelastung in einem Land ist auch ein wichtiger Indikator für die Nachhaltigkeit der Entwicklung. Zwar verschmutzt Lärm keine natürlichen Ressourcen wie etwa die Luft und das Wasser. Indem er das Wohlbefinden der Betroffenen beeinträchtigt, hat Lärm langfristig dennoch einen negativen Einfluss auf die Gesundheit der Bevölkerung. Derzeit sind in der Schweiz allerdings noch keine Nachhaltigkeitsindikatoren für Lärm definiert. Ebenso fehlt ein Indikator für die Beurteilung der Gesamtlärmbelastung (mehrere Lärmarten zusammen), da die erforderlichen wissenschaftlichen Grundlagen noch zu wenig aussagekräftig sind.

In der Methodik zur Bestimmung der Lärmbelastung setzt sich für viele Lärmarten (insbesondere für Lärm von Strassen, Eisenbahnen und Flugplätzen) immer mehr die Berechnung aufgrund von Modellen und Verkehrsdaten durch (Anzahl und Fahrzeugtyp, bzw. Flugzeugtyp, etc.). Dies hängt damit zusammen, dass Messungen teuer, aufwändig und kaum genauer sind. Insbesondere für Prognosen sind nur Berechnungen möglich. Zum Kalibrieren der Berechnung oder zur Bestimmung der Lärmbelastung in schwierigen Einzelfällen drängen sich aber weiterhin Messungen auf. Die Entwicklung von Modellen und Algorithmen zur Berechnung von Lärmprognosen liegt in der Schweiz grösstenteils in den Händen der EMPA. Sie verfügt sowohl über das erforderliche Wissen wie auch über die notwendige Unabhängigkeit. Für die Berechnungen sind gut anwendbare PC-Programme auf dem Markt. Deren Ergebnisse können aber je nach verwendetem Berechnungsmodell sowie den angewendeten Normen und Randbedingungen stark variieren. In Deutschland wird dazu gegenwärtig eine Norm ausgearbeitet<sup>9</sup>.

In der Schweiz gibt es Empfehlungen für bestimmte Modelle zur Berechnung des Strassen- und Eisenbahnlärms. Diese legen jedoch nicht alle Randbedingungen (Schallausbreitung, Normen, etc.) genau fest.

Für den Lärm von grossen Flughäfen verwendet man in der Schweiz das von der EMPA erstellte und betriebene Berechnungsmodell FLULA2. Weil es weltweit noch weitere Programme gibt, laufen gegenwärtig auf internationalem Niveau Qualitätsuntersuchungen zur Frage der Vergleichbarkeit der Resultate.

Die Bestimmung der Lärmbelastung bei Eisenbahnen erfolgt mit dem in den achtziger Jahren entwickelten Berechnungsprogramm SEMIBEL. Dieses wird gegenwärtig von einer Experten-Gruppe unter Mitarbeit der EMPA überprüft.

### **Wirkungs-Indikatoren und Dosis-Wirkungs-Beziehung:**

Die gesundheitlichen Auswirkungen in Form von Hörschäden (Hörverlust als Indikator) aufgrund hoher Lärmpegel sind bekannt. Entsprechend eindeutig können die Schutzbestimmungen definiert werden (SUVA, BAG). Wesentlich schwieriger wird es bei «tiefen» Lärmbelastungen im Bereich unter 80dB(A), durch die keine akuten Hörschäden entstehen. Mittel- bis langfristig lassen sich Gesundheitsbeeinträchtigungen durch die vom Lärm verursachte Lästigkeit im Sinne des Gesundheitsbegriffes der WHO nicht ausschliessen. Der eindeutige Nachweis einer gesundheitlichen Schädigung ist aber im Einzelfall kaum möglich. Personen, die sich häufig an lärmbelasteten Orten aufhalten, sind oft auch anderen schädlichen Einflüssen ausgesetzt, so dass Lärm nur ein Risikofaktor unter vielen ist. Trotzdem belegen epidemiologische Untersuchungen den schädlichen Einfluss von Lärm auf die Gesundheit. So nimmt mit steigender Lärmbelastung etwa das Risiko für Gesundheitsprobleme wie Herz-Kreislauf-Krankheiten zu. Nachgewiesen sind auch Schlafstörungen und ein erheblicher Leistungsabfall bei kognitiven Prozessen. Für die Erfassung von Schlafstörungen durch Lärm verwendet man unter anderem die Wahrscheinlichkeit von Aufwachreaktionen als Indikator. Daneben gibt es weitere Erfassungsmethoden, welche die hormonellen Veränderungen im Körper unter Lärmeinwirkungen aufzeigen – teilweise auch während des Schlafs. Die grosse Vielfalt der Lärmauswirkungen auf den Menschen verunmöglicht es, im Detail auf alle Wirkungs-Indikatoren einzugehen.

Als Indikator für die Lärmbelästigung der Bevölkerung dient insbesondere die Ermittlung des prozentualen Anteils der erheblich Belästigten durch sozio-psychologische Befragungen (siehe Anhang A). In der Schweiz werden die Belastungsgrenzwerte (BGW) für verschiedene Lärmarten sodann aufgrund der Dosis-Wirkungsbeziehung festgelegt. Dabei setzt der Immissionsgrenzwert dort an, wo sich 15 bis 25% der Befragten erheblich belästigt fühlen (siehe Anhang A). Grenzwerte liegen bereits für den Lärm von Strassen, Eisenbahnen, zivilen Flugplätzen, zivilen Schiessanlagen, Industrie- und Gewerbeanlagen sowie für Militärflugplätze vor.

Als Indikator für die wirtschaftlichen Auswirkungen von Lärm dienen vor allem die verursachten Kosten. Die dazu notwendige Methodik zur Bestimmung aller Lärmkosten ist aber nicht vollständig. Zwar lassen sich die Ausgaben für realisierte Lärmbekämpfungsmassnahmen relativ genau beziffern. Doch für die sogenannten externen Kosten liegen bisher nur Schätzungen vor. Die vorhandenen Modelle zur Monetarisierung von Lärmschäden konzentrieren sich zur Zeit auf die Wertverminderung von Immobilien<sup>5</sup>. Noch nicht überall berücksichtigt sind aber die Kosten, welche die Gesundheit der Bevölkerung betreffen. Auch in den Ökobilanzen sind die Lärmkosten bisher nicht eingeschlossen, auch wenn inzwischen entsprechende Ansätze vorhanden sind<sup>19</sup>.

Soziale Auswirkungen von Lärm treten vorwiegend im Bereich der Siedlungsentwicklung (Verslumung, Gettoisierung von lärmigen Gebieten) auf<sup>1</sup>. Ein entsprechender Indikator zur Erfassung dieser Effekte ist zurzeit nicht definiert.

### **Monitoring-Methodik:**

Das Lärm-Monitoring in der Schweiz konzentriert sich vorwiegend auf den Bereich Immissionen. Dazu wurden für den Lärm von Strassen, Eisenbahnen, Flugplätzen und zum Teil auch für zivile Schiessanlagen Lärmbelastungskataster (LBK) erstellt, welche die Lärm-Immissionen für die in den betroffenen Gebäuden lebenden Menschen erfassen. Die LBK dienen vor allem

der Lärmsanierung, das heisst die Angaben beschränken sich auf Überschreitungen der Grenzwerte und eine grobe Abschätzung der Anzahl betroffener Personen.

Viele LBK in der Schweiz sind durch Messungen entstanden und kartografisch festgehalten. Sie dokumentieren die bei der Erstellung vorhandenen Belastungen und werden aus Kostengründen meistens erst anlässlich einer Sanierung aktualisiert. Vermehrt kommen aber auch Berechnungsmodelle und elektronische Speichermedien zum Zuge. Dabei wird die berechnete Lärmbelastung mittels geographischer Informationssysteme (GIS) mit den Nutzungsdaten und demographischen Daten der Siedlungsgebiete gekoppelt. Im Interesse eines einfachen und schnellen Monitorings sollten mittelfristig alle Kataster auf diese Art erstellt werden. Bei allen anderen Lärmarten fehlen eigentliche LBK. Dies gilt insbesondere für Industrie- und Gewerbeanlagen, obwohl die Lärmbelastung bei einem Verdacht auf Grenzwertüberschreitungen oder auftretenden Klagen ebenfalls planmässig erfasst wird.

Das Monitoring erfolgt grundsätzlich getrennt nach Lärmarten, da aufgrund der ungenügenden wissenschaftlichen Grundlagen für die Beurteilung der Gesamtlärmbelastung ein entsprechender Lärm-Indikator fehlt.

Eine weitere Möglichkeit des Monitorings besteht in der regelmässigen Durchführung von repräsentativen Befragungen der Bevölkerung zum Thema Lärm. Solche Meinungsumfragen über das Ausmass und den Stellenwert des Lärms sind ein relativ kostengünstiges Instrument, um Aufschluss über die subjektiv empfundene Lärmsituation zu erhalten.

### **Massnahmen-Methodik:**

Die Grundlagen für technische, betriebliche, bauliche und raumplanerische Massnahmen im Bereich Lärmbekämpfung zur Vermeidung und Verminderung sowie zum Schutz der betroffenen Menschen sind relativ weit fortgeschritten. (Siehe Anhang A für einen Überblick der Wirkungen von einzelnen Massnahmen). Entsprechende Forschungsarbeiten laufen aber in allen Bereichen weiter, insbesondere an der EMPA, wo beispielsweise gut eingerichtete Messlaboratorien zur Bestimmung der Lärmschutzeigenschaften von Materialien und Bauteilen zur Verfügung stehen. Weitere Massnahmen wie etwa wirtschaftliche Instrumente (Anreize zur Verringerung der Lärmemissionen an der Quelle) werden zurzeit noch wenig in Betracht gezogen.

Wichtig ist aber, dass man sich in der Entwicklung der Methodik zur Lärmbekämpfung auf die Quelle konzentriert, da dieser Ansatz eine flächendeckende Wirkung gewährleistet. Voranzutreiben sind besonders die Emissionsbegrenzungen von Geräten, Fahrzeugen und Flugzeugen. Für die Schweiz sind dazu die Vorschriften der EU, respektive der internationalen Luftfahrtsorganisation ICAO (International Civil Aviation Organisation) massgebend, so dass nur wenig Spielraum für nationale Regelungen besteht.

### **Rechtsetzung:**

USG und LSV legen das Ziel und die Prinzipien zum Schutz des Menschen vor Lärm fest. Für die grössten Lärmverursacher wie Strassen (Anhang 3 LSV), Eisenbahnen (Anhang 4 LSV), zivile Flugplätze (Anhang 5 LSV), Industrie- und Gewerbeanlagen (Anhang 6 LSV), zivile Schiessanlagen (Anhang 7 LSV) und militärische Flugplätze (Anhang 8 LSV) sind Belastungsgrenzwerte definiert. Für militärische Schiess- und Übungsplätze gibt es zurzeit noch keine Belastungsgrenzwerte in der LSV. Zur Beurteilung und Begrenzung dieses Lärms besteht aber eine entsprechende Richtlinie, welche vom VBS vollzogen wird.

Im Fall des Baustellen-Lärms eignet sich das Konzept der LSV mit den BGW nicht, da der Lärm hier zu komplex ist (Schlagen, Hämmern, usw.) und mit grosser zeitlicher Variabilität auftritt. Die zur Begrenzung des Lärms auf Baustellen erlassene Baulärmrichtlinie basiert daher auf dem Prinzip der vorsorglichen Emissionsbeschränkung durch betriebliche oder technische Massnahmen.

Die Typenprüfung von Fahrzeugen orientiert sich an den Vorschriften der EU. Die Schweizer Regelung wurde demnach aufgrund des Bundesgesetzes über die technischen Handelshemmnisse mit der EU harmonisiert.

### 4.1.3 Anstehende Projekte

Im Bereich Lärm-Indikatoren ist vorgesehen, erweiterte Kriterien zur Beurteilung von spezifischen Lärmarten (einzelne Lärmereignisse in ruhiger Umgebung, Sportlärm, Tierlärm, Verhaltenslärm, etc.) festzulegen. Daneben ist beabsichtigt, einen Indikator für die Gesamtlärmbelastung sowie Nachhaltigkeits-Indikatoren zu definieren.

Bei der Methodik zur Bestimmung der Lärm-Indikatoren ist geplant, Vorschriften zur Vereinheitlichung und Nachvollziehbarkeit der Berechnungen mittels PC-Programmen festzulegen – insbesondere für Strassen-, Bahn, und Fluglärm.

Das Set von Wirkungs-Indikatoren muss auf alle Aspekte der gesundheitlichen Beeinträchtigungen (Schlafstörungen, langfristige körperliche Störungen, etc.) erweitert werden. Dies gilt ebenso für die wirtschaftlichen und sozialen Auswirkungen (externe Kosten, Siedlungsentwicklung).

Für das Monitoring ist vorgesehen, eine für die ganze Schweiz anwendbare Methodik zu erarbeiten, damit die Indikatoren für Emissionen und Immissionen sowie weitere lärmrelevante Daten (betroffene Bevölkerung, Nutzungsgebiet, etc.) in einem Lärm-Informationssystem erfasst werden können.

Im Bereich Massnahmen werden sich die Anstrengungen auf die Lärmbekämpfung an der Quelle konzentrieren (Emissionsgrenzwerte für Geräte, Fahrzeuge und Flugzeuge). Das BUWAL als Lärmfachstelle des Bundes arbeitet darauf hin, die Schweiz in den entsprechenden internationalen Gremien zu vertreten. Daneben gilt es, vermehrt wirtschaftliche Instrumente als Anreiz zur Lärmvermeidung zu evaluieren.

Im Bereich Rechtsetzung wird zurzeit an der Verordnung zur Typenprüfung und Kennzeichnung der Lärmemissionen von Geräten wie Rasenmähern und Baumaschinen sowie an der Festlegung von Sanierungswerten (Emissionsgrenzwerte) für in Betrieb stehende Schienenfahrzeuge gearbeitet. Weitere Arbeiten betreffen die Ergänzung des Anhangs 7 der LSV (BGW für den Lärm von zivilen Schiessanlagen) mit Beurteilungsgrundlagen für Sportwaffen und die Festlegung der ausstehenden Belastungsgrenzwerte für den Lärm von militärischen Schiess- und Übungsplätzen.

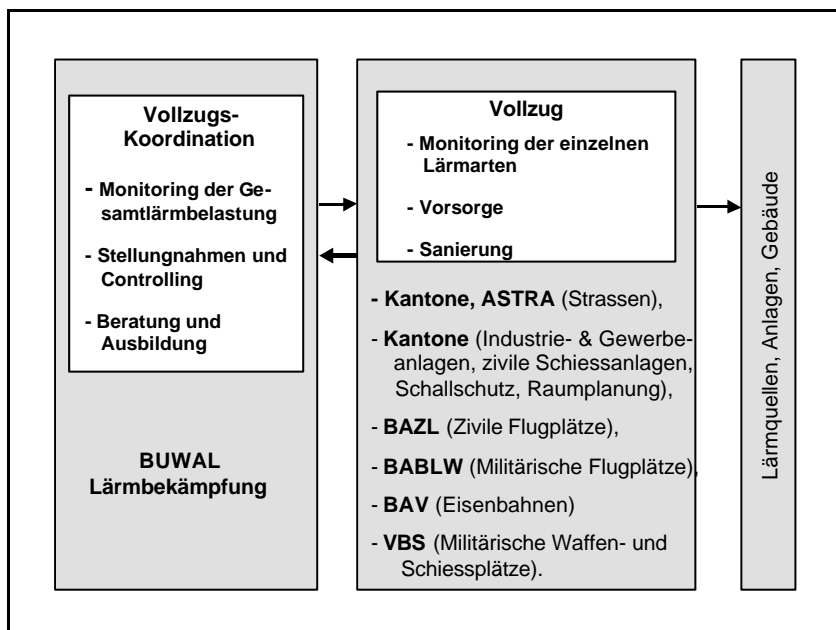
Weitere Arbeiten laufen im Bereich «Schallschutz an Gebäuden», um die massgebende SIA-Norm 181<sup>22</sup> zu aktualisieren.



## 4.2 Umsetzung

### 4.2.1 Aufgaben

Die Organisation der Aufgaben zur Umsetzung der Lärmbekämpfung erfolgt aufgrund der föderativen Zusammensetzung der Schweiz durch die Umweltschutzämter der 26 Kantone und die betroffenen Bundesstellen (Abb. 4.3). Zur Gewährung eines einheitlichen Vollzugs und zur Unterstützung der Vollzugsfachleute werden die Aufgaben der Koordination von der Umweltfachstelle des Bundes (BUWAL) übernommen.



**Abb. 4.3**

Umsetzung der Lärmbekämpfung durch Kantons- und Bundesämter.

Die Aufgaben des Vollzugs sind durch den rechtlichen Rahmen festgelegt und bestehen im Monitoring der einzelnen Lärmarten sowie in der Umsetzung des Vorsorge- und Sanierungsprinzips.

Im Bereich Vollzug-Koordination bestehen die Aufgaben in der Beratung und Ausbildung der Vollzugsbehörden in rechtlichen und materiellen Fragen. Dazu kommen Stellungnahmen zu Sanierungsprojekten und Controlling-Aufgaben im Bereich der Beitragszahlungen an Lärmsanierungen von Strassen. Ebenfalls zu den Koordinationsaufgaben gehört das Monitoring der gesamtschweizerischen Lärmbelastung, welches sich aus den einzelnen Monitorings der verschiedenen Vollzugsbehörden ergibt.

### 4.2.2 Stand

#### Stand des Monitorings

Das Monitoring der Lärmbelastung ist in der Schweiz stark an die Sanierung von Anlagen gekoppelt. Bei der Erfassung von Lärm-Immissionen beschränkt man sich daher auf Orte mit vermuteten Grenzwert-Überschreitungen, an denen man für die Wohnbevölkerung in den betroffenen Gebäuden voraussichtlich eine Lärmsanierung durchführen muss. Da die Grenzwerte von der Gebietsnutzung abhängig sind, lassen sich zwar Schätzungen über die Anzahl der von Grenzwert-Überschreitungen tangierten Bewohner vornehmen doch fehlen meistens

genauere Angaben über das unterschiedliche Ausmass der Lärmbelastung, denen die betroffenen Personen ausgesetzt sind.

Aufgrund von Abschätzungen aus dem Jahr 1985 war vor Inkrafttreten der LSV rund ein Viertel der Bevölkerung einer Strassenlärmbelastung von über 60dB(A) ausgesetzt. Dies entspricht dem Grenzwert für Wohngebiete der Empfindlichkeitsstufe II. Betroffen waren damals rund 1,6 Millionen Personen. Aufgrund der gesetzlichen Kriterien (USG und LSV) können jedoch nur rund 550'000 Personen von einer Lärmsanierung profitieren, wie sich aus den kantonalen LBK für Strassen abschätzen lässt. Die beträchtliche Diskrepanz von über einer Million Personen erklärt sich teilweise mit der Einteilung grosser lärmbelasteter Gebiete in die Empfindlichkeitsstufe III (Mischzonen), für die der Grenzwert bei 65dB liegt. Zudem können die Behörden bei öffentlichen Strassen Erleichterungen gewähren, wenn die Sanierung als wirtschaftlich nicht tragbar erachtet wird. Dies hat zwar den Einbau von Schallschutz-Fenstern bei betroffenen Gebäuden zur Folge, allerdings erst ab dem höheren Alarmwert von 70dB. Bedingt durch diese Einschränkungen der LSV haben rund zwei Drittel der Lärmbelästigten das Anrecht auf Lärmsanierungen verloren. Dieser Effekt beschränkt sich nicht nur auf den Strassenlärm, sondern gilt ebenso für den Lärm von Eisenbahnen und Flugplätzen. Gemäss den LBK ergibt sich für mehr als 2'600 km Strassen ein Sanierungsbedarf. Davon entfallen 290 km auf Nationalstrassen, 390 km auf Eidgenössischen Hauptstrassen und rund 2'000 km auf die übrigen Strassen.

Bei den Eisenbahnen sind entlang des gesamten Streckennetzes 270 km Lärmschutzwände notwendig. In Kombination mit den Lärmreduzierungsmaßnahmen an Schienenfahrzeugen sowie den Schallschutzfenstern sollen sie die rund 265'000 Personen mit Belastungen über den IGW schützen.

Für die zivilen Flugplätze sind die meisten LBK bereits fertiggestellt. (Noch ausstehend ist der aktualisierte Kataster des Flughafens in Zürich-Kloten, welcher wesentlich durch den neuen Staatsvertrag mit Deutschland beeinflusst wird.) Gesamtschweizerisch sind gemäss Schätzungen über 100'000 Menschen durch zivilen Fluglärm über den IGW belastet.

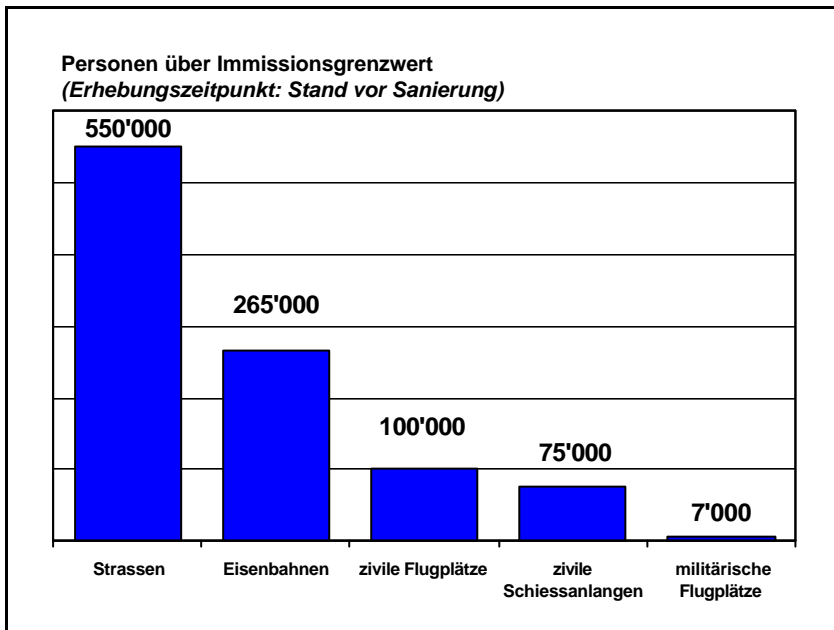
Die Lärmimmissionen der rund 2'000 zivilen Schiessanlagen wurden grösstenteils mittels LBK, z.T. aber auch nur durch punktuelle Abklärungen erfasst. Dazu hat das BUWAL spezielle Berechnungsprogramme erstellt, um die Lärmbelastung der beim zivilen Schiessen verwendeten Waffen zu bestimmen. Die Anzahl der Personen mit Belastungen über den IGW betrug vor der Sanierung schätzungsweise 75'000.

Für alle 12 militärischen Flugplätze bestehen LBK. Schätzungen der Personen mit Belastungen über den IGW liegen bei über 7'000 Betroffenen. Bedingt durch die Düsenflugzeuge ist der Lärm der einzelnen militärischen Flüge verglichen mit zivilem Fluglärm zwar hoch, insgesamt erweist er sich aber trotzdem als weniger problematisch als der Lärm im Umfeld der Landesflughäfen Zürich und Genf. Der Grund liegt in der zeitlichen Beschränkung des Flugbetriebes, welcher sich auf die Arbeitsstunden beschränkt. Sowohl über Mittag als auch während den Abendstunden und am Wochenende herrscht weitgehend Ruhe. Problematisch ist indes die zunehmende Nutzung der militärischen Flugplätze durch zivile Flugzeuge.

Bei Industrie- & Gewerbeanlagen findet kein flächendeckendes Monitoring durch LBK statt. Trotzdem wird die Lärmbelastung bei Verdacht auf Grenzwertüberschreitung oder bei auftretenden Klagen auch kartografisch erfasst. Aus Umfragen bei den kantonalen Fachstellen lässt

sich aber abschätzen, dass die Probleme relativ begrenzt sind, da bestehende Vorschriften der SUVA zur Lärmbegrenzung am Arbeitsplatz den Lärm von solchen Anlagen bereits stark reduziert haben.

Eine Übersicht der Anzahl Personen über dem IGW für die fünf grössten Lärmarten ist in Abb. 4.4 dargestellt.



**Abb. 4.4**  
Schätzung der Anzahl belasteter Personen über den Immissionsgrenzwerten (vor Sanierungen).

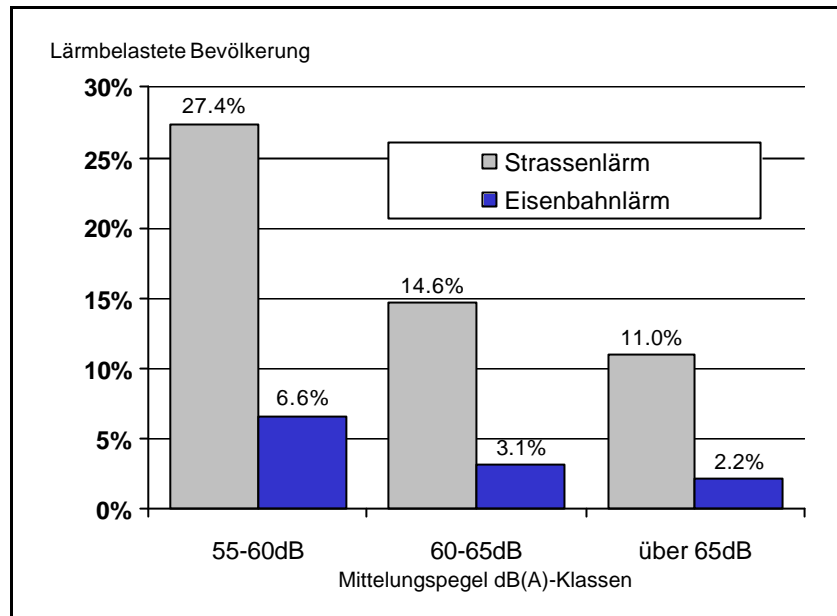
Die Lärmimmissionen der militärischen Schiess- und Übungsplätze sind zurzeit noch nicht in Katastern erfasst, weil entsprechende BGW fehlen. Die rund 70 Anlagen verursachen aber relativ bescheidene Immissionen, da sie einerseits ausserhalb der Siedlungsgebiete liegen und andererseits zeitlich nur beschränkte Lärmereignisse aufweisen.

Andere Lärmarten als die oben aufgeführten werden in der Schweiz nicht systematisch erfasst. Grund dafür ist, dass für den Lärm von Stimmen, Musik, Haushaltsgeräten, etc., die notwendigen wissenschaftlichen Grundlagen für eine allgemeine Beurteilung mittels BGW fehlen. In diesen Fällen hängt die Störung mehr von der Situation und Einstellung der Betroffenen ab als vom akustischen Pegel. Ansätze zur Konkretisierung der Beurteilung ohne BGW sind zwar vorhanden, aber noch zu wenig ausgereift. Solche Lärmsituationen müssen im Einzelfall auf ihre Störwirkung untersucht werden.

Bei einer gesamtheitlichen Betrachtung der Lärmbelastung interessiert neben der Anzahl der von Grenzwert-Überschreitungen betroffenen Menschen auch die Anzahl der einer bestimmten Lärmbelastung ausgesetzten Personen, was auch internationale Vergleiche ermöglicht. Von Bedeutung ist zudem eine regelmässige Beobachtung der gesellschaftlichen Einstellung zu Lärmfragen. Damit lässt sich nachvollziehen, wie die Bevölkerung die Problematik bewertet, wobei auch Veränderungen erfasst werden können.

Da sich die Anzahl der Personen mit einer bestimmten Lärmbelastung nicht direkt aus den Monitoraten der einzelnen Lärmarten ergibt, ist man in der Schweiz auf Schätzungen anhand von Modellberechnungen angewiesen. Entsprechende Zahlen wurden letztmals vor Inkrafttreten der LSV für die grössten Lärmquellen (Strassen und Eisenbahnen) erhoben (Abb. 4.5).

**Abb. 4.5**  
Prozentualer Anteil der von Strassen- und Eisenbahnlärm belasteten Bevölkerung in der Schweiz (Daten von 1985 vor Inkrafttreten der LSV).



Daraus ging hervor, dass mehr als 50% der Bevölkerung tagsüber Strassenlärmbelastungen über der kritischen Grenze von 55dB(A)<sup>26</sup> ausgesetzt waren. Im Fall des Eisenbahnlärms betraf dies über 10% der Bevölkerung. Die WHO gibt als Richtwert für die Lärmbelastung ausserhalb der Wohnung einen Wert von 55dB(A) über einen Zeitraum von 16 Stunden an. Bei Immissionen über dieser Marke muss man mit erheblichen Belästigungen rechnen.

Gemäss der 1998 durchgeführten Umfrage<sup>17</sup> zur subjektiven Lärmbelästigung fühlen sich rund 64% der Schweizer Bevölkerung durch Lärm gestört. Dabei handelt es sich um eine Aussage zur Befindlichkeit, ohne dass konkrete Angaben über die Dauer und Intensität der Lärmbelastung von befragten Personen gemacht werden könnten.

Auch wenn sich die 1985 durchgeführte Abschätzung nicht unbedingt mit den Umfrageergebnissen von 1998 vergleichen lässt, weist sie doch darauf hin, dass die Lärmbelastung seither gesamthaft nicht abgenommen hat. Weil ein genaues Monitoring der Lärmentwicklung in den letzten Jahre fehlt, sind jedoch keine umfassenden und exakten Angaben möglich. Wie die folgenden Überlegungen zeigen, hat sich die Lärmproblematik in den letzten Jahren aber eher verschärft.

Das wesentliche Argument für die vermutete Zunahme der Lärmbelastung ist das starke Ansteigen des Verkehrs. Bedingt durch den logarithmischen Zusammenhang zwischen Fahrzeug-Kilometern und Lärmbelastung nimmt der Lärm dadurch schleichend zu. In der Schweiz betrug die Zunahme der Fahrzeug-Kilometer<sup>2</sup> (Personenverkehr) zwischen 1985 und 1995 im Strassenverkehr 20%, im Schienenverkehr 14% und im Flugverkehr 70%.

Aus den Verkehrszählungen entlang der Nationalstrassen kann man sodann schliessen, dass die Verkehrszunahme nicht gleichmässig über das gesamte Strassennetz erfolgt, sondern vor allem die Hauptverkehrsadern betrifft, was das Lärmproblem dort noch verschärft.

Es wird oft argumentiert, die stetige Senkung der Emissionsgrenzwerte für Fahrzeuge habe in den letzten Jahren zu einer Abnahme der Lärmbelastung geführt. Betrachtet man die Entwicklung der EU-Emissionsgrenzwerte für Strassenfahrzeuge, so lässt sich zwischen 1988/90 bis 1995/96 tatsächlich eine Verschärfung der Geräuschemissionsgrenzwerte feststellen<sup>11</sup> (Personenwagen von 77 auf 74dB(A), Busse von 80 auf 78dB(A) und Lastwagen von 84 auf 80dB(A)).

Dabei ist allerdings zu beachten, dass die Typenprüfbedingungen für Motorfahrzeuge nicht dem realen Verkehrsverhalten entsprechen. Zum einen wird bei einer konstanten Prüfungsgeschwindigkeit von unter 50km/h mehrheitlich das Motorengeräusch gemessen, während im realen Betrieb bei höheren Geschwindigkeiten das Rollgeräusch dominiert. Neben dem durch stärkere Motoren begünstigten «sportlichen» und damit lauterem Fahrstil nimmt mit der Tendenz zur Benützung von breiteren Reifen und schweren Fahrzeugen auch der Rollgeräuschanteil weiter zu. All dies führt dazu, dass die Fahrzeuge im täglichen Verkehrsverhalten trotz sinkenden Emissionsgrenzwerten lauter geworden sind. Entsprechende Messungen der EM-PA bestätigen diesen Befund. Als Folge musste man den Emissionswert des in der Schweiz verwendeten Strassenlärm-Berechnungsmodells um 1dB nach oben anpassen. Für den Bereich Strassenlärm lässt sich deshalb mit Sicherheit folgern, dass sowohl der Fahrzeugpark im realen Betrieb wie auch die Verkehrszunahme zu einer deutlichen Mehrbelastung der Bevölkerung führt. Einen wesentlichen Beitrag zu dieser bedenklichen Entwicklung steuert die Zunahme des Güterverkehrs bei. Der Lastwagen-Verkehr ist überproportional am Strassenverkehrslärm beteiligt, entspricht doch der Lärm eines Lastwagen demjenigen von zirka 10 Personenwagen.

Für Schienenfahrzeuge gibt es noch keine Emissionsgrenzwerte für eine Typenprüfung. Die neueren Reisezugwagen mit Scheibenbremsen sind aber wesentlich leiser als die älteren Modelle mit Gussklotzbremsen. Ein bedeutender Anteil der Lärmbelastung stammt aber von Güterwagen, die nach wie vor mit Gussklotzbremsen ausgerüstet sind. Die Verkehrszunahme hat daher auch beim Schienenverkehr zu mehr Lärm geführt.

Beim Flugverkehr besteht zwar ein klarer Trend zu leiseren Flugzeugen. Die technischen Fortschritte genügen jedoch in der Regel nicht, um den Mehrlärm durch das erfolgte Verkehrswachstum zu kompensieren. Dies hängt auch mit der zunehmenden Konzentration des Mehrverkehrs auf einige wenige Grossflughäfen zusammen. Das beste Beispiel für diese Problematik liefert der Flughafen in Zürich-Kloten. Hier dürfte sich die Situation mittelfristig weiter verschärfen.

Mit Ausnahme der Bahnen, die gegenwärtig ihr Rollmaterial lärmtechnisch sanieren, nimmt der Lärm bei den Verkehrsträgern weiter zu. Dominierende Quelle bleibt der Strassenverkehr, welcher mehrheitlich für die Lärmbelastung im Inland verantwortlich ist.

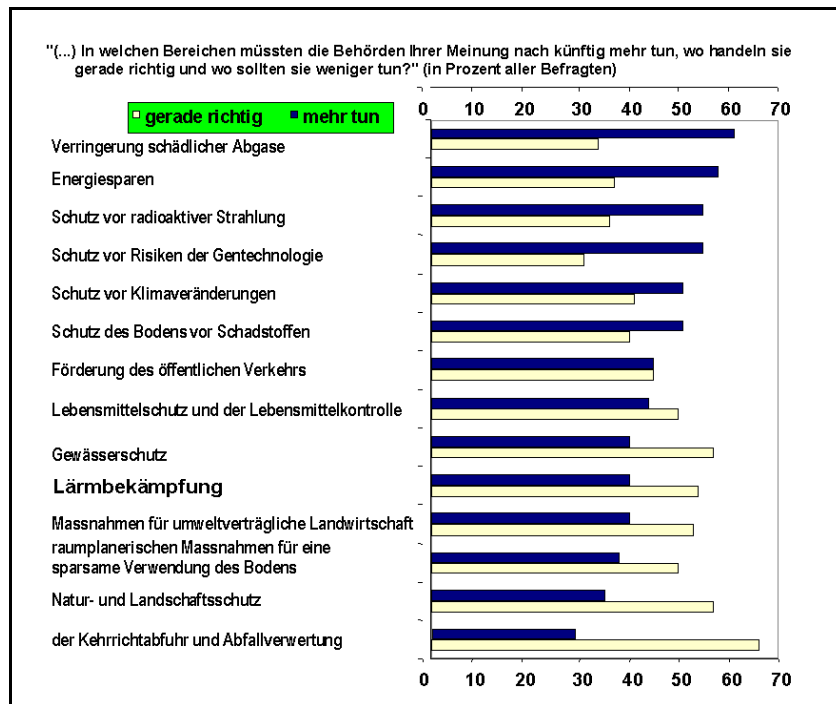
Insgesamt zeichnet sich damit in der Schweiz eine klar zunehmende Lärmbelastung der Siedlungsgebiete und Landschaften ab. Dazu trägt auch der Privatflugverkehr und der Helikopterverkehr bei. Nachteilig wirken sich hier die Ausbreitungsprofile des Schalls, die relativ grosse Bewegungsfreiheit dieser Flugzeugtypen und ihre geringe Flughöhe aus. Auch die geplante Zulassung der als Eco-Light betitelten Leichtflugzeuge, welche mit einer reduzierten Pilotenlizenz und relativ geringem Kostenaufwand geflogen werden können, dürfte die Situation mittelfristig nicht entschärfen.

Der Tendenz zur zunehmenden Beschallung des Landes liegt freilich auch die Entwicklung der Schweiz in Richtung einer Freizeitgesellschaft zugrunde. Damit sind unter anderem viele Freizeitaktivitäten während der Nachtzeit verbunden. Die Nachtruhe gerät zudem durch die

zunehmende Flexibilisierung der Arbeitszeiten sowie aufgrund veränderter Methoden der Güterversorgung unter Druck.

Eine weitere Umfrage<sup>14</sup> aus dem Jahr 1999 (Abb. 4.6) zeigt auf, wie die Bevölkerung die Lärmbekämpfung im Vergleich zu anderen Anliegen des Umweltschutzes gewichtet. Daraus geht hervor, dass vor allem jenen Umwelteinflüssen und Risiken Bedeutung zugemessen wird, von denen nach Ansicht der Allgemeinheit direkte Gefahren für das Leben und die Gesundheit ausgehen. Entsprechend wird auch der Handlungsbedarf eingeschätzt.

**Abb. 4.6**  
Gewichtung der Lärmbekämpfung innerhalb des Umweltschutzes<sup>14</sup>.



So ist es verständlich, dass dem Lärm nach Auffassung der Bevölkerung bei der Beurteilung des Handlungsbedarfs nicht sehr hohe Priorität zukommt. Interessanterweise fordern trotzdem rund 40% der repräsentativ Befragten vermehrten Lärmschutz.

Die für die Schweiz repräsentative Umfrage von Lorenz<sup>17</sup> lieferte noch eine weitere Differenzierung des Stellenwertes verschiedener Lärmarten (Abb. 4.7). So wird der Strassenverkehrslärm subjektiv als grösstes Problem aller möglichen Lärmquellen empfunden. Diese Einschätzung stimmt auch objektiv mit dem Bedarf an Lärmsanierungen überein. Dass der Fluglärm bei den Lärmarten bereits an zweiter Stelle folgt, dürfte auf die aktuelle Thematisierung des Problems im Umkreis der Landesflughäfen zurückzuführen sein.

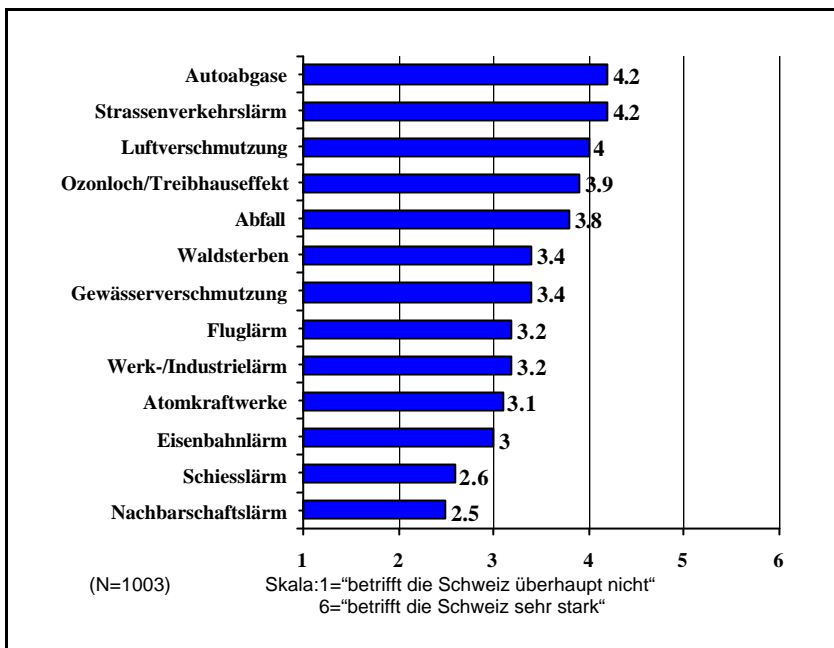


Abb. 4.7

Stellenwert der Lärmproblematik innerhalb des Umweltschutzes, differenziert nach Lärmarten.

Interessant ist auch, dass die Belastung des Strassenverkehrs in der Schweiz als gleich gravierend eingeschätzt wird wie die Autoabgase. Die Befragten erachten das Lärmproblem von Strassen sogar als schlimmer als die allgemeine Luftverschmutzung.

Bei einer Globalbetrachtung der Lärmbelastung lassen sich grundsätzlich drei unterschiedliche Situationen erkennen (Abb. 4.8).

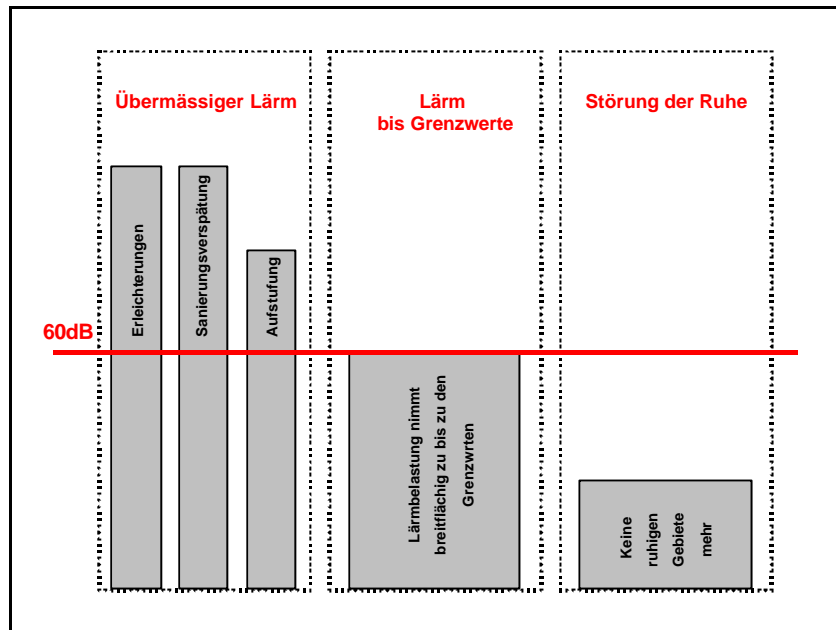
Zum Ersten gibt es Gebiete in der Nähe der Verkehrs-Infrastrukturanlagen mit *deutlich übermässigem Lärm*. Hier liegen die Lärmbelastungen über dem für Wohnzonen festgelegten Grenzwert von 60dB. Ein Grund dafür sind einerseits die Erleichterungen, welche die rechtliche Regelung bei öffentlichen und konzessionierten Anlagen zulässt. Andererseits hängen die Ursachen aber auch mit den Verzögerungen der Sanierungen zusammen, die vor allem im Bereich Strassen und Eisenbahnen nicht innerhalb der ursprünglich vorgesehenen Frist bis 2002 durchgeführt werden können. Ein weiterer Grund liegt in der Einstufung von gemischten Zonen in die Empfindlichkeitsstufe III, obwohl die dort wohnende Bevölkerung grundsätzlich nicht weniger lärmempfindlich ist als in einer reinen Wohnzone (Empfindlichkeitszone II).

Zum Zweiten besteht in Siedlungsgebieten grundsätzlich die Tendenz, dass *die Lärmbelastung grossräumig bis zu den Grenzwerten zunimmt*, ohne dass praktisch viel dagegen unternommen wird. Zwar haben die unter dem IGW liegenden Planungswerte zum Ziel, auch die Belastung durch mehrere Anlagen möglichst unterhalb der IGW zu halten. Doch bereits vier Anlagen mit gleich lauten Emissionen erzeugen zusammen eine Lärmbelastung, die 6dB höher liegt als diejenige einer einzelnen Anlage. Zudem können auch hier Erleichterungen gewährt werden, wenn die Einhaltung der PW für den Anlagebetreiber eine unverhältnismässige Belastung mit sich bringt.

Die Vorsorgeregulierung verpflichtet zwar den Anlagehalter dazu, den Lärm unter die Planungswerte zu reduzieren, wenn dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist. Doch wird diese rechtliche Regelung selten angewendet und man begnügt sich meistens damit, die Planungswerte einzuhalten.

**Abb. 4.8**

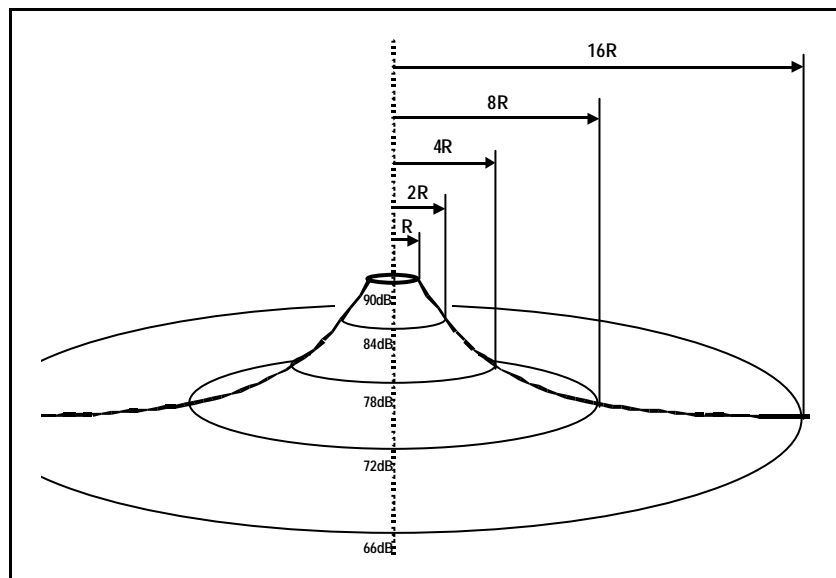
Die drei unterschiedlichen Situationen der Lärmbelastung in der Schweiz. Die Linie von 60dB entspricht dem Immissionsgrenzwert für Wohnzonen (Empfindlichkeitsstufe II).



Zum Dritten kommt es zunehmend zu einer *schleichenden Lärmbelastung* von vormals *ruhigen Gebieten*, insbesondere von ländlichen, siedlungsfreien Erholungs- und Naturgebieten. Zum Teil entstehen die Lärmemissionen direkt in diesen Gebieten, vor allem durch das veränderte Freizeitverhalten der Bevölkerung. Grösstenteils rühren sie aber von den «klassischen» Lärmquellen wie Strassen, Eisenbahnen und Flugzeugen her, welche sich in diesen Gebieten in Form von erhöhtem Hintergrundlärm auswirken. Insbesondere der Flugverkehr (als Beispiel einer Punktquelle, Abb. 4.9) kann wegen der fast ungehinderten Schallausbreitung riesige Gebiete mit Lärm überziehen.

**Abb. 4.9**

Der «Lärmberg» veranschaulicht die Lärmbelastung von grossen Flächen durch eine Punktquelle, z.B. Helikopter im Schwebeflug. Um eine Reduktion des Lärmpegels um 6dB zu erreichen, braucht es eine Verdoppelung des Abstandes.





Der Schutz vor übermässigem Lärm, wie ihn die rechtliche Regelung vorsieht, beinhaltet kein Recht auf Ruhe. Dies führt zu einer Zunahme von relativ tiefen, aber die Erholung trotzdem störenden Lärmbelastungen. Dabei handelt es sich nicht nur um einen Anstieg der Lautstärke, sondern auch um eine räumliche und zeitliche Ausdehnung der Lärmbelastung. Das Prinzip der Grenzwerte ist daher nicht das geeignete Mittel, um etwas dagegen zu unternehmen.

Gesamthaft deuten alle diese Entwicklungen auf eine zunehmende Lärm-Beeinträchtigung unseres Lebensraumes, gegen die sich mit den bestehenden rechtlichen Mitteln nichts ausrichten lässt.

### **Stand der Vorsorge**

Für neue Fahrzeuge bestehen in der Schweiz verbindliche Typenprüfungsverfahren zur Begrenzung der Lärmemissionen. Die Regelungen sind voll EU-kompatibel, bzw. direkt von der EU übernommen. Bei Flugzeugen gelten die Bestimmungen der ICAO, in welcher die Schweiz durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt vertreten ist. Zurzeit fehlt hierzulande noch eine Verordnung zur Typenprüfung und Kennzeichnung von Geräten (Rasenmäher, Baumaschinen, etc.). Aufgrund der internationalen Verflechtung, insbesondere mit der EU, verfügt die Schweiz im Bereich der Zulassungsbedingungen für Fahrzeuge und Flugzeuge sowie Geräte aber über wenig Handlungsspielraum.

Bei der Umsetzung der raumplanerischen Vorsorge besteht ein kaum zu überwindender Konflikt zwischen den Schutzbestrebungen und den Interessen der Anlagebesitzer und der Grundstückbesitzer. Entsprechend stösst der vorsorgliche Lärmschutz auf heftigen Widerstand. Besonders beim Neubau oder Ausbau von öffentlichen oder konzessionierten Anlagen haben die Anliegen des Lärmschutzes im Widerstreit mit den betriebswirtschaftlichen Vorteilen eines Projekts meist einen schweren Stand. Ein gutes Beispiel dafür ist die 5. Ausbautappe des Flughafens Zürich-Kloten, welche massive Überschreitungen der Lärmgrenzwerte mit sich bringt, die aber trotzdem keinen Grund für eine Projektänderung darstellten. Damit wird aber der raumplanerische Spielraum der Gemeinde wesentlich eingeschränkt.

Auch im Bereich der Raumnutzung durch Gebäude entstehen bei der Umsetzung der Vorsorge häufig grosse Widerstände, denn Bauland ist eine knappe Ressource. Verhindert eine übermässige Lärmbelastung die bauliche Nutzung eines Gebietes, so kann dies für den Besitzer einen erheblichen finanziellen Verlust und für die betroffene Gemeinde eine Einschränkung ihrer Siedlungsentwicklung bedeuten. Besonders markant wirkt sich dabei die Lärmbelastung von Flughäfen aus, da dort bauliche und/oder betriebliche Emissionsbeschränkungen kaum anwendbar sind und damit für grosse Gebiete im Umkreis des Flugplatzes ein Baustopp für Wohngebäude resultieren kann.

Bei der Realisierung von Gebäuden mit lärmempfindlichen Räumen kommt die letzte Stufe der Vorsorge zum Tragen, nämlich die Verwendung von gut isolierenden Aussen- und Trennbau teilen. Diese Art der Vorsorge sollte in der Regel problemlos durchzusetzen sein, bildet sie doch wenig Konfliktstoff, da der finanzielle Aufwand für eine gute Schallisolierung nur einen bescheidenen Anteil der Gesamtkosten eines neuen Gebäudes ausmacht und der Nutzen gleichzeitig erheblich ist. Die in der Schweiz massgebende Norm<sup>22</sup> wird zurzeit aktualisiert.

### **Stand der Sanierung**

Der mit Abstand grösste Sanierungsbedarf besteht im Bereich des Strassenlärms. Die Gesamtkosten der anfallenden Sanierungen belaufen sich auf rund 3.4 Milliarden Franken. Davon sind bereits rund 1.2 Mia. ausgegeben worden, d.h. schätzungsweise ein Drittel der Sanierungen ist erfolgt. Die ursprünglich vorgesehene Sanierungsfrist (2002) wird voraussichtlich um einige Jahre verlängert. Betroffen sind vor allem Strassen im Innerortsbereich, bei welchen die Bundesbeiträge zur Sanierung niedriger als bei den Nationalstrassen und den Eidgenössischen Hauptstrassen liegen. Daneben drängen sich aber zusätzliche Massnahmen auf, um die Lärmsanierungen von Strassen zu beschleunigen. Zentrale Gründe für die Verzögerungen sind die hohen Kosten, die schwierige Finanzlage vieler Kantone, aber auch das Fehlen einer nationalen Lärmbekämpfungslobby.

Auch die Lärmsanierung der Eisenbahnen erfolgt mit grosser Verzögerung, was grösstenteils mit finanziellen Gründen zusammenhängt. Die Annahme der FinöV-Vorlage zur Finanzierung des öffentlichen Verkehrs durch das Volk hat die Situation inzwischen deblockiert. Mit der Verabschiedung der entsprechenden rechtlichen Regelung sowie der Kredite durch das Parlament können die Sanierungen beginnen. Vorgesehen ist, die Sanierung des Rollmaterials bis 2009 und die baulichen Massnahmen entlang der Eisenbahnstrecken bis 2015 umzusetzen. Die Kosten der Lärmsanierung belaufen sich auf insgesamt 1.9 Milliarden Franken. Darin nicht enthalten ist das auf dem schweizerischem Schienennetz verkehrende Rollmaterial von ausländischen Bahnunternehmen. Mit einem Anteil<sup>15</sup> von über 75% am Gütertransitverkehr tragen diese Waggons wesentlich zur Lärmbelastung der Bahnen bei.

Die Sanierung der zivilen Regionalflugplätze mit Linienverkehr ist seit längerem im Gang, da entsprechende Grenzwerte bereits mit Inkrafttreten der LSV festgelegt wurden. Es fehlten aber noch die BGW für die Landesflughäfen Basel, Genf und Zürich. Mit der Festlegung der Grenzwerte für alle zivilen Flugplätze im Juni 2001 können jetzt auch die Sanierungsarbeiten bei den grossen Flughäfen anlaufen. Dabei handelt es sich aber praktisch nur um Schallschutz-Massnahmen an bestehenden Gebäuden, da die technischen Verbesserungen weitgehend ausgeschöpft und betriebliche Einschränkungen kaum durchsetzbar sind. Vorgängig sind dazu aber noch die LBK der Landesflughäfen zu erstellen. Nach LSV müssen die Sanierungsarbeiten bis spätestens 2016 – nach den Betriebsreglementen der Flughäfen aber z.T. schon wesentlich früher – abgeschlossen sein. Kostenschätzungen dieser Sanierungen aufgrund des Flugbetriebs von 1997 belaufen sich auf über 300 Mio. Franken.

Im Bereich der Industrie- und Gewerbeanlagen ist der grösste Teil der Sanierungen vollzogen. Bis zum Ablauf der Sanierungsfrist 2002 werden voraussichtlich alle Anlagen saniert sein.

Die Sanierung der zivilen Schiessanlagen kommt zwar voran, ist aber nicht in allen Kantonen gleich weit fortgeschritten. Die voraussichtlichen Kosten für baulichen Sanierungsmassnahmen liegen im Bereich von 90 Mio. Franken. Eine Verlängerung der Sanierungsfrist ist ausgeschlossen.

Bei den militärischen Flugplätzen ist das Sanierungsprogramm angelaufen und wird voraussichtlich bis 2010 abgeschlossen sein. Vergleichbar mit den zivilen Flugplätzen besteht die Sanierung überwiegend aus Schallschutz-Massnahmen an Gebäuden. Die geschätzten Kosten der Lärmsanierung belaufen sich auf rund 24 Mio. Franken, wobei das Erarbeiten der LBK auf 1.5 Mio. Franken zu stehen kam. Durch die vermehrte zivile Nutzung der militärischen

Flugplätze besteht die Gefahr einer Zunahme der Lärmbelastung, was einen zusätzlichen Sanierungsbedarf auslösen könnte.

Die fehlenden BGW für militärische Schiess- und Übungsplätze haben entsprechende Sanierungsarbeiten nicht behindert, da die bereits erlassene Richtlinie die wesentlichen Beurteilungsprinzipien enthält. Ein Abschluss der Arbeiten ist aber erst nach Festlegung der BGW in der LSV möglich. Landesweit betrachtet ist das Lärmproblem in diesem Bereich grundsätzlich nicht von grosser Bedeutung. Entsprechende Sanierungskosten dürften relativ gering ausfallen, da sich der Lärmschutz vor allem mit betrieblichen Massnahmen (zeitliche Beschränkungen, Einsatz von Simulatoren) realisieren lässt.

Die Sanierung einer Lärmsituation im Sinne des USG ist nur möglich, sofern sich der störende Lärm einer Anlage zuordnen lässt. Handelt es sich zum Beispiel um laute Stimmen und Musik aus Wohnungen oder das Zuschlagen von Autotüren in Quartieren, so kann eine Lärmbeugung nur aufgrund der rechtlichen Grundlagen des Nachbarrechts oder der kommunalen Bestimmungen durchgesetzt werden. Treten solche Geräusche aber in Zusammenhang mit dem Betrieb einer Anlage (z.B. Restaurants) auf, gelten sie als Lärm der Anlage und werden gemäss USG und LSV beurteilt.

### **Stand der Koordination und des Controllings**

Die für den Vollzug verantwortlichen Behörden (Bundesämter und Kantone) informieren das BUWAL regelmässig über die Fortschritte der Lärmsanierungen. Die Koordination seitens des BUWAL ist strategischer und konzeptioneller Art und bezweckt einen einheitlichen Vollzug der LSV in der ganzen Schweiz, so dass eine «Unité de doctrine» gewährleistet ist.

Mangels entsprechender Befugnisse hat das BUWAL allerdings keine Möglichkeit, den Vollzug zu beschleunigen oder im Streitfall direkt zu beeinflussen. Erst bei Beschwerden vor Bundesgericht wird die Umweltfachstelle des Bundes um eine Stellungnahme gebeten.

Eine gewisse Steuerungsmöglichkeit besteht aber im Bereich der Strassenlärmsanierungen. Hier beurteilt der Bund die Beitragsberechtigung für Subventionen aus der Mineralölsteuer, indem er die von den Kantonen ausgearbeiteten Sanierungsprogramme prüft. Das BUWAL beurteilt die akustischen Aspekte sowie die Verhältnismässigkeit der Massnahmen, während das ASTRA für die Aspekte des Strassenbaus, der Verkehrstechnik und der Sicherheit zuständig ist. Eine Beschleunigung des Vollzugs steht aber auch hier ausser Frage, da der Bund nur Projekte beurteilen kann, die von den Kantonen eingereicht werden. In diesem Zusammenhang wird auch die geplante Regelung des «Neuen Finanzausgleichs» einen Einfluss haben, da demnach die Beiträge aus Mineralölsteuermitteln für Lärmsanierungen pauschal an die Kantone ausgerichtet werden sollen.

### **Stand der Beratung und Ausbildung der Vollzugsbehörden**

Mit Inkrafttreten der Lärmvorschriften im USG und der LSV hat der Bund die Ausbildung intensiv vorangetrieben, damit sowohl die kantonalen und kommunalen Behörden wie auch die Privatwirtschaft über geeignete Fachleute verfügen. Seit die Sanierungen laufen, hat man diese Aktivität nicht mehr als prioritär erachtet und etwas reduziert. Aus Mangel an personellen Ressourcen beim Bund ist die Ausbildung in den letzten Jahren vermehrt in Zusammenarbeit mit den kantonalen Vollzugsfachleuten (Cercle Bruit) und der Schweizerischen Gesellschaft für Akustik (SGA) durchgeführt worden. 15 Jahre nach Inkrafttreten der LSV zeichnet sich bei den kantonalen Lärmfachstellen indes ein Generationenwechsel ab. Dadurch ergibt sich auch seitens des Bundes wieder ein vermehrter Handlungsbedarf im Bereich der Ausbildung.

### 4.2.3 Anstehende Projekte

Das Lärm-Monitoring (siehe auch Kap. 4.2.2) soll durch die Erarbeitung von detaillierten Lärmplänen für Emissionen wie Immissionen und deren regelmässige Aktualisierung wesentlich verbessert werden. Dabei ist vorgesehen, die quantitative und qualitative Belastung der Bevölkerung genauer auszuweisen als nur bezüglich der Grenzwertüberschreitungen.

Im Bereich der Vorsorge werden die Arbeiten für die Festlegung von Vorschriften zur Typenprüfung von beweglichen Geräten und von Eisenbahnwagen fertiggestellt. Sodann wird die SIA-Norm 181 gegenwärtig den neusten Erkenntnissen der Schallschutztechnik angepasst. Bei den Lärmsanierungen von Strassen sind Massnahmen zur Beschleunigung auszuarbeiten, damit man die Sanierung wenigstens innerhalb der verlängerten Frist abschliessen kann. Entsprechende Vorschläge sind bereits im Rahmen einer Forschungsarbeit skizziert<sup>21</sup>. Daneben ist die Sanierung der Eisenbahnen umzusetzen und die Einhaltung der gesetzten Fristen zu gewährleisten. Im Bereich Koordination und Controlling wird man sich mit der Umsetzung des neuen Finanzausgleichs auseinandersetzen müssen, damit die Vollzugsgleichheit in allen Kantonen gewahrt bleibt.

Künftig gilt es auch, die Ausbildung der kantonalen Vollzugsfachleute wieder durch ein vermehrtes Angebot von Weiterbildungskursen zu fördern.

## 4.3 Flankierende Massnahmen

### 4.3.1 Aufgaben

Die Fachberatung ist eine Dienstleistung im Bereich der flankierenden Massnahmen. Im Gegensatz zur Öffentlichkeitsarbeit handelt es sich um Stellungnahmen aus fachlicher Sicht zu vertieften Themen wissenschaftlicher, technischer, raumplanerischer oder rechtlicher Art rund um die Lärmbekämpfung. Die Fachberatung steht grundsätzlich allen offen, richtet sich aber speziell an Behörden, Gerichte und private Ingenieurbüros.

Zum Aufgabengebiet der flankierenden Massnahmen gehört auch die Öffentlichkeitsarbeit. Sie umfasst das Informieren und Sensibilisieren breiter Bevölkerungskreise in Sachen Lärmproblematik, sei es durch direkte Kontakte und Publikationen sowie Referate an Tagungen.

### 4.3.2 Stand

Das BUWAL als Fachstelle des Bundes nimmt jährlich in über 500 Fällen zu Lärmfragen Stellung. Materiell handelt es sich dabei um Stellungnahmen zu Bundesgerichtsfällen, Umweltverträglichkeitsprüfungen, Plangenehmigungsverfahren, Fachfragen zu Lärmschutz und Raumplanung, parlamentarische Vorstösse und internationale Anfragen. Zusammen mit den kantonalen Fachstellen, welche diese Aufgaben auf kantonaler und kommunaler Stufe wahrnehmen, steht in der Schweiz ein relativ dichtes Netz von Fachstellen zur Verfügung. Daneben wirken die Fachleute aus Bund und Kantonen regelmässig als Referenten an nationalen und internationalen Fachtagungen und Kongressen mit.

Beratungen zu rein akustischen und messtechnischen Problemen werden in der Schweiz einerseits von privaten Ingenieurbüros, andererseits aber auch von der Abteilung Akustik/Lärmbekämpfung der EMPA angeboten. Als zuständige Bundesfachstelle verfügt sie über den Vorteil, neben fachlich unabhängigen Beratungsaufgaben auch den Bereich der Grundlage-

forschung abdecken zu können. Somit stellt sie ein wesentlich breiteres Leistungsangebot zur Verfügung als der private Sektor.

Für eine fachlich fundierte Beratung braucht es entsprechende Experten. Das Angebot der Grund- und Weiterbildung im Bereich Lärm und Akustik fällt in der Schweiz allerdings relativ bescheiden aus, verfügt doch beispielsweise keine Hochschule über einen regulären Lehrstuhl für Akustik. Seit anfangs 1999 laufen überdies Bestrebungen zur Ausgliederung der Fachstelle Lärmbekämpfung aus der EMPA. Dies käme einer Schliessung dieses Bereichs gleich und würde die Beratung und Weiterbildung auf dem Gebiet der Lärmbekämpfung wesentlich schwächen.

Die Aufgabe der Öffentlichkeitsarbeit besteht zum wesentlichen Teil aus Informieren und Beraten von Medien und Bürgern bei Lärmfragen. Neben Druckmedien wie Publikumsbroschüren, Dokumentationen und Merkblättern sowie Referaten im Rahmen von aktuellen Anlässen tritt als Mittel der Kommunikation vermehrt das Internet in den Vordergrund.

Trotz Ausmass und Verbreitung der Lärmproblematik wird diese in der Öffentlichkeit verglichen mit anderen Umweltfragen relativ wenig thematisiert. In diesem Bereich besteht offensichtlich Handlungsbedarf, um die Bevölkerung für das Anliegen einer geringeren Lärmbelastung, bzw. für mehr Ruhe zu sensibilisieren.

### **4.3.3 Anstehende Projekte**

Zurzeit wird die Internet-Plattform des BUWAL so ausgebaut, dass ein vermehrter Anteil der Beratungsarbeiten über dieses Medium abgewickelt werden kann. Es ist dabei vorgesehen, das angebotene Wissen möglichst mit jenem der kantonalen Fachstellen zu vernetzen (Zusammenarbeit mit Cercle Bruit).

Ein wichtiges Ziel ist auch die Förderung der Ausbildung im Bereich Lärmbekämpfung auf Hochschulebene (Universitäten, ETH, Fachhochschulen).

Im Bereich Öffentlichkeitsarbeit sind sodann vermehrt Publikumsbroschüren zu den Themenbereichen Lärm und Schutz der Ruhe vorgesehen, womit die Wahrnehmung der Bevölkerung für diese Umweltbelastung geschärft werden soll.

## **4.4 Die Lärmbekämpfung in der EU**

### **4.4.1 Die Anfänge der Lärmbekämpfung in der EU**

Der EWG-Vertrag von 1957 erwähnte die Umwelt mit keinem Wort. Erst 1972 verabschiedete die damalige Europäische Gemeinschaft das erste Umweltaktionsprogramm der EG, welches unter anderem das Vorsorge- und Verursacherprinzip zum Grundsatz erhob. Im dritten Umweltaktionsprogramm (1982 bis 1986) erscheint der Schutz der menschlichen Gesundheit als zentrale Forderung. So wird hier etwa eine verstärkte Berücksichtigung der Umweltpolitik im Verkehrsbereich verlangt. Allerdings waren solche Aktionsprogramme rechtlich unverbindlich. 1990 erfolgte der Beschluss zur Gründung der Europäischen Umweltagentur. Mit dem Vertrag von Maastricht (1991) hat die Gemeinschaft ihre Kompetenz in Umweltfragen durch die Gründung der EU ausgeweitet.

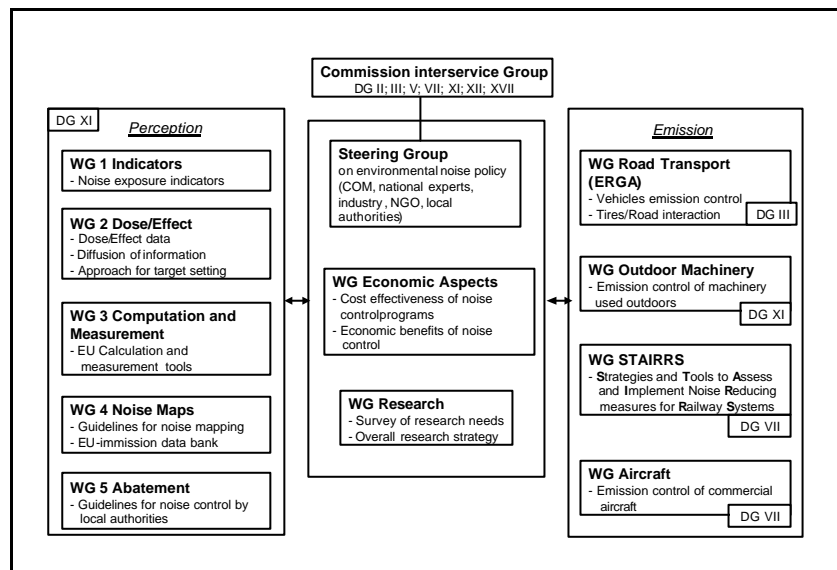
Die Umweltschutzpolitik der Europäischen Gemeinschaft zielt seit jeher primär darauf ab, mittels einheitlicher Vorschriften zur Begrenzung von Emissionen aller Art den gemeinsamen

Binnenmarkt zu fördern. Auch den Lärmvorschriften liegt das Prinzip koordinierter Lärmschutz-Auflagen in den Mitgliedstaaten zugrunde, um auf diesem Weg den freien Warenverkehr innerhalb von Europa zu gewährleisten.

Die Entscheidungsfindung hat sich in der Vergangenheit wiederholt als schwierig erwiesen. Zwar kann der Ministerrat Entscheide in Umweltbelangen seit dem 1.1.1993 nicht mehr nur einstimmig, sondern mit qualifiziertem Mehr fällen. Trotzdem war es den fortschrittlicheren Ländern nicht möglich, ihre hohen Standards durchzusetzen. Als Prinzip der Regelungen bezüglich Rechtsvorschriften und Normen gilt deshalb weiterhin der kleinste gemeinsame Nenner. Übliche Rechtsform ist die in der Zielsetzung verbindliche Richtlinie. Die Wahl der Form und Mittel zur konkreten Umsetzung bleibt jedoch den jeweiligen staatlichen Behörden überlassen. Richtlinien müssen innerhalb von zwei Jahren in nationales Recht überführt werden. Eine Liste der EU-Richtlinien für den Bereich Lärm findet sich in Anhang B.

Im begleitenden Grünbuch «Künftige Lärmschutzpolitik (1996)»<sup>11</sup>, hat die EU-Kommission die Zielsetzung ihrer künftigen Lärmschutzpolitik skizziert. Zur fachlichen Vorbereitung wurden die in der Abbildung (Abb. 4.10) dargestellten Arbeitsgruppen eingesetzt. Das Programm startete offiziell mit der Konferenz «Zukünftige Lärmpolitik in der EU» in Kopenhagen (September 1998). Der Abschluss dieser Bestrebungen zur Vereinheitlichung der Lärmbekämpfung ist für den Herbst 2002 vorgesehen.

**Abb. 4.10**  
Übersicht der verschiedenen Arbeitsgruppen im Bereich der Lärmbekämpfung in der EU<sup>16</sup>.



#### 4.4.2 Das Grünbuch der EU-Kommission von 1996

Das Grünbuch der EU wertet den Lärm als eines der wichtigsten lokalen Umweltprobleme. Als Verursacher steht eindeutig der Verkehr im Vordergrund, mit grossem Abstand folgt der Lärm von Industrie und Freizeitaktivitäten. Die Lärmschutzpolitik scheint indessen eine geringere Priorität als die Sorge um Umweltprobleme wie Luft- oder Wasserverschmutzung zu haben.

Die bisherigen Lärmbekämpfungsmassnahmen der EU setzen bei der Zertifizierung von Fahrzeugen und technischen Verbesserungen an den Lärmquellen an. Eine weitere wichtige Stossrichtung liegt in der Lärmwirkungsforschung. Hier besteht unter anderem ein Interesse

an der Erforschung der Wirkungen von akustischen Mehrfachbelastungen – ein Thema, das auch in der Schweiz bearbeitet wird.

Aufgrund von Studien und Vergleichen wird ein Beurteilungspegel von 65dB als allgemein akzeptabler Grenzwert betrachtet, wobei man jedoch eine Lärmeinwirkung zwischen 55 und 65dB als erhebliche Belastung taxiert. Wie auch in schweizerischen Untersuchungen nachgewiesen, ist die Störfunktion bei gleichem Schallpegel nicht bei allen Lärmarten gleich stark. So weist das Grünbuch explizit darauf hin, dass dem Schienenlärm im Vergleich zum Strassenlärm in einigen Ländern ein Bonus von zirka 5dB zugestanden wird. Über weitere «Privilegierungen» (z.B. des Fluglärms) macht der Bericht keine Aussagen.

Insgesamt rechnet die EU-Kommission mit einer weiterhin untragbar hohen Lärmbelastung, welche sich aufgrund der Verkehrszunahme eher noch verschärfen wird. Ein weiterer Grund für die Zuspitzung der Problematik ist die zeitliche Ausdehnung der Lärmbelastung – unter anderem bedingt durch die «Just in Time»-Produktion, welche erhöhte Anforderungen an die Transportleistungen stellt.

### 4.4.3 Die aktuellen Bestrebungen der EU

Für die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm ist der im Juli 2000 publizierte Vorschlag einer neuen Richtlinie<sup>12</sup> wegweisend. Der Entwurf geht davon aus, dass die Wirkungen der bisherigen Aktivitäten «insgesamt unzulänglich» sind. Da sich für die Kommission klar zeigt, dass politische Inaktivität das Lärmproblem weiter verschärfen würde, schlägt sie eine Reihe von «kohärenten und wirksameren» Ansätzen vor. Diese konzentrieren sich auf den Lärm des Strassenverkehrs, der Eisenbahnen und der Flugzeuge im Umfeld von Flughäfen sowie auf die Emissionen von Industrie- und Gewerbebetrieben.

Die Richtlinie schlägt vor, die Lärmindizes und Bewertungsmethoden für Umgebungslärm zu harmonisieren und Informationen zur Lärmbelastung in Form von Lärmkarten zu erstellen. Aufgrund der Lärmbelastung sind sodann auf lokaler Ebene Aktionspläne auszuarbeiten.

Konkret bedeutet der Vorschlag der Kommission Folgendes:

- $L_{den}$  und  $L_{night}$  sind die beiden künftig zu verwendenden Lärmindizes. Beim  $L_{den}$  handelt es sich um einen Dauerschallpegel, welcher die verschiedenen Tagesperioden (07<sup>00</sup>–19<sup>00</sup> Uhr; 19<sup>00</sup>–23<sup>00</sup> Uhr; 23<sup>00</sup>–07<sup>00</sup> Uhr) unterschiedlich gewichtet. Der  $L_{night}$  ist der unkorrigierte äquivalente Dauerschallpegel, berechnet für eine 8 Stunden-Nacht über den Beurteilungszeitraum eines Jahres. Er scheint besonders zur statistischen Abbildung von Schlafqualität, Schlafunterbrechung und Einschlafproblemen geeignet.
- Für die Erstellung der Lärmkarten besteht ein differenzierter zeitlicher Stufenplan bis zum Jahr 2010. So müssen spätestens 3 Jahre nach Inkrafttreten der Richtlinie die Lärmkarten für grosse Ballungsräume vorliegen. Die Karten haben die aktuelle und voraussichtliche Lärmsituation bezüglich folgender Punkte aufzuzeigen: Lärmindex, Überschreitungen, Grenzwerte, Anzahl und Betroffenheit von Personen, Anzahl Wohnungen, Kosten-Nutzen-Analyse zu Lärmschutzmassnahmen oder –szenarios usw.. Alle 5 Jahre sind die Lärmkarten neu zu erstellen. Für die Lärmkartensoftware bestehen Mindestanforderungen. Für die Erstellung von Lärmkarten in Grenzgebieten ist eine Zusammenarbeit vorgesehen, was auch für die Schweiz von Bedeutung ist.
- Die Lärmkarten bilden die Grundlage der Aktionspläne. Spätestens Ende 2005 müssen diese für sämtliche Hauptverkehrsstrassen, Haupteisenbahnstrecken, Grossflughäfen und Ballungsräume mit mehr als 250'000 Einwohnern vorliegen. Für Ballungsräume mit

100'000 Einwohnern gilt das Stichdatum 31.12. 2010. Auch die Aktionspläne sind jeweils nach 5 Jahren neu zu erstellen.

- Lärmkarten und Aktionspläne sind spätestens zwei Monate nach ihrer Genehmigung im Internet oder auf anderen Kanälen online verfügbar zu machen.

Der neue Richtlinienentwurf rüttelt nicht an den Zuständigkeiten der einzelnen Staaten. So ist es im Bereich des Schutzes vor Umgebungslärm Sache der EU, gemeinsame Indizes, Berechnungs- und Messmethoden einzuführen, die EU-weite Überwachung der Lärmbelastung vorzunehmen und Strategien zur Verbesserung der Lage, des Informationsaustauschs sowie der Rechtsvorschriften zu entwickeln. Was Grenzwerte, Lärmkarten, die Information der Öffentlichkeit etc. betrifft, sieht die EU lediglich Mindestanforderungen, Leitlinien oder allgemeine Ziele vor. Auf dieser Grundlage entwickeln die Mitgliedstaaten ihre eigenen Methoden und Ansätze zur Lärmbekämpfung.

### 4.4.4 Anstehende Projekte

Obwohl unser Land im internationalen Vergleich bisher in vielen Bereichen der Lärmbekämpfung führend ist, wird die gegenwärtige Entwicklung in der EU auch für die Schweiz Konsequenzen haben. Ungeachtet eines möglichen Beitritts der Schweiz zur EU ist eine Harmonisierung der Lärmbekämpfung zu prüfen. Diese drängt sich einerseits auf der Emissionsseite (Typenprüfungen von Lärmemissionen von Fahrzeugen) aufgrund des Bundesgesetzes zur Beseitigung von technischen Handelshemmnissen auf. Zum andern profitiert die Lärmbekämpfung in der Schweiz aber auch von den Synergien, welche sich aus einer Zusammenarbeit mit der EU ergeben. Obwohl der Lärm in den meisten Fällen als lokales Problem auftritt, hat er doch im Wesentlichen globale Ursachen (z.B. Durchgangs- Transit- und Luftverkehr) Angesichts der heutigen politischen und wirtschaftlichen Verflechtungen mit dem Ausland erscheint ein nationaler Alleingang bei der Festlegung von Emissionsbeschränkungen für den Verkehr als wichtigstem Lärmverursacher weitgehend illusorisch.

Als Nichtmitglied der EU kann sich die Schweiz derzeit nur begrenzt aktiv an den europäischen Arbeiten beteiligen. Trotzdem besteht eine Zusammenarbeit bei den Normierungen (ECE, VDI, DIN) und bei der Untersuchung von Gesundheitsauswirkungen (WHO). Daneben findet auch ein regelmässiger Informationsaustausch mit ausländischen Forschungs- und Fachstellen statt. Dies entbindet die Schweiz jedoch nicht von der Aufgabe, ihre Lärmbekämpfung vermehrt mit der EU zu koordinieren. Insbesondere drängt sich im Rahmen künftiger Projekte folgender Handlungsbedarf auf:

- Prüfung der Konsequenzen der EU-Politik auf Inhalt und Vollzug der LSV.
- Koordination und Anpassung der Methoden zur Grundlagenbeschaffung zwischen der EU und der Schweiz.
- Möglichst weitgehende Partizipation an der europäischen Integration der Lärmbekämpfung (Wissenschaft, Recht, Vollzug, Information, etc.).
- Zusammenarbeit in Grenzregionen bei der Erstellung von Lärmkarten und Aktionsplänen.

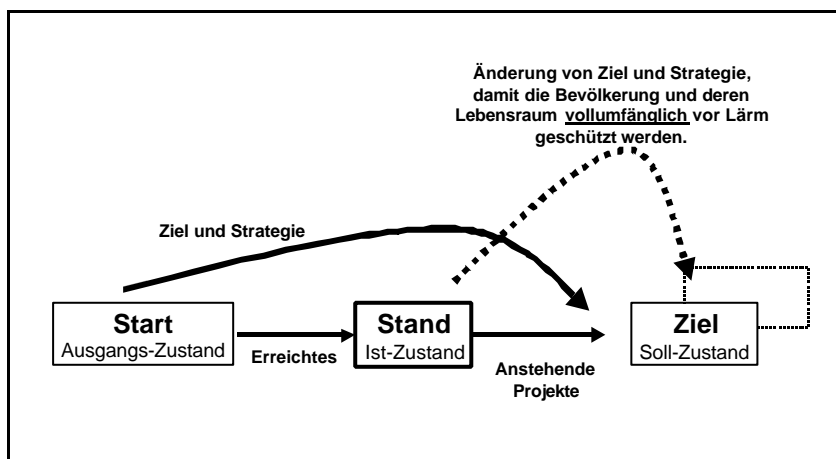


## 5 Kritische Betrachtung von Ziel und Strategie

Die gesetzlichen Vorschriften bezwecken den «Schutz des Menschen vor schädlichen oder lästigen Einwirkungen von Lärm». Um dieses Ziel zu erreichen, haben sich die Behörden in den Bereichen «Grundlagen», «Umsetzung» und «Flankierende Massnahmen» konkrete Aufgaben vorgenommen. Man hoffte darauf, diese optimal erfüllen zu können und die Lärmprobleme damit in den Griff zu bekommen.

Aufgrund des Stands der Lärmbekämpfung (Kap. 4) ist nun aber zu erkennen, dass man zwar einiges erreicht hat. Das Ziel ist aber noch längst nicht erfüllt, weil nach wie vor grosse Teile der Bevölkerung erheblichen Lärmbelastungen ausgesetzt sind. Es erstaunt deshalb nicht, dass viele Menschen mit der gegenwärtigen Lärmbekämpfung unzufrieden sind, erleben sie doch, dass die rechtlichen Regelungen sie nicht ausreichend vor Lärm schützen. Somit steht der Vorwurf im Raum, die im USG und der LSV festgelegte Strategie der Lärmbekämpfung sei unzureichend oder die Zielsetzung trage den Bedürfnissen der Bevölkerung nicht genügend Rechnung.

Aufgrund des bisher Erreichten lässt sich bereits heute abschätzen, dass auch nach Umsetzung aller anstehenden Projekte das Ziel der Lärmbekämpfung nur teilweise erreicht wird (Abb. 5.1). Die Probleme hängen eng mit dem begrenzten Ziel und den Randbedingungen der Strategie zusammen, welche die Lärmbekämpfung so limitieren, dass ein vollumfänglicher Schutz der Bevölkerung und deren Lebensraum nicht möglich ist. Es drängt sich daher auf, das Ziel und die Strategie der Lärmbekämpfung neu zu überdenken.



**Abb. 5.1**

Neben der Umsetzung der anstehenden Projekte ist für einen besseren Schutz der Bevölkerung und deren Lebensraum auch ein Überdenken des Ziels und der Strategie notwendig.

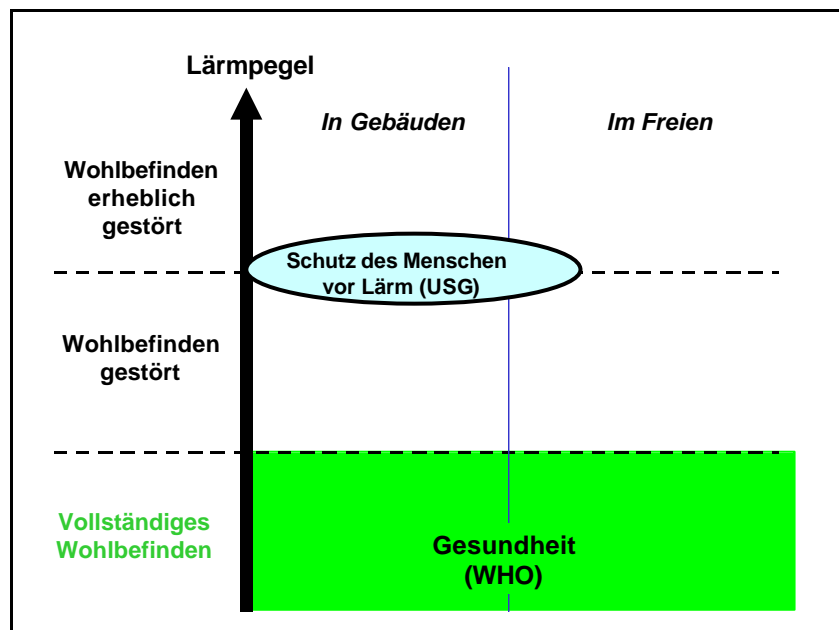
In den folgenden Kapiteln werden nun das Ziel und die sechs Prinzipien der Strategie (siehe Kap. 3) untersucht, um deren Stärken und Schwächen zu analysieren und neue Ideen für eine effektivere und effizientere Lärmbekämpfung zu gewinnen.

## 5.1 Zieluntersuchung

Ziel der Lärmbekämpfung ist der «Schutz vor schädlichen oder lästigen Einwirkungen, damit nach dem Stand der Wissenschaft oder der Erfahrung verbleibende Immissionen die Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden nicht erheblich stören»<sup>23</sup>. Diese Formulierung bezieht sich hauptsächlich auf den psycho-sozialen Aspekt der Gesundheit, wobei damit implizit körperliche Beeinträchtigungen eingeschlossen sind.

Vergleicht man den Begriff des «wesentlich gestörten Wohlbefindens» mit dem Gesundheitsbegriff der WHO (siehe Kap. 2.2.1), so stellt man weiter fest, dass ein «Zustand völligen körperlichen, seelischen und sozialen Wohlbefindens» grössere Anforderungen stellt als die Vorgaben des USG. Zwischen den Begriffen «vollständiges Wohlbefinden» und «Wohlbefinden erheblich gestört» liegt ein Graubereich, in welchem das «Wohlbefinden der Bevölkerung gestört» ist. Nach Auslegung der WHO kommt dies bereits einer Einschränkung der Gesundheit gleich.

**Abb. 5.2**  
Unterschied zwischen dem Schutzgedanken des USG und dem Gesundheitsbegriff der WHO.



Darüber hinaus ist die Grenze der Zumutbarkeit gemäss den festgelegten BGW nicht sehr scharf definiert, da sich bei Lärmbelastungen um den IGW immerhin noch 15 bis 25% der Bevölkerung stark gestört fühlen. (siehe Kap. 5.2.1 Beurteilungsprinzip und auch Anhang A, Festlegung von BGW). Demnach lässt sich eine Beeinträchtigung des Wohlbefindens und damit der Gesundheit grosser Teile der Bevölkerung selbst dann nicht ausschliessen, wenn die Bedingungen des USG eingehalten werden.

Ein gewichtiges Problem zeigt sich sodann beim Schutzgedanken, wie ihn USG und LSV verstehen. Dieser konzentriert sich schwergewichtig auf Gebäude mit lärmempfindlichen Räumen und vernachlässigt damit den wichtigen Lebensbereich ausserhalb der Häuser. Zwar ist der Lärmschutz als wichtige Komponente zum Schutz der Landschaft erkannt<sup>4,10</sup>. Doch haben die Schwächen der LSV in der Praxis zur Folge, dass sich der Schutzgedanke vielerorts auf den Einbau von Schallschutzfenstern und damit auf das «Einbunkern» der Menschen beschränkt. Der Lärmbekämpfung fehlen also die notwendigen Werkzeuge, um ruhige Gebiete

zu erhalten oder lärmige Zonen wieder grossräumig in eine natürliche Klanglandschaft (Soundscape) zurückzuführen. Im weit verbreiteten Wunsch der Bevölkerung nach einem ruhigeren Alltag manifestiert sich auch das Bedürfnis nach einer harmonischen, natürlichen Klangumgebung. Eine vermeintlich «geschützte» Landschaft, – und darin eingeschlossen sind auch siedlungsnahe Erholungsgebiete wie Gärten, Parks und Freizeitanlagen - in der pausenlos Motorfahrzeuge oder Jets dröhnen, kann diesen Ansprüchen nicht genügen, sondern wird durch den Lärm entwertet.

Als Lösung drängt sich daher eine Ergänzung der Zielsetzung auf. Die Lärmbekämpfung muss sich neben dem **vollständigen Schutz des Menschen** künftig auch dem **Schutz ganzer Gebiete** widmen, um der Bevölkerung so eine intakte natürliche Lebensgrundlage sicherzustellen.

## 5.2 Strategieuntersuchung

### 5.2.1 Beurteilungsprinzip

Bei der Beurteilung einer Lärmbelastung bestehen grundsätzlich zwei Probleme:

Zum einen ist die Lärmempfindung nicht allein aufgrund der physikalischen Eigenschaften des Schalls beschreibbar, d.h. die Empfindung wird durch moderierende Faktoren beeinflusst (siehe Kap. 2.2), wobei dieser Effekt mit zunehmendem Schallpegel abnimmt. Dies hat den Nachteil, dass den Lärmverursachern oft nur ein Teil ihrer «Schuld» zugewiesen werden kann. Dadurch wird die Störimpfindung relativiert, womit eine Tendenz zur Untertreibung besteht. Der Beweis der Kausalität zwischen Lärmemission und Lärmbelästigung (Dosis-Wirkung) ist erst bei hohem Schallpegel eindeutiger, obwohl sich viele Personen schon bei wesentlich tieferen Pegeln gestört fühlen.

Zum zweiten sind die Fluktuationszeiten der Belastung beim Lärm, bzw. Schall extrem kurzzeitig. Während etwa Bodenverunreinigungen über Jahrzehnte bis Jahrhunderte relativ konstant bleiben und Belastungen der Luft nur in Zeiträumen von Stunden oder Tagen ändern, schwanken Lärmbelastungen im Sekunden-Bereich, was eine Beurteilung wesentlich erschwert.

Das Problem der Pegelfluktuationszeit versucht man durch eine energetische Mittelung des Schallpegels zu lösen. Damit wird zwar das Mass einfacher berechenbar und grundsätzlich handlicher als eine Beschreibung des zeitlichen Verlaufs des Schallpegels. Gleichzeitig werden durch die Mittelung aber die Spitzenwerte geglättet und die zusätzlich störenden Charakteristiken eines schwankenden Pegels nicht berücksichtigt. Diesem Problem versucht man durch eine zusätzliche Gewichtung des Mittelungspegels abzuweichen, indem je nach Auftreten von spezifischen Eigenheiten des Schalls wie Tonhaltigkeit, Impulshaltigkeit, etc. eine Konstante  $K$  addiert wird, was zum Beurteilungspegel  $L_r = L_{eq} + K$  führt.

Dieses Verfahren lässt sich aber nur auf Lärmarten anwenden, die einigermassen kontinuierlich auftreten. Im Fall von Lärm, bei dem die moderierenden Faktoren (Stimmen, Musik, etc.) einen grösseren Einfluss haben, versagt das System jedoch. Bis heute fehlt denn auch eine ganzheitliche, konkrete Lösung für die einheitliche Beurteilung solcher Lärmarten.

Ein Problem ergibt sich aus der Einzelbeurteilung der verschiedenen Lärmarten, weil die Wirkung von mehreren gleichzeitig vorhandenen Lärmarten damit nicht berücksichtigt wird. Dies führt auch zu einer Aufsplitterung des Widerstands der durch Lärm betroffenen Bevölkerung.

So gibt es wohl Gruppen, die sich lokal gegen einzelne Lärmarten zur Wehr setzen, aber keine politisch schlagkräftige «überregionale Lobby», welche sich um die Lärmproblematik als Ganzes kümmern würde.

Ein weiterer Schwachpunkt im Prinzip der gegenwärtigen Beurteilung von Lärmbelastungen liegt in der Abhängigkeit der BGW von den Nutzungszonen. So stehen grundsätzlich wirtschaftliche Überlegungen im Vordergrund, wenn in Gemischten Zonen (ES III) weniger strenge BGW gelten als in reinen Wohnzonen (ES II). Dies obwohl Menschen in Wohnhäusern der ES III gleich lärmempfindlich reagieren wie diejenigen in reinen Wohngebieten (ES II). Ähnliche Überlegungen dürften bei der sehr zurückhaltenden Festlegung von Nutzungszonen der ES I eine Rolle spielen, was dazu führt, dass Gebiete mit ES I in der Schweiz nur sehr selten vorkommen.

Die Beurteilung der Lärmbelastung aufgrund von Grenzwerten birgt auch die Gefahr, dass dieses System auf alle Lärmarten angewandt wird, obwohl man damit in etlichen Fällen (Stimmen, Musik, etc.) zu kurz greift. Solche Lärmsituationen werden daher vermehrt direkt qualitativ mittels Tonaufnahmen auf ihre Lästigkeit beurteilt. Daneben lässt sich – wie in Kap. 4.2.2 (Monitoring) erwähnt wurde – mit Grenzwerten nichts gegen die schleichende Lärmbelastung von ruhigen Landschaftsgebieten ausrichten, selbst wenn diese bis an die Grenzwerte heranreicht. Es drängt sich daher die Suche nach zusätzlichen Konzepten auf, um ruhige Gebiete vor Lärm zu schützen. Vor allem in Siedlungsgebieten, aber auch in ländlicher Umgebung stellt sich sodann die Frage, inwieweit die herkömmliche pegelbegrenzende Lärmbekämpfung mit einer aktiveren Gestaltung der akustischen Landschaft ergänzt werden soll. Bei dieser als Soundscape benannten Methode wird versucht, die für die Lärmempfindung ausschlaggebenden moderierenden Faktoren (siehe Kap. 2.2) so zu verändern, dass der vorhandene Schall als natürliche Klanglandschaft empfunden wird. (Zum Beispiel werden natürlich wirkende oder durchsichtige Lärmschutzwände als wirkungsvoller eingestuft als reine Betonwände.)

### **5.2.2 Quellenprinzip**

Das Vorgehen, mit den Massnahmen prioritär an der Quelle anzusetzen, ist eine notwendige Voraussetzung, um ganze Gebiete von akustischen Verschmutzungen freizuhalten.

Die rechtliche Definition des Begriffs «Massnahme an der Quelle» in der LSV ist allerdings nicht unproblematisch. Eine Verkehrs- oder Geschwindigkeitsreduktion führt effektiv zu einer Reduktion der Emissionen, während eine Schallschutzwand ab einer bestimmten Distanz von der Strasse nur eine begrenzte Wirkung für bodennahe Bereiche zeigt. Dennoch wird hier rechtlich keine Unterscheidung gemacht, trotz der grundsätzlich grösseren Wirksamkeit der quellennahen Massnahme.

Ein weiterer Schwachpunkt des Prinzips besteht darin, dass die Abstufung der Massnahmen (prioritär an Quelle oder Ausbreitungsweg, Ersatzmassnahme am Einwirkungsort) mit Ausnahme der «wirtschaftlichen Tragbarkeit» und «Verhältnismässigkeit» keine weiteren Kriterien nennt, nach welchen eine Massnahme an der Quelle oder am Einwirkungsort abgewogen werden soll. Fällt die Entscheidung zugunsten von Schallschutz-Massnahmen an den Gebäuden der betroffenen Personen aus, was in der Regel günstiger zu stehen kommt, so sind ausser der Kostenübernahme keine weiteren Massnahmen vorgesehen. Die Kostenreihenfolge (hohe Kosten für Massnahmen an der Quelle, tiefere für solche am Einwirkungsort) wirkt also dem Quellenprinzip – Priorisierung der Massnahmen von der Quelle zum Einwirkungsort – diametral entgegen.

### 5.2.3 Vorsorgeprinzip

Die Vorsorge hat zum Ziel, künftige Lärmprobleme zu verhindern und damit die zunehmende Verlärmung zu stoppen. Dazu wurden auf Seite der Lärmverursacher Vorschriften eingeführt, welche die wichtigsten Bereiche abdecken (Typenprüfung für Strassenfahrzeuge, PW beim Bau von Anlagen). Auf der Immissionsseite hat der Bund zum Schutz der Lärmbetroffenen Vorschriften für das Ausscheiden, Erschliessen und Bebauen von Bauzonen eingeführt sowie Normen für den Schallschutz von Trennbauteilen bei Neubauten.

Trotz diesen Vorschriften bestehen noch Lücken in der Vorsorge. Neben ausstehenden Regelungen für in Betrieb stehende Schienenfahrzeuge und beweglichen Geräte (Rasenmäher, Baumaschinen, etc.) sind die festgelegten Messmethoden in den Fahrzeug-Typenprüfungen nur teilweise mit realen Bedingungen vergleichbar. Auch haben wirtschaftliche Überlegungen bei der Vorsorge zu Einschränkungen geführt. Dies wird in der allgemeinen Vorschrift deutlich, wonach Lärmemissionen soweit zu beschränken sind, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist. Insbesondere in der raumplanerischen Vorsorge (PW für neue Anlagen) durchlöchern die möglichen Erleichterungen das Vorsorgeprinzip, wenn öffentliches und damit vor allem betriebswirtschaftliches Interesse geltend gemacht wird. Beim Bau privater Neuanlagen haben gewährte Erleichterungen im Bereich zwischen PW und IGW keine Lärmschutz-Auflagen zur Folge – nicht einmal den Einbau von Schallschutzfenstern. Nur wenn die Erleichterungen beim Bau von öffentlichen oder konzessionierten Neuanlagen über den IGW hinausgehen, so muss der Lärmverursacher die Kosten für Schallschutz-Massnahmen übernehmen. Daneben bestehen keine weiteren Auflagen. Im Gegensatz dazu sind die Vorschriften für das Ausscheiden, Erschliessen und Bebauen von Bauzonen in lärmigen Gebieten wesentlich strikter. Zwar sind auch hier Ausnahmen möglich, doch gehen diese nicht soweit wie jene beim Bau von Anlagen. Die strikte Handhabung der Ausnahmeregelung bestraft im Klartext eigentlich mehr die Grundbesitzer (Bauverbot) und die Gemeinden (Hinderung der Siedlungsentwicklung) als die Lärmverursacher. Sodann erschwert die praktizierte Anwendung der LSV-Bestimmungen häufig die komplette Überbauung von erschlossenen Bauzonen, was die Statistik der Baulandreserven verfälscht und den unerwünschten Baudruck auf nicht überbaute Zonen verstärkt. Insgesamt wird die Lärmproblematik in den Sach- und Richtplänen ungenügend berücksichtigt, was einer Vernachlässigung der raumplanerischen Vorsorge gleichkommt, wie das Beispiel des Flughafens in Zürich-Kloten zeigt.

### 5.2.4 Sanierungsprinzip

Das Sanierungsprinzip zielt auf die Eliminierung von bestehenden Lärmproblemen ab und ist eine notwendige Voraussetzung, um die zunehmende Lärmentwicklung nicht nur zu stoppen, sondern rückgängig zu machen.

Die Wirkung des Sanierungsprinzips wird durch die festgelegten Rahmenbedingungen aber stark eingeschränkt. Diese hat man vorwiegend aus betriebswirtschaftlichen Überlegungen eingeführt, obwohl die Investitionen für Lärmschutzmassnahmen ebenfalls der Volkswirtschaft zugute kommen und Arbeitsplätze schaffen.

Gemäss den geltenden Bestimmungen müssen Lärmsanierungen durchgeführt werden, wenn sie wirtschaftlich tragbar und verhältnismässig sind, ansonsten können die Verursacher Erleichterungen verlangen. Solange betriebswirtschaftliche Interessen aber stärker gewichtet werden, lässt sich der Schutz vor Lärm nur bedingt durchsetzen.

Bei der Gewährung von Erleichterungen besteht zudem eine Ungleichbehandlung. So können diese bei öffentlichen und konzessionierten Anlagen weiter gehen als bei privaten, obwohl erstere (Strassen, Eisenbahnen, Flugplätze) für den grössten Teil der Lärmbelastung verantwortlich sind.

Wer als Lärmverursacher Lärmbelastungen zwischen IGW und AW nicht saniert, hat zudem nach Umweltrecht mit keinerlei Kostenfolgen zu rechnen, da Lärmschutzfenster erst bei Alarmwert-Überschreitungen zu bezahlen sind. Nur wenn eine öffentliche oder konzessionierte Anlage wesentlich geändert wird, besteht seitens der Bevölkerung ein Recht auf Schallschutz-Massnahmen bei Überschreitung der IGW. Daneben werden meistens keine weiteren Massnahmen ergriffen (z.B. zeitliche Limitierung der Erleichterungen, Entschädigungen an die Betroffenen, etc.). Auch Verspätungen der Sanierungen haben bisher nur zu Fristverlängerungen geführt, ohne irgendwelche Sanktionen nach sich zu ziehen. Bezüglich den Sanierungsfristen stellt sich sodann auch die Frage, inwiefern die Sanierung nicht eine Daueraufgabe ist, da sich einmal ergriffene Lärmschutzmassnahmen wegen Verkehrsverlagerungen, zunehmendem Verkehr etc. langfristig als ungenügend herausstellen können.

Die Auflage, bei baulichen Massnahmen auch die Anliegen des Ortsbild-, Natur- und Landschaftsschutzes angemessen zu berücksichtigen, führt zu weiteren Einschränkungen des Lärmschutzes bei der Ausführung von Sanierungen. Hier handelt es sich um einen typischen Interessenkonflikt, in dem diese Anliegen gegen die Interessen des Lärmschutzes abzuwägen sind.

### **5.2.5 Verursacherprinzip**

Das Verursacherprinzip besagt grundsätzlich, dass die mit der Vermeidung, Beseitigung oder Duldung von Umweltbelastungen verbundenen Kosten nicht von den Betroffenen bzw. von der Allgemeinheit, sondern vom Verursacher zu tragen sind. Deshalb soll die Rechtsordnung die durch eine umweltbelastende Tätigkeit entstehenden externen Kosten internalisieren (Abwälzung auf den Verursacher). Diese Forderung ist sowohl ökonomisch wie ökologisch begründet. Das im USG festgelegte Verursacherprinzip entspricht aber einer engen Auslegung dieses Grundsatzes, da dem Verursacher nur die Kosten der Massnahmen auferlegt werden, die nach dem Gesetz ergriffen werden müssen.

Aufgrund der rechtlichen Regelung wird das Verursacherprinzip daher nur im Bereich der Kosten für Massnahmen im Lärmschutz umgesetzt. Bei privaten Anlagen bezahlt der Inhaber die entsprechenden Kosten. Bei öffentlichen Anlagen sollten Bund, Kantone und Gemeinden als Inhaber für die jeweiligen Lärmkosten aufkommen. Die Behörden können ihre Aufwendungen wiederum auf die Benutzer der Anlagen abwälzen, wie dies zum Teil bei der Lärmsanierung von Strassen geschieht. Der Bund bezahlt hier einen Anteil der Kosten, wobei er diese Beträge aus den Mineralölsteuermitteln finanziert. Auch bei den Eisenbahnen ist es der Bund, der die Kosten der Lärmsanierung übernimmt. Bei den grossen konzessionierten Flugplätzen Zürich und Genf werden die Massnahmen teilweise durch spezielle Landegebühren für lärmige Flugzeuge finanziert.

Das Verursacherprinzip wird teilweise durchbrochen. Bei Kosten, welche durch das Bauen in lärmbelasteten Gebieten entstehen, kommt es beispielsweise nicht zum Tragen. Sind etwa bei einem Neubau die lärmempfindlichen Räume auf der Lärm abgewandten Seite anzuordnen oder bauliche oder gestalterische Massnahmen zu ergreifen, so muss der Grundeigentümer und nicht der Lärmverursacher für die allenfalls resultierenden Mehrkosten aufkommen.

Die geltende rechtlichen Grundlagen berücksichtigen zurzeit auch keine Deckung der sogenannten «externen Lärmkosten», wie sie z.B. durch Gesundheitsprobleme der betroffenen Bevölkerung anfallen. Ebenfalls nicht erfasst sind Wertverminderungen von Liegenschaften durch Lärmimmissionen. Diese können aber im Einzelfall gestützt auf andere rechtliche Grundlagen (Enteignungsrecht) gerichtlich eingeklagt werden, was – wie Abschätzungen für die Landesflughäfen ergaben<sup>3</sup> – zu bedeutenden Kosten führen kann.

Eine Abwälzung der externen Kosten auf die Lärmverursacher wird im Einzelfall freilich auch dadurch stark erschwert, dass grundsätzlich nur globale Kostenschätzungen vorliegen. Wie soll man beispielsweise im konkreten Fall die Gesundheitskosten ermitteln? Erste Schritte zur Integration der Lärmproblematik im Rahmen von Ökobilanzen sind zwar bereits erfolgt<sup>19</sup>, aber für eine Anwendung noch zuwenig fortgeschritten. In Zusammenhang mit gesundheitlichen Auswirkungen von Lärm – und darin eingeschlossen sind auch Belästigungen – stellt sich auch die Frage nach den Methoden, gesundheitliche Beeinträchtigungen zu monetarisieren und finanziell abzugelten.

### 5.2.6 Kooperationsprinzip

Die Bekämpfung des Umweltlärms in der Schweiz ist dezentral aufgebaut, mit einer Umweltfachstelle im BUWAL und mehreren Fachstellen mit Vollzugsaufgaben beim Bund und den Kantonen. Diese Organisationsform entspricht einerseits der politischen Organisation der Schweiz, andererseits fördert sie die Partizipation und Zusammenarbeit der verschiedenen Akteure, was dank Synergien zu Einsparungen in der Umsetzung führt. Daneben beschäftigen sich aber auch weitere Behörden mit spezifischen Bereichen der Lärmbekämpfung (siehe dazu Kap. 2.3).

Das integrale Einbeziehen möglichst vieler Akteure führt jedoch zu einem erhöhten Koordinationsaufwand, und es besteht die Tendenz zur Fragmentierung und Verzettelung der Lärmbekämpfung. Vor allem bei Verkehrsinfrastrukturanlagen sehen sich die Vollzugsbehörden zudem mit widersprüchlichen Auftragsvorgaben konfrontiert. So sollen sie einerseits den Verkehr fördern, im Interesse der Lärmbegrenzung andererseits aber auch betriebliche Massnahmen mit eventuellen Verkehrseinschränkungen verordnen. Als Folge davon erfolgt die notwendige Interessenabwägung nicht immer offen und objektiv, das heisst die Interessen des Lärmschutzes werden unter Umständen vorzeitig zu Gunsten der Verkehrsförderung aufgegeben.

Eine weitere Fragmentierung ergibt sich durch die vielen Berührungspunkte der Lärmbekämpfung mit verschiedensten Bereichen. Optimale Lösungen erfordern ein stark interdisziplinäres Arbeiten, was in der Praxis nicht immer funktioniert. Lärmbekämpfungsmassnahmen werden daher zu oft unter rein akustischen Aspekten getroffen, obwohl eine ganzheitliche Betrachtung zu besseren Lösungen führen könnte.

Durch die separate Beurteilung und Bekämpfung der einzelnen Lärmarten (z.B. Strassenlärm durch lokale Behörden, Eisenbahnlärm durch den Bund) werden auf institutioneller Ebene auch die Anliegen der Lärmgeplagten fragmentiert. Dies ist mit ein Grund, weshalb sich die Anwohner einer Schiessanlage kaum für die Lärmprobleme in der Umgebung eines Rangierbahnhofs interessieren. Das politische Gewicht der lärm betroffenen Bevölkerung wird damit erheblich reduziert. Die grossflächige Lärmausbreitung durch den Flugverkehr schafft etwas mehr Gerechtigkeit, was in den vom Fluglärm betroffenen Regionen zu einer schichtunabhängigen Solidarisierung führt. In solchen Gegenden leisten häufig begüterte Liegenschaftsbesitzer

zer den grössten Widerstand gegen den Lärm, weil sie unter anderem den Wertverlust ihrer Grundstücke befürchten.

Vor diesem Hintergrund werden auch die politischen Bemühungen<sup>24</sup> verständlich, den ETH-Rat in seinen Bestrebungen zur Ausgliederung der Lärmbekämpfung aus dem Aufgabenbereich der EMPA zu bremsen.

Hürden in der Zusammenarbeit treten auch zwischen Bund und Kantonen auf. Dabei besteht unter den Fachbehörden oder den politischen Behörden in der Regel Einigkeit. Gegensätze können aber zwischen Fachstellen und politischen Behörden auftreten, was im wesentlichen die Interessenkonflikte zwischen den Umweltschutzauflagen und den wirtschaftlichen Nutzungsinteressen bestimmter Aktivitäten widerspiegelt.



## 6 Perspektiven in der Lärmbekämpfung

### 6.1 Zusammenfassung der Untersuchung

Die Erfahrungen der Lärmbekämpfung seit Inkrafttreten der LSV haben gezeigt, dass die angewandten Prinzipien der Strategie grundsätzlich richtig sind. Zu den Grundlagen, welche sich mehrheitlich bewährt haben, zählen die Dosis-Wirkungsbeziehung aufgrund von sozio-akustischen Untersuchungen, die prioritäre Lärmbekämpfung an der Quelle, die Vorsorge – insbesondere im raumplanerischen Bereich, die Sanierung von bestehenden lärmigen Anlagen, die Kostenübernahme der Massnahmen durch die Verursacher und die Kooperation der Akteure. Damit stehen die wichtigsten Instrumente zur Lärmbekämpfung im Inland zur Verfügung. Darüber hinaus zeigt die Untersuchung der gegenwärtigen Situation auch, dass die Lärmbekämpfung in der Schweiz nicht nur beim Bund, sondern auch in allen Kantonen durch Lärmschutzfachstellen verankert ist. Die Arbeiten im Bereich Grundlagen, Umsetzung und flankierende Massnahmen sind fortgeschritten, was insbesondere den Vollzug von konkreten Lärmschutzmassnahmen in den Bereichen Vorsorge und Sanierungen möglich gemacht hat.

**Insgesamt kann damit gesagt werden, dass die Lärmbekämpfung in der Schweiz – insbesondere im Vergleich zur EU – relativ weit fortgeschritten ist, aber nicht so weit, wie es für einen umfassenden Schutz der Bevölkerung notwendig wäre.**

Die im Kapitel 4 und 5 durchgeführten Untersuchungen der Lärmbekämpfung zeigen denn auch wesentliche Schwachpunkte auf, die sich den folgenden Bereichen zuordnen lassen:

#### **Bereich Zielsetzung:**

- Der Schutzgedanke des USG konzentriert sich vor allem auf den Lebensraum innerhalb von Gebäuden und weniger auf ganze Landschaften, was zu einer schleichenden Verlärmung unseres Landes einerseits und zu einer Einbunkerung der Bevölkerung andererseits führt;
- Der im USG gesetzlich verankerte Schutz vor Lärm ist schwächer, als dies aufgrund des Gesundheitsbegriffs der WHO notwendig wäre.

#### **Bereich Problemerkennung (Strategie):**

- Das bestehende Beurteilungsprinzip ist noch nicht vollständig, bzw. nicht auf alle Lärmsituationen anwendbar. Der quantitative Nachweis der durch Lärm verursachten Störungen, Schäden und Kosten liegt noch nicht genügend detailliert vor;
- Das Monitoring der Lärmbelastung in der Schweiz (Emissionen, Immissionen, betroffene Bevölkerung) ist ungenügend und eignet sich nicht für einen umfassenden aktuellen Überblick oder für internationale Statistikvergleiche.

#### **Bereich Problemlösung (Strategie):**

- Das bestehende Lärmschutzrecht weist noch Lücken auf;
- Die Schwierigkeiten des Vollzugs der Lärmbekämpfung, insbesondere der Sanierung wurden unterschätzt. Besonders im Bereich Strassen drängen sich zusätzliche Massnahmen zur Beschleunigung der Sanierungen auf, damit die Arbeiten innerhalb absehbarer Zeit abgeschlossen werden können;

- Das Verursacherprinzip ist im USG sehr eng gefasst, so dass nicht alle Lärmkosten abgedeckt sind. Insbesondere bestehen kaum wirtschaftlichen Anreize, um Lärm und dessen Auswirkungen zu reduzieren;
- Lärmbekämpfung wird durch die Erleichterungsmöglichkeiten stark untergraben und eingeschränkt;
- Die Anstrengungen zur Lärmbekämpfung an der Quelle, insbesondere bei der Emissionsbegrenzung von Fahrzeugen und Geräten, werden noch nicht genügend vorangetrieben;
- Das Informations- und insbesondere das Bildungsangebot zum Thema Lärm ist beschränkt und liegt nicht im gewünschten Ausmass vor;
- Die Interdisziplinarität mit der grossen Anzahl verschiedener Akteure sowie die fragmentierte schwache Lärmlobby führen dazu, dass die Koordination der Lärmbekämpfung im Inland nicht zu befriedigen vermag. Daneben ist die Lärmbekämpfung auch nur schwach mit dem internationalen Umfeld koordiniert.

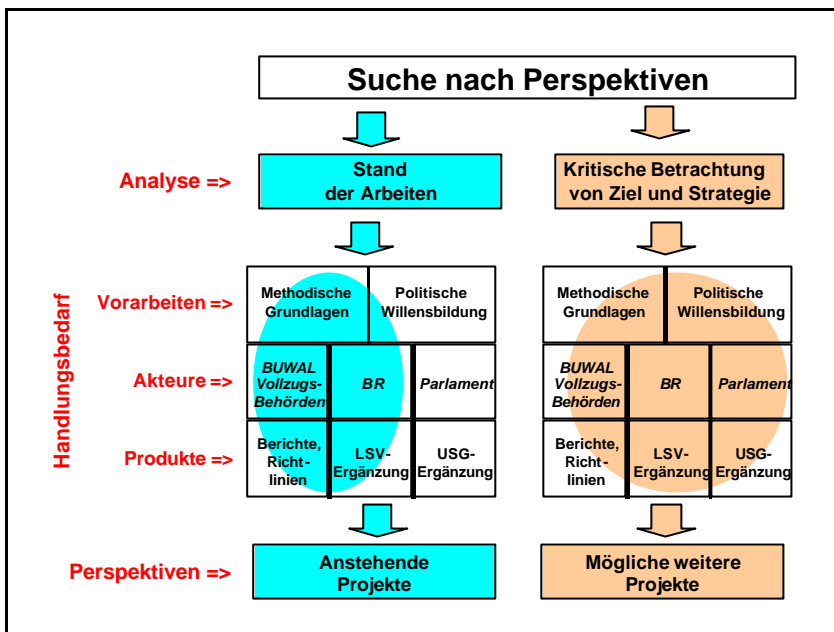
Aufgrund dieser Schwachpunkte drängen sich Lösungen zur Behebung der bestehenden Mängel auf, welche die vorhandenen Stärken der Lärmbekämpfung allerdings nicht preisgeben dürfen. Die daraus resultierenden Perspektiven haben zum Ziel, die Menschen effektiver und effizienter vor Lärmbelastigungen zu schützen.

## 6.2 Vorgehen bei der Suche nach Perspektiven

Die Suche nach Perspektiven für die zukünftige Lärmbekämpfung umfasst zwei Komponenten (Abb. 6.1).

Wie in Kap. 4 bei der Analyse des Stands der Arbeit aufgezeigt, stehen einerseits konkrete Projekte an, welche die Lücken in der Lärmbekämpfung schliessen und Verbesserungen im Kampf gegen den Lärm bringen sollen. Diese Vorhaben decken im Wesentlichen den Handlungsbedarf ab, der sich aus den gesetzlich vorgegebenen Lärmbekämpfungsaufgaben ableiten lässt. Es handelt sich um Projekte in den Bereichen methodische Grundlagen, Optimierung des Vollzugs sowie um Richtlinien und Verordnungen. Deren Umsetzung kann kurz- bis mittelfristig erfolgen.

Die zweite Komponente der Perspektiven ergibt sich aus der kritischen Betrachtung von Ziel und Strategie. Demnach besteht hier ein zusätzlicher Handlungsbedarf, um die Bevölkerung besser vor Lärm zu schützen. Die damit verbundenen möglichen weiteren Projekte erfordern aber in der Regel grössere Forschungsarbeiten im Bereich Grundlagen, Anpassungen auf Verordnungsstufe oder sogar eine Änderung im Umweltschutzgesetz und damit eine vorgängige Willensbildung auf politischer und gesellschaftlicher Ebene. Die entsprechenden Vorschläge sollen grundsätzlich den Handlungsraum aufzeigen, welcher der Lärmbekämpfung in der Schweiz zur Verfügung steht. Ob sich die Ideen politisch umsetzen lassen, ist nicht Gegenstand dieser Beurteilung.

**Abb. 6.1**

Vorgehen bei der Suche nach Perspektiven für die zukünftige Lärmbekämpfung.

Die «anstehenden Projekte» sowie die «möglichen weiteren Projekte» bilden zusammen die Perspektiven in der Lärmbekämpfung. Dabei ist es nicht möglich, fertige und detaillierte Lösungen zu präsentieren, würde dies doch den Rahmen eines solchen Berichts sprengen. Die Vorschläge sind aber als Anregung für alle Akteure der Lärmbekämpfung in ihrem Bemühen für eine ruhigere und damit natürliche Umwelt zu verstehen.

## 6.3 Perspektiven für eine zukünftige Lärmbekämpfung

### 6.3.1 Perspektiven der Zielsetzung

Im Bereich der Zielsetzung gibt es zwei grundsätzliche Perspektiven, welche sich auf eine räumliche und zeitliche Ausdehnung des Schutzes vor Lärm (Z1) und auf die Qualität des Schutzgedankens (Z2) beziehen.

#### Z1: Schutz aller Lebensräume

Unser Land ist einer zunehmenden Verlärmung ausgesetzt. Die bisherigen Massnahmen zur Lärmbekämpfung schützen den Menschen aber schwergewichtig in Gebäuden. Künftiges Ziel der Lärmbekämpfung muss deshalb der Schutz ganzer Landschaften (inkl. siedlungsnaher Erholungsgebiete) – sein und damit der Schutz aller Lebensräume für Menschen und Tiere. Die Lösung kann aber nicht über die bisher angewandten, rein technisch orientierten Grenzwerte erfolgen. Dazu ist die Beziehung zwischen physischer Landschaft und deren natürlicher «Klanglandschaft» zu komplex. Die Vorstellung eines «Confort Sonore» als ästhetischem Aspekt von Lebensräumen deutet eine Vision an. Bewohnte Lebensräume unterscheiden sich unter anderem klar hinsichtlich ihres akustischen Designs. So sind die Vorstellungen der Menschen über die akustische Kulisse beim Gedanken an eine Grossstadt oder an ein Bergdorf sehr verschieden. Diese Überlegung lässt sich auch auf unbewohnte Räume übertragen, die dem Menschen sehr oft zur Erholung dienen.

Die zum Schutz ganzer Landschaften notwendigen Lösungen werden daher wesentlich höhere Anforderungen an die Lärmbekämpfung stellen, als dies bisher im technisch orientierten Umfeld der Fall gewesen ist. Eine langfristig orientierte Lärmschutzpolitik muss aber den Versuch wagen, den Schutzgedanken in Richtung von natürlichen Klanglandschaften weiter zu entwickeln. Dabei eingeschlossen sind auch zeitliche Aspekte wie die Erhaltung und Ausdehnung von Ruhezeiten. Konkret wird es in einem ersten Schritt eine Frage der Forschung sein, wie sich Typologien von Klanglandschaften identifizieren lassen und welche Massnahmen möglich sind, um eine Harmonisierung der physischen und akustischen Landschaft herbeizuführen.

Bei dieser Zielsetzung sind die Vorteile im Gesundheitsbereich vielfältig. Daneben gewinnt mit einer örtlichen und zeitlichen Erweiterung des Lärmschutzes aber auch die Raumplanung und damit insbesondere die Siedlungsentwicklung der Gemeinden.

#### **Z2: Angleichung des USG-Schutzgedankens an den WHO-Gesundheitsbegriff**

Der vorliegende Bericht zeigt auf, dass der Schutzgedanke des USG und dessen Umsetzung in der Praxis (z.B. bei den Methoden zur Festlegung von Belastungsgrenzwerten) in Kontrast zum Gesundheitsbegriff der WHO steht. Als Führungsgrösse einer langfristigen Lärmbekämpfung ist daher eine Abgleichung oder wenigstens eine Annäherung des Gesundheitsbegriffes im USG an die Vorstellungen der WHO anzustreben. Der Grundgedanke der Lärmbekämpfung tendiert damit vermehrt in Richtung «Recht auf Ruhe» als nur auf den «Schutz vor übermässigem Lärm». Je besser die Vollzugsdefizite und konzeptionellen Mängel abgebaut werden, umso dringender wird die Orientierung an den WHO-Vorgaben. Die verfügbare Vorlaufzeit sollte vor allem für die politische Überzeugungsarbeit genutzt werden.

Der Vorteil einer Optimierung des Lärmschutzgedankens kommt nicht nur den vom Lärm Betroffenen zugute. Neben dem erhöhten Gesundheitsschutz kann man davon auch positive Auswirkungen auf das Verkehrsverhalten erwarten. So ist anzunehmen, dass die Suche nach mehr Umgebungsruhe (Lärmflucht) als einer der wichtigsten Gründe für die Verkehrsnachfrage, mit verbessertem Lärmschutz der Bevölkerung abnimmt. Die Wirkung ist also multiplikativ, da mit abnehmendem Verkehr wiederum die Lärmemissionen reduziert werden.

### **6.3.2 Perspektiven im Bereich Problemerkfassung**

Im Bereich der Strategie gibt es bei der Problemerkfassung die folgenden zwei Perspektiven zum Beurteilungsprinzip (S1) und zum Monitoring (S2):

#### **S1: Erweiterung des Beurteilungsprinzips**

Das Beurteilungsprinzip, das zurzeit vorwiegend auf die wesentlichen Lärmarten (Strassen, Eisenbahnen, Flugplätze, Industrie- und Gewerbe, Schiessen) ausgerichtet ist, muss für weitere Lärmarten wie z.B. Sport- und Stimmenlärm konkretisiert werden. Dabei sind neben rein akustischen Aspekten auch Kriterien im Bereich «moderierende Faktoren» einzubeziehen, um so der effektiven Beziehung zwischen Ursache und Wirkung gerechter zu werden. Auch eine situative Beurteilung mittels Tonaufnahmen muss vermehrt ins Auge gefasst werden, denn auch wenn sich eine Lärmbelästigung kaum mit mathematischer Genauigkeit quantifizieren lässt, kann so eine Beurteilung der Lästigkeit nachvollziehbarer werden.

Zusätzlich ist das Beurteilungsprinzip so zu erweitern, dass die Gesamtwirkung von mehreren verschiedenen Lärmarten berücksichtigt wird. Diese Gesamtlärmbeurteilung drängt sich ins-

besondere dort auf, wo der Lärm von Verkehrsanlagen wie Flugplätzen, Strassen und Bahnen bereits nahe an den Grenzwerten oder sogar darüber liegt. Das Beurteilungsprinzip ist aber auch auf «Erschütterungen und abgestrahlter Körperschall» auszudehnen, damit der Schutz der Bevölkerung auch in diesem Bereich gewährt wird.

Bei der Beurteilung der Auswirkungen sind zwar die vielfältigen Effekte qualitativ bekannt. Doch fehlen vielfach klare quantitative Kenntnisse darüber und insbesondere der gemeinsame Nenner, um die Wirkungen gesamthaft zu benennen und vergleichend zu dokumentieren. Es sind in Zukunft vermehrte Anstrengungen zu unternehmen, um die Kosten der Lärmbelastung ökonomisch genauer zu bestimmen. Neben Instrumenten zur Monetarisierung der Gesundheitskosten werden auch die Kosten aufgrund der lärmbedingten Bevölkerungsentmischung, der Wertverminderungen von Grundstücken oder Liegenschaften und der raumplanerischen Folgen detaillierter zu bestimmen sein. Mit der Ausweisung der Gesamtkosten wird auch die Voraussetzung zur Durchsetzung des Verursacherprinzips geschaffen. Der Lärmschutz erhält dadurch ein Werkzeug, das im Abwägungsprozess mit den wirtschaftlichen Interessen wenn nicht für gleich lange Spiesse, so doch wenigstens für gerechtere Verhältnisse sorgt.

#### **S2: Verbesserung des Monitorings**

Im Bereich des Monitoring hat sich gezeigt, dass erhebliche Wissenslücken bestehen. Diese reichen von grundlegenden Fragen bezüglich der Auswirkungen von Lärm bis zur Erfolgskontrolle der ergriffenen Massnahmen. Diese Feststellung beruht nicht einfach auf schweizerischen Eigenheiten, wie die Bemühungen zur Etablierung eines Monitoringsystems innerhalb der EU bestätigen.

Es entspricht daher einem dringenden Bedürfnis, die Methoden des Monitoring zu verbessern und damit auch die nötigen Kontrollinstrumente zur Erfassung der Auswirkungen sowie Kosten und Effektivität der ergriffenen Massnahmen im Rahmen einer Erfolgskontrolle weiter auszubauen. Dabei bieten geographische Informationssysteme (GIS) vermehrt die Möglichkeiten zur flächendeckenden Dokumentation wichtiger Daten, deren rechnerische Bestimmung auch durch punktuelle Langzeitmessungen zu überprüfen sind. Als wichtigste Daten kommen kartografisch aufgeschlüsselte Angaben über Emissionen und Immissionen sowie das Ausmass der lärmbeeinträchtigten Bevölkerung und Fläche in Frage. Möglich sind auch Auswertungen der Auswirkungen von Lärmbelastungen auf die Siedlungsentwicklung. Der Wechsel von den bisher noch vielfach verwendeten Lärmplänen auf Papier zu elektronischen Systemen ermöglicht eine Vereinfachung der Speicherung und Wartung der Lärmdaten. Zusätzlich bietet die Computer-Technik eine wesentliche Verbesserung der mit diesen Daten zusammenhängenden Dienstleistungen. Neben einem wirkungsvollen Monitoring-Instrument steht damit auch ein wirksames Hilfsmittel zur Verfügung, um die Bevölkerung sowie Entscheidungsträger aus Politik und Wirtschaft besser über die Lärmproblematik zu informieren und für die Anliegen der Lärmbekämpfung zu sensibilisieren.

Es ist nicht nötig, dass die verschiedenen Vollzugsstellen bei der Umsetzung dieses Vorhabens alle das gleiche System verwenden. Die heutige Technik bietet genügend Flexibilität, um Daten verschiedener Akteure miteinander zu verknüpfen. Wichtig ist vielmehr die Bereitschaft der verschiedenen Vollzugsstellen zur Zusammenarbeit. Denn Lärm hat zwar lokale Auswirkungen, doch ist eine wirkungsvolle Bekämpfung nur möglich, wenn die Problematik aus einem gesamtschweizerischen Blickwinkel angegangen wird.

Neben konzeptionellen und technischen Problemen stellen sich beim Lärm-Monitoring sodann auch Fragen zur Finanzierung. Gestützt auf Artikel 6 USG (Information und Beratung) muss das BUWAL als Umweltfachstelle des Bundes die Öffentlichkeit über den Stand der aktuellen

Umweltbelastung und deren zeitlichen und räumlichen Entwicklung regelmässig informieren. Dies geschieht unter anderem bereits mit den Messstellen des nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (NABEL) und dem Projekt NAQUA für die Grundwasserbeobachtung. Aufgrund des benötigten grossen Detaillierungsgrades und den notwendigen raumplanerischen Daten ist im Bereich Lärm-Monitoring die Mitarbeit der Kantone unabdingbar. Ein für die gesamte Schweiz aussagekräftiges Lärm-Monitoring muss daher auch die finanziellen Bundesmittel für die Aufwendungen der kantonalen Fachstellen bereitstellen.

### 6.3.3 Perspektiven im Bereich Problembehebung

Als weitere Ergänzung der Strategie gibt es zur Problembehebung die folgenden sieben Perspektiven:

- Fertigstellung der anstehenden Projekte zur Schliessung von Lücken in der rechtlichen Regelung (S3);
- Sicherstellung des Vollzugs der Lärmbekämpfung, insbesondere im Bereich Sanierungen (S4);
- Erweiterung des Verursacherprinzips (S5);
- Festlegung von restriktiveren Auflagen bei Erleichterungen (S6);
- Vermehrte Anstrengungen zur Lärmbekämpfung an der Quelle (S7);
- Ausbau des Informations- und Bildungsangebots zum Thema Lärm (S8);
- Verstärkung der Koordination der Lärmbekämpfung im nationalen und internationalen Umfeld (S9).

#### **S3: Schliessung von Lücken in der rechtlichen Regelung**

Mit Inkraftsetzung der LSV war vorgesehen, rechtliche Regelungen mit Emissionsvorschriften für Fahrzeuge und Geräte sowie Belastungsgrenzwerte für die am meisten verbreiteten Lärmarten zu erlassen. Diese Arbeiten werden in nächster Zukunft fertiggestellt. Konkret wird in einer ersten Phase der Geltungsbereich des bestehenden Anhangs 7 der LSV für BGW für zivile Schiessanlagen erweitert. Die Regelung soll den zunehmenden Einsatz von Sportwaffen berücksichtigen. Diese Änderung wird die Sanierungsfrist der zivilen Schiessanlagen bis 2002 nicht beeinflussen. Daneben sind einige rechtliche Anpassungen vorgesehen, welche die Funktion des Lärmbelastungskatasters betreffen. Ebenso wird die Regelung für die Strassenlärmsanierung optimiert (Siehe S4).

In einer zweiten Phase ist die Festlegung von Belastungsgrenzwerten für den Lärm von militärischen Schiess- und Übungsplätzen als weiterer Anhang der LSV vorgesehen. Sodann wird die bestehende Regelung zum Fluglärm ergänzt, so dass die Vollzugsstellen die Doppellärmbelastung aus militärischen und zivilen Flugplätzen berücksichtigen können.

Parallel zu den Arbeiten an der LSV bereitet das BUWAL eine Verordnung zum Schutz der Bevölkerung vor Erschütterungen und abgestrahltem Körperschall vor. Im Bereich Emissionsvorschriften wird die zurzeit in der EU festgelegte Regelung zur Typenprüfung und Kennzeichnung von Geräten (Rasenmäher, Baumaschinen, etc.) übernommen und als Verordnung umgesetzt. Für Schienenfahrzeuge laufen gegenwärtig die Grundlagenarbeiten zur Festlegung von Lärm-Emissionswerten an. Im Bereich Schallschutz im Hochbau beteiligt sich das BUWAL an der Überarbeitung der bestehenden SIA-Norm 181, welcher im Rahmen der Vorsorge grosse Bedeutung zukommt.

**S4: Sicherstellung des Vollzugs der Lärmbekämpfung**

Der einheitliche Vollzug der LSV und insbesondere der Sanierungen in der ganzen Schweiz wird auch zukünftig ein wichtiges Thema im BUWAL sein. Grosse Aufgaben stellen sich insbesondere bei den grössten Lärmquellen, da sowohl bei Strassen wie auch Eisenbahnen die einstmals vorgesehene Sanierungsfrist von 15 Jahre nach Inkrafttreten der LSV aufgrund der Verzögerungen bei den Sanierungen nicht eingehalten werden kann.

Bei den Eisenbahnen ist mit der FinöV-Finanzierung das Sanierungsprojekt (Sanierung des Rollmaterials bis 2009, Erstellung der baulichen Lärmschutzmassnahmen bis 2015) gesichert. Für den Sanierungsvollzug ist das BAV federführend, während das BUWAL die Einhaltung der Umweltauflagen gewährleistet. Daneben ist das BUWAL federführend bei der Festlegung der Emissionsgrenzwerte für Schienenfahrzeuge.

Für die Strassen muss über eine Verlängerung der Sanierungsfrist noch entschieden werden. Aufgrund der Erfahrung seit der Inkraftsetzung der LSV zeigt sich aber, dass eine blosser Fristverlängerung keinen Abschluss der Arbeiten innerhalb der vorgesehenen Zeit garantiert. Betroffen sind dabei vor allem die Strassen im Innerortsbereich, da die bisherigen Sanierungen schweremässig bei den Nationalstrassen und den Eidgenössischen Hauptstrassen erfolgte. Neben der Fristverlängerung drängen sich daher weitere Beschleunigungsmassnahmen auf um die Strassenlärmreduzierung im Rahmen der verlängerten Fristen zu garantieren.

**S5: Erweiterung des Verursacherprinzips**

Das USG in seiner heutigen Ausgestaltung verwirklicht das Verursacherprinzip nur unvollständig, obwohl der Verfassungsartikel 74. Abs. 2 weiter geht. Es sind daher Bestrebungen nötig, damit künftig sämtliche Lärmkosten vollständig vom Verursacher übernommen werden.

Die Voraussetzung dafür ist aber die Kenntnis der vom Lärm verursachten Kosten. Können diese dem Verursacher nachgewiesen werden, erfolgt mit der Überwälzung gleichzeitig der notwendige Druck, den Lärm zu reduzieren. Als Werkzeug zur Umsetzung des Verursacherprinzips eignet sich sodann der Einsatz von wirtschaftlichen Instrumenten. Diese sollen einerseits die entsprechenden Rahmenbedingungen setzen, unter denen sich eine Verringerung oder Vermeidung des Lärms wirtschaftlich bezahlt macht. Der Lärmverursacher soll also nicht nur aus Rücksicht auf andere zu einem leiseren Verhalten motiviert werden, sondern auch konkrete finanzielle Vorteile daraus ziehen. Andererseits ermöglichen solche Instrumente die gerechte Überwälzung der vollständigen Lärmkosten auf die Verursacher. Ein Beispiel für diesen Ansatz zur Lärmverminderung sind die Lärmgebühren bei den Flughäfen. Dabei handelt es sich um eine lokal begrenzte Massnahme, die langfristig aber durchaus ihre Wirkung zeigen kann.

Dagegen gelten die im Lärmbereich vermehrt zur Diskussion stehenden Entschädigungszahlungen nicht als wirtschaftliches Instrument im eigentlichen Sinn. Zwar wird der Lärmverursacher damit für seine Emissionen finanziell belastet. Doch kommen die zum Teil bedeutenden Mittel nicht dem Lärmschutz zugute, sondern werden als Abgeltung für zu duldenen Lärmmissionen ausbezahlt. Weder wird dadurch der Lärm reduziert, noch besteht seitens des Lärmverursachers ein direktes finanzielles Interesse, nach Bezahlung einer Entschädigung weitere Anstrengungen zur Lärmbekämpfung zu unternehmen.

Eine mögliche Alternative dazu wäre eine Art «Lärmhypothek». Diese müsste zwar verzinst werden, liess aber als zweite Variante die völlige Abzahlung in Form einer ausreichenden Lärmreduktion offen. Vergleichbar mit einer Grundstück-Hypothek müsste der geschuldete

Betrag zugunsten der Lärmbetroffenen verzinst werden. Massnahmen zur Lärmreduktion hätten dabei den Stellenwert einer Schulden-Rückzahlung (Amortisation).

Ein Potenzial für wirtschaftliche Instrumente besteht sodann in der Schaffung von Randbedingungen, damit das Quellenprinzip vermehrt zur Anwendung kommt. Die diesem Prinzip entgegen wirkende Kostenreihenfolge könnte eliminiert werden, indem die Differenz zwischen den Kosten für Massnahmen an der Quelle und den Kosten der effektiv ergriffenen Massnahmen in einen Fonds bezahlt würden. Die Mittel dieses Fonds sollte natürlich der Lärmbekämpfung erhalten bleiben. Weitere Lösungsansätze könnten bei der Gewährung von Sanierungserleichterungen zur Anwendung kommen (siehe S6) sowie bei den Emissionsvorschriften für Fahrzeuge und Geräte. Hier könnte der Staat im Sinn einer vorsorglichen Massnahme eine Lärmsteuer erheben, die allerdings vollumfänglich der Lärmbekämpfung zugute kommen müsste.

Zurzeit bestehen auf Bundesebene noch keine konkreten Projekte für die Einführung von wirtschaftlichen Instrumenten im Bereich Lärmbekämpfung. Erste Vorarbeiten konzentrierten sich auf die Methodik zur Berechnung einiger Komponenten der Lärmkosten. In Zukunft wird man sich vermehrt mit der volkswirtschaftlich gerechten Abwälzung der Lärmkosten auf die Verursacher auseinandersetzen müssen, um das Verursacherprinzip durchzusetzen.

**S6: Restriktivere Auflagen bei Erleichterungen**

Das «Schlupfloch Erleichterungen» hat heute nur einen sehr geringen Preis, indem bei öffentlichen oder konzessionierten Anlagen Schallschutzfenster von den Anlagehaltern übernommen werden müssen. Dabei wird einerseits die Lücke für den Einbau von Schallschutz zwischen IGW und AW mit einer restriktiveren Regelung geschlossen werden müssen. Andererseits gilt es aber auch die Erleichterungen gesamthaft einer genaueren Prüfung zu unterziehen. Zwar erscheint eine vollständige Abschaffung der Erleichterungen zurzeit kaum möglich. Die Lärmbekämpfung muss aber künftig wirkungsvolle Mechanismen schaffen, so dass die Lärmverursacher auch nach Gewähren von Erleichterungen ein Interesse daran haben, den Lärm weiter zu verringern. Neben einer zeitlichen Begrenzung der Erleichterungen drängen sich in diesem Bereich vor allem wirtschaftliche Auflagen auf, um den nötigen Druck zur Lärmreduktion zu erzeugen.

**S7: Vermehrte Lärmbekämpfung an der Quelle**

Die technische Lärmbekämpfung an der Quelle ist eines der effizientesten Mittel zur flächendeckenden Reduktion der Lärmbelastung. Die Regelungen zur Emissionsbegrenzung (Typenprüfung) in der Schweiz müssen aber EU-kompatibel sein, was den Spielraum für eine Verschärfung der Vorschriften stark einschränkt.

Im Rahmen der bestehenden Möglichkeiten ist trotzdem nach entsprechenden Lenkungsinstrumenten zu suchen, damit neben den klassischen Leistungsmerkmalen von Fahrzeugen und Geräten auch das Lärmverhalten vermehrt Beachtung findet. Die Verschärfung der Typenprüfungsvorschriften ist nicht der einzige Weg zur Förderung von lärmarmen Techniken. So können etwa finanzielle Anreize zum verstärkten Einsatz von weniger lärmigen Technologien langfristig bewirken, dass die Verbraucher den Nutzen eines leiseren Fahrzeugs als wesentlichen Vorteil empfinden.

Neben Anreizen und Vorschriften zur Anwendung dieser Techniken muss aber auch auf der Angebotsseite das nötige Know-how bereitgestellt werden. Lärmbekämpfung an der Quelle ist



daher auch eine wesentliche Aufgabe der Grundlagenforschung, welche in der Schweiz neben privaten Ingenieurbüros vor allem von der EMPA übernommen werden muss.

**S8: Ausbau des Informations- und Bildungsangebots**

Das Informationsangebot zum Thema Lärm wird künftig unter Nutzung aller Medien (Berichte, Broschüren, Lehrmittel) vermehrt ausgebaut. Insbesondere im Bereich Internet wird die Dienstleistung erweitert, wobei eine Kooperation mit den kantonalen Vollzugsbehörden sowie mit den Vollzugsstellen des Bundes geplant ist. Das Hauptziel besteht darin, besser und umfassender zu informieren, damit die Bevölkerung vermehrt für das Umweltproblem Lärm sensibilisiert wird.

Ein wichtiger Informationskanal ist die Aus- und Weiterbildung im Bereich Lärmbekämpfung, insbesondere die Ausbildung von Fachleuten auf Hochschulstufe. Als Folge des Expertenberichtes von 1963 wurde an der EMPA die Abteilung Akustik/Lärmbekämpfung eingerichtet – ein grosser Erfolg für die Lärmbekämpfung in der Schweiz. Obwohl in der Grundlagenforschung noch erhebliche Lücken bestehen und die EMPA als fachlich anerkanntes und unabhängiges Kompetenzzentrum ein fundamentales Standbein der Lärmbekämpfung darstellt, wird zurzeit über den Fortbestand dieses Bereiches diskutiert.

Neben der Förderung der Ausbildungstätigkeit im Bereich Lärmbekämpfung und Akustik müssen die Bemühungen deshalb auch darauf abzielen, den technisch-wissenschaftlichen Bereich nicht nur zu erhalten, sondern auszubauen. Im Sinne einer Perspektive der Lärmbekämpfung wäre die Schaffung eines interdisziplinär orientierten Lehrstuhls «Lärm» an einer Hochschule wünschbar. Angesichts der Forschungstradition sowie der Nähe zur EMPA bietet sich dafür am ehesten die ETH Zürich an.

**S9: Koordination der Lärmbekämpfung**

Das ausgeprägt interdisziplinäre Arbeitsgebiet birgt die Gefahr der Verzettelung und verlangt nach einer starken Koordination der Lärmbekämpfung. Koordination ist dabei aber nicht gleichzusetzen mit Konzentration, bzw. Zentralisierung der Aufgaben der verschiedenen beteiligten Akteure. Dazu sind die Lösungen in der Lärmbekämpfung zu stark mit den Eigenheiten der lärmverursachenden Bereiche (Strasse, Bahn, Luftfahrt, etc.) verknüpft. Zur Sicherung eines zielbezogenen Vorgehens und des optimalen Einsatzes der Ressourcen müssen aber die Konzepte und Aktivitäten der verschiedenen Bereiche in ihrer Gesamtheit fester zusammengebunden werden, damit sich in der Lärmbekämpfung eine klare «unité de doctrine» abzeichnet.

Zu diesem Zweck müssen konkret die notwendigen institutionellen Instrumente in Form von Arbeitsgruppen, Koordinationskommissionen und Informationspflichten mit entsprechenden Kompetenzen geschaffen werden. Als Beispiel sei die Eidgenössische Kommission für die Beurteilung für Lärm-Immissionsgrenzwerte erwähnt, welche mit ihrer interdisziplinären Zusammensetzung und neuen Aufgaben einen wesentlichen Beitrag zu besserer Integration der verschiedenen Bereiche liefern kann. Das Zusammenwirken von Vollzug, Raumplanung, Landschaftsschutz, Ökonomie und technische Lärmbekämpfung wird damit wesentlich effizienter und effektiver. Synergien können aber auch durch eine engere Zusammenarbeit mit dem Bereich Lärmschutz am Arbeitsplatz (SUVA) und dem Schutz vor Gehörschäden durch zu lauten Musikgenuss (BAG) realisiert werden. Als Folge dieser Zusammenarbeit wird die Lärmbekämpfung vermehrt in ihrer Gesamtheit wahrgenommen, was zu einer wesentlichen Verstärkung der «Lobby für Ruhe» beitragen wird.

Neben der Verbesserung der nationalen Koordination machen sodann die Verflechtungen auf politischer und wirtschaftlicher Ebene auch eine internationale Zusammenarbeit auf ökologischer Ebene dringend notwendig. Auch im Bereich der Lärmbekämpfung hat man erkannt, dass sich der Lärm zwar meistens als lokales Problem manifestiert, der stetig wachsende Verkehr als eine der Hauptursachen indes ein grenzüberschreitendes Phänomen darstellt. Für die schweizerische Lärmbekämpfung steht vor allem eine engere Mitarbeit in den entsprechenden Institutionen der EU im Vordergrund. Insbesondere bei der Festlegung von Emissionsbeschränkungen für Fahrzeuge, aber auch in der Forschung und bei der Harmonisierung der Methodik drängt sich eine internationale Zusammenarbeit auf.

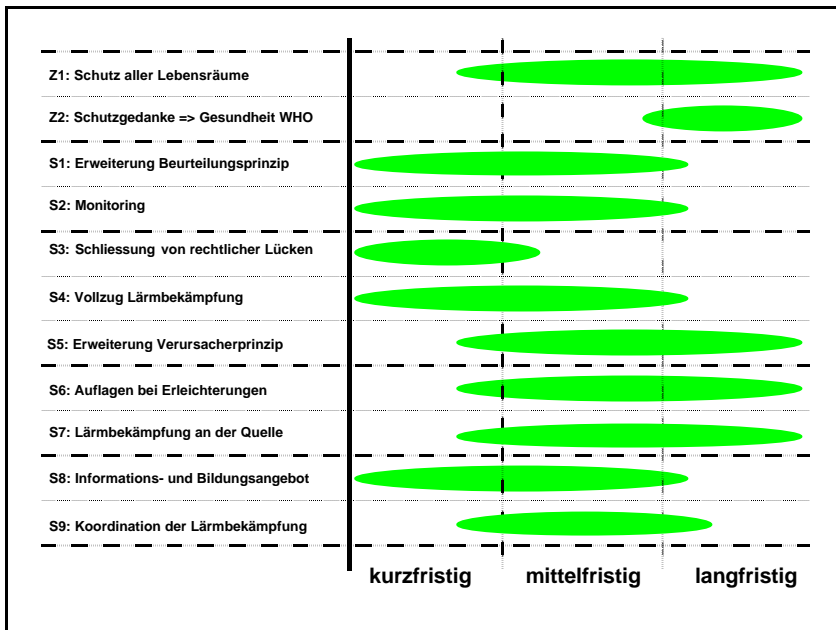
Die Nichtmitgliedschaft der Schweiz in der EU beschränkt die Zusammenarbeit zurzeit vorwiegend auf die technisch-wissenschaftliche Ebene. Trotzdem werden langfristig auch politische Anstrengungen notwendig sein, damit die Schweiz von den Synergien einer einheitlichen europäischen Lärmbekämpfung nicht nur profitiert, sondern diese auch mitgestalten kann.

## 6.4 Quintessenz und weiteres Vorgehen

Mit der Vorstellung der Perspektiven in der Lärmbekämpfung sind noch keine detaillierten Projekte beschrieben. Dies würde den Rahmen dieses Berichtes sprengen. Es sind aber die wesentlichsten Grundlagen aufgezeigt, die den Betroffenen und insbesondere den Akteuren eine Orientierung über die künftige Richtung der Lärmbekämpfung ermöglichen. Die Konkretisierung all dieser Perspektiven wird aber eine Aufgaben aller Beteiligten – insbesondere der Kantone – sein.

Die Umsetzung dieser Arbeiten muss jetzt beginnen. Neben Projekten im Bereich Grundlagen drängt sich insbesondere im politischen Bereich eine Sensibilisierung auf, um ein Umdenken grosser Teile der Bevölkerung zu bewirken. Wie die Geschichte des Umweltschutzes in der Schweiz zeigt, ist es in den letzten Jahrzehnten wiederholt gelungen, die Gesellschaft für grosse Vorhaben zur Bekämpfung von gravierenden Umweltproblemen zu motivieren. Eindrückliche Beispiele dafür sind die Fortschritte in den Bereichen Gewässerschutz, Abfallbeseitigung oder Luftreinhaltung. Nun drängt sich auch bei der Lärmbekämpfung ein weiterer grosser Schritt auf. Mit dem Anlaufen der Eisenbahnsanierung und der zunehmenden Proteste gegen den Fluglärm scheint die Zeit dafür gekommen. Eine konsequente Lärmbekämpfung wird unserem Land nicht nur einen Gewinn an Lebensqualität, sondern auch wirtschaftliche Vorteile bringen.

Abb. 6.2. vermittelt eine grobe Orientierung des zeitlichen Rahmens beim weiteren Vorgehen. Im Bereich Zielsetzung ist der Lärmschutz mittel- bis langfristig auf alle Lebensräume auszuweiten und langfristig wird man versuchen, den Schutzgedanken des USG dem WHO-Gesundheitsbegriff anzunähern.



**Abb. 6.2**  
Möglicher zeitlicher Rahmen für die Umsetzung der Perspektiven in der Lärmbekämpfung.

Im strategischen Bereich konzentrieren sich die Bemühungen kurzfristig auf die Schliessung von Lücken im Lärmrecht. Daneben laufen Grundlagenarbeiten mit in den Bereichen «Erweiterung Beurteilungsprinzip», «Monitoring», «Vollzugs Lärmbekämpfung» sowie dem «Ausbau des Informations- und Bildungsangebots». Kurz- bis mittelfristig wird man sich der Verbesserung der «Koordination der Lärmbekämpfung» widmen müssen und mittel- bis langfristig braucht es sodann Vorschläge für konkrete Lösungen der Probleme in den Bereichen «Erweiterung des Verursacherprinzips», «Auflagen bei den Erleichterungen» und «Lärmbekämpfung an der Quelle».

Eine grobe Übersicht der wichtigsten Akteure bei der Realisierung der Perspektiven in den verschiedenen Bereichen ist in Abb. 6.3. gegeben.

Die Projekte aus dem Bereich «Zielsetzung» sind fundamentaler Art, was neben den Arbeiten von Behörden und Regierung schliesslich auch eine politische Willensäusserung durch das Parlament notwendig macht. Auch für die «Erweiterung des Verursacherprinzips» und die «Auflagen bei den Erleichterungen» sowie der vermehrten «Lärmbekämpfung an der Quelle» und der Verbesserung der «Koordination der Lärmbekämpfung» werden voraussichtlich auch Änderungen auf Gesetzesstufe nötig sein. Die Projekte der restlichen Bereiche können auf Stufe Berichte, Richtlinien oder Verordnung im Rahmen des gesetzlichen Auftrags (USG) erfüllt werden.

**Abb. 6.3**  
Mitwirkung der wichtigsten Akteure bei der Umsetzung der Perspektiven in der Lärmbekämpfung.

Bereiche	<u>Behörden</u>	<u>Bundesrat</u>	<u>Parlament</u>
	Berichte, Richtlinien	LSV-Ergänzung	USG-Ergänzung
Z1: Schutz aller Lebensräume	■	■	■
Z2: Schutzgedanke => Gesundheit WHO	■	■	■
S1: Erweiterung Beurteilungsprinzip	■	■	
S2: Monitoring	■	■	
S3: Schliessung von rechtlicher Lücken	■	■	
S4: Vollzug Lärmbekämpfung	■	■	
S5: Erweiterung Verursacherprinzip	■	■	■
S6: Auflagen bei Erleichterungen	■	■	■
S7: Lärmbekämpfung an der Quelle	■	■	■
S8: Informations- und Bildungsangebot	■	■	
S9: Koordination der Lärmbekämpfung	■	■	■

Die im Bericht «Lärmbekämpfung in der Schweiz» von 1963 zu findende Schlussbemerkung lässt sich aber auch hier aufführen: Die Verwirklichung der vorgestellten Perspektiven wird viel Mühe, Zeit und Geld kosten, aber für die Gesundheit und das Wohlbefinden eines Volkes darf dieser Aufwand nicht zu hoch sein.

---

## Literatur

- 1 Arend M.: Sozialfall Lärm, Cercle Bruit Schweiz, Lärm. Luzern, 1998.
- 2 BFS, Bundesamt für Statistik: Schweizerische Verkehrsstatistik 1995, Nr. 11 Verkehr und Nachrichtenwesen. Bern 1998.
- 3 BUWAL: Belastungsgrenzwerte für den Lärm der Landesflughäfen, Schriftenreihe Umwelt Nr. 296. Bern 1998.
- 4 BUWAL: Landschaftskonzept Schweiz. Bern 1998.
- 5 BUWAL: Wirtschaftliche Tragbarkeit und Verhältnismässigkeit von Lärmschutzmassnahmen, Schriftenreihe Umwelt Nr. 301. Bern, 1998.
- 6 Conzelmann-Auer, C.; Braun-Fahrländer, C; Ackermann-Liebrich, U. und Wanner, W.-U.: Die Wahrnehmung der Verkehrslärmimmissionen im Kanton Basel-Stadt im Vergleich zu den erhobenen Lärmmesswerten; Soz. Präventivmed. 1993.
- 7 NFP 41: Verkehr und Umwelt, Bericht D3, Faire und effiziente Preise im Verkehr. Ansätze für eine verursachergerechte Verkehrspolitik in der Schweiz, Bern 1999.
- 8 EJPD: Lärmbekämpfung in der Schweiz: Bericht der eidgenössischen Expertenkommission an den Bundesrat. Bern, 1963.
- 9 Deutsches Institut für Normierung (DIN), Verein Deutscher Ingenieure (VDI), Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI: Qualitätsanforderungen und Prüfbedingungen schalltechnischer Software für den Immissionschutz.
- 10 EDI, Eidg. Departemente des Innern: Bundesinventar der Landschaft und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung, EDMZ. Bern, 1977.
- 11 EU: Green Paper on Future Noise Policy. Brussels, 1996.
- 12 EU: Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm. Brüssel, 2000.
- 13 Fleischer G.: Lärm – der tägliche Terror. Stuttgart, 1990.
- 14 GfS: Forschungsinstitut, UNIVOX Umwelt. Politische Prioritäten, persönliche Einstellungen und Verhaltensweisen der Stimmberechtigten. Zürich, 1999; (Graphik: Copyright (c) GfS und Idheap).
- 15 Interdepartementale Arbeitsgruppe Eisenbahnen: Bericht der Arbeitsgruppe. Bern, 1996.
- 16 Jäcker- Cüppers M.: Strategies and Tools to Assess and Implement Noise Reducing Measures for Railway Systems (STAIRRS). Brüssel, 2000.
- 17 Lorenz A.: Klangalltag – Alltagsklang. Zürich, 2000.
- 18 Maschke C. et.al.: Beeinträchtigung des Schlafes durch Lärm. Umweltbundesamt, Forschungsbericht. Berlin, 1996.
- 19 Müller-Wenk R.: Life-Cycle Impact Assessment of Road Transport Noise, IWÖ – Diskussionsbeitrag. St. Gallen, 1999.
- 20 Rat von Sachverständigen für Umweltfragen: Deutscher Bundestag, Unterrichtung durch die Bundesregierung: Sondergutachten des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen: Umwelt und Gesundheit – Risiken richtig einschätzen. Berlin, 1999.
- 21 Schweizerische Verkehrsingenieure (SVI), B+S Ingenieur AG: Schlussbericht des Forschungsauftrages 42/99, Probleme bei der Durchsetzung der im Transportwesen geltenden Umweltschutzbestimmungen, 2001.
- 22 SIA Norm 181, Schallschutz im Hochbau.
- 23 Umweltschutzgesetz (USG), Artikel 1 und 15.
- 24 UREK-NR: Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie NR (UREK-NR), Postulat vom 16.1.2001.

- 25 WHO: Definition «Public Health», in: Ncayiyana D. et. all, New Challenges for Public Health. Report of an Interregional Meeting. Geneva, 1995.
- 26 WHO, Berglund B., Lindvall T., Schwela D.H.: Guidelines for Community Noise, World Health Organization. Geneva, 1999.

**Weitere Literatur zur Lärmbekämpfung**

- Amphoux P., Centre de recherche sur l'espace sonore et l'environnement urbain, Ecole d'architecture de Grenoble, France; Institut de recherche sur l'environnement construit, département d'architecture, EPFL de Lausanne, Suisse: L'identité sonore des villes européennes, guide méthodologique, tome 1 et 2, 1993.
- Baudirektion Kt. Zürich: Lärmschutz – wo stehen wir?, Umweltpraxis Nr. 12/1997. Zürich.
- Bundesamt für Raumentwicklung, Verkehrskoordination (früher Dienst für Gesamtverkehrsfragen), Monetarisierung der verkehrsbedingten externen Gesundheitskosten, Synthesebericht, GVF-Auftrag Nr. 272, Bern 1996.
- Bundesamt für Raumentwicklung, Verkehrskoordination (früher Dienst für Gesamtverkehrsfragen), Externen Lärmkosten des Verkehrs. Schussbericht Vorstudie I, GVF-Auftrag Nr. 291, Bern 1998.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Umweltbewusstsein in Deutschland 1998. Berlin, 1998.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Laut ist out! Berlin, 2000.
- BUWAL: Lärmschutz: Die Festlegung von Empfindlichkeitsstufen, Bern, 1993.
- BUWAL: Lärmschutz in der Schweiz. 7 Fragen – 7 Antworten, Bern, 1993.
- BUWAL: Belastungsgrenzwerte für den Lärm der Landesflughäfen, Bern, 1997.
- BUWAL: Auswirkungen der LSV auf Gebäude und Siedlung. Bern, 1999.
- BUWAL: Akzeptanz von baulichen Lärmschutzmassnahmen. Bern, 2000.
- BUWAL: Umweltmaterialien Nr. 140, Umweltgefährdende Stoffe, Feuerwerkskörper, Umweltauswirkungen und Sicherheitsaspekte, 2001.
- BUWAL, BFR: Lärmschutz und Raumplanung. Bern, 1988.
- BUWAL, BFS: Umwelt in der Schweiz 1997, Daten, Fakten, Perspektiven. Bern, 1997.
- BUWAL: Lärmschutz: Die Festlegung von Empfindlichkeitsstufen, Rechtsgutachten. Bern 1993.
- BUWAL: Computermodell SL-90 zur Berechnung von Schiesslärm von 300m-Anlagen. Bern, 1991.
- Belastungsgrenzwerte für den Lärm von Militärflugplätzen, 5. Teilbericht der Eidg. Kommission für die Beurteilung von Lärm-Immissionsgrenzwerten. Bern 1989.
- BUWAL: Anleitung zur Erstellung von Lärmbelastungskatastern und zur Planung von Massnahmen. Bern 1988.
- BUWAL: Anleitung zur Ermittlung und Beurteilung von Lärmimmissionen an Strassen. Bern 1987.
- BUWAL: Baulärm-Richtlinie. Richtlinien über bauliche und betriebliche Massnahmen zur Begrenzung des Baulärms gemäss Artikel 6 der Lärmschutz-Verordnung. Bern 2000.
- BUWAL: Weisung für die Beurteilung von Erschütterungen und Körperschall bei Schienenverkehrsanlagen (BEKS). Bern 1999.
- BUWAL: Schiesslärm. PC-Programm SL-2000, Version 1.0. 1997. Programm und Anleitung. Bern 1997.
- BUWAL: Schiesslärm-Modell SL-90. Erweiterung. Bern 1996.
- BUWAL: Lärmschutz und Raumplanung. Bern 1988.

- BUWAL: Mitteilung zur Lärmschutz-Verordnung (LSV) und zur Stoffverordnung (StoV) NR. 1 (2000): Verzicht auf Schallschutzfenster mit Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>). Bern 2000.
- BUWAL: Mitteilung zur Lärmschutz-Verordnung (Nr. 1), Strassenverkehrslärm: Umrechnung von Lärmmessungen auf durchschnittliche Verkehrsmengen. Bern 1998.
- BUWAL: Mitteilung zur Lärmschutz-Verordnung (Nr. 2), Sanierung bestehender Strassen: Bundesbeiträge an Schallschutzfenster. Bern 1990.
- BUWAL: Mitteilung zur Lärmschutz-Verordnung (Nr. 3), Emissionsbegrenzungen und Erleichterungen bei neuen und bestehenden Anlagen, Anforderungen an Lärermittlungen und Lärmbeurteilungen. Bern 1990.
- BUWAL: Mitteilung zur Lärmschutz-Verordnung (Nr. 4), Nutzungsplanung und Baubewilligung in lärmbelasteten Gebieten. Bern 1992.
- BUWAL: Mitteilung zur Lärmschutz-Verordnung (Nr. 5), Zuordnung und Bestimmung der Empfindlichkeitsstufen nach Art. 43 & 44 LSV. Bern 1992.
- BUWAL: Mitteilung zur Lärmschutz-Verordnung (Nr. 6), Strassenlärm, Korrekturen zum Strassenlärm-Berechnungsmodell. Bern 1995.
- BUWAL: Mitteilung zur Lärmschutz-Verordnung (Nr. 7), Methode zur Fenster Ermittlung der Aussenlärm-Immissionen bei geschlossenem Fenster. Bern 1995.
- BUWAL: Mitteilung zur Lärmschutz-Verordnung (Nr. 8), Anhang 1: Anforderungen an die Schalldämmung von Fenstern (Übergangslösung). Bern 1998.
- Cercle Bruit Suisse: Lärm. Luzern, 1998.
- EU Europäische Kommission: Faire und effiziente Preise im Verkehr. Grünbuch der Europäischen Kommission. Brüssel, 1995.
- EU Europäische Kommission: Mitteilung der Kommission zur Anwendbarkeit des Vorsorgeprinzips. Brüssel, 2000.
- European Environment Agency: Environment in the European Union at the turn of the century. Copenhagen, 1999.
- Dienst für Gesamtverkehrsfragen (GVF): Externe Kosten des Verkehrs. Schlussbericht Vorstudie I. Bern, 1998.
- Hofmann R.: 25 Jahre Lärmbekämpfung – eine Bilanz. Dübendorf 1999.
- Hofmann R.: Lärm und Lärmbekämpfung in der Schweiz. Dübendorf, 1997.
- Kölz M.: Die Anwendbarkeit der bundesrechtlichen Lärmschutzvorschriften auf menschlichen Alltagslärm und verwandte Lärmarten in: Umweltrecht in der Praxis, Dezember 1993
- Meyer A.: Noise abatement at Zürich airport in: Pedoe N.T. et, al: Environmental management at airports. Manchester, 1996
- OECD: Environmental Performance Review of Switzerland. Conclusions and Recommendations. Paris, 1998
- Oliva C.: Belastungen durch Flug- und Strassenlärm. Eine Lärmstudie am Beispiel der Flughäfen Genf und Zürich. Berlin, 1998
- Ortscheid, J., Wende, H.: Fluglärmwirkungen, Umwelt Bundesamt Berlin, 2000.
- Popp Ch.: Zukünftige Lärmschutzpolitik in Europa, in: Lärmreport 1/99.
- Prognos: European Transport Report. Basel, 2000
- Schweizerischer Bundesrat: Strategie zur nachhaltigen Entwicklung. Bern, 1997



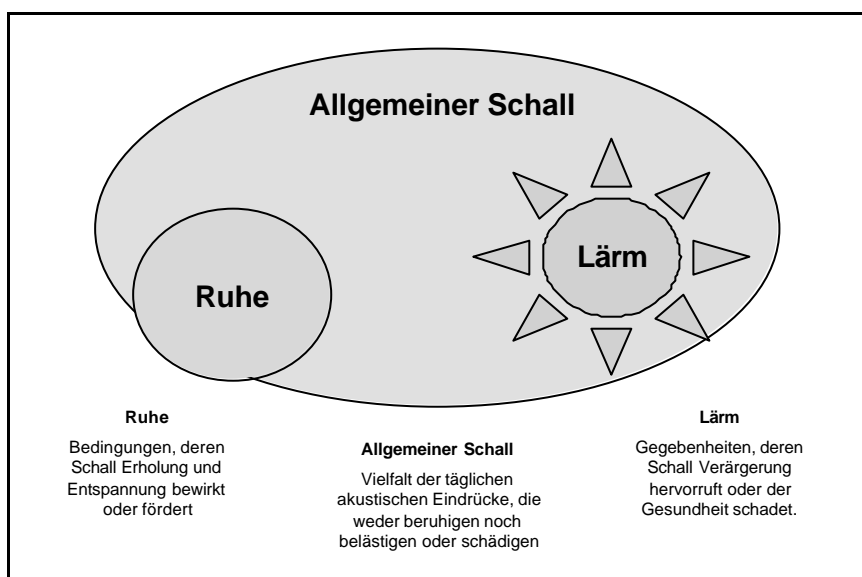


## Anhang A: Materielle Grundlagen der Lärmbekämpfung

### Abgrenzung von Schall, Ruhe und Lärm

Schall ist eine physikalische und damit eine wertneutrale Kategorie. Physikalisch handelt es sich dabei um Druckschwankungen, welche sich wellenartig in einem Medium (Luft, Flüssigkeit, Körper) bewegen. Wichtige Eigenschaften von Schallwellen sind der Schalldruck (Druckschwankungen), spektrale Eigenschaften (Frequenz) und der zeitliche Verlauf.

Die Aufteilung von Schall in Ruhe und Lärm (Abb. A1) erfolgt durch die menschliche Wahrnehmung und Bewertung. Ruhe kann die Abwesenheit von Schall bedeuten, ein Zustand, welcher in der Natur aber praktisch nie vorkommt. Ist es «praktisch ruhig» wird der vorhandene Schall als angenehm und entspannend wahrgenommen. Im negativen Sinn wird störender oder gesundheitsschädigender Schall als Lärm bezeichnet<sup>13</sup>.



**Abb. A1**  
Abgrenzung von Schall, Ruhe und Lärm<sup>13</sup>.

### Erschütterungen und abgestrahlter Körperschall

Unter Erschütterungen oder Vibrationen versteht man mechanische Schwingungen in festen Körpern. Zur weiteren Unterscheidung werden Erschütterungen oft als störende oder lästige mechanische Schwingungen bezeichnet, wobei diese Begriffe nicht von allen Autoren einheitlich verwendet werden.

Unter abgestrahltem Körperschall versteht man den von festen Körpern herrührenden Schall, welcher durch Erschütterungen oder Vibrationen verursacht wird. Ein bekanntes Beispiel dafür ist die schwingende Waschmaschine, welche durch ihre Vibrationen in anderen Zimmern oder Wohnungen zu Lärmbelästigungen durch vibrierende Wände führt. Abgestrahlter Körperschall wird grundsätzlich gleich behandelt wie Lärm, der nur durch die Luft von der Quelle zum Empfänger gelangt.

Die grössten Erschütterungsquellen im Umweltbereich sind die Eisenbahnen. Weitere Verursacher sind Baumaschinen und Industriebetriebe. Im Gegensatz zum Lärm erfordert die Sanierung von Erschütterungen meist einen grossen Aufwand, so dass Erschütterungsbekämpfung möglichst frühzeitig bei der Erstellung der betreffenden Anlagen einsetzen muss.

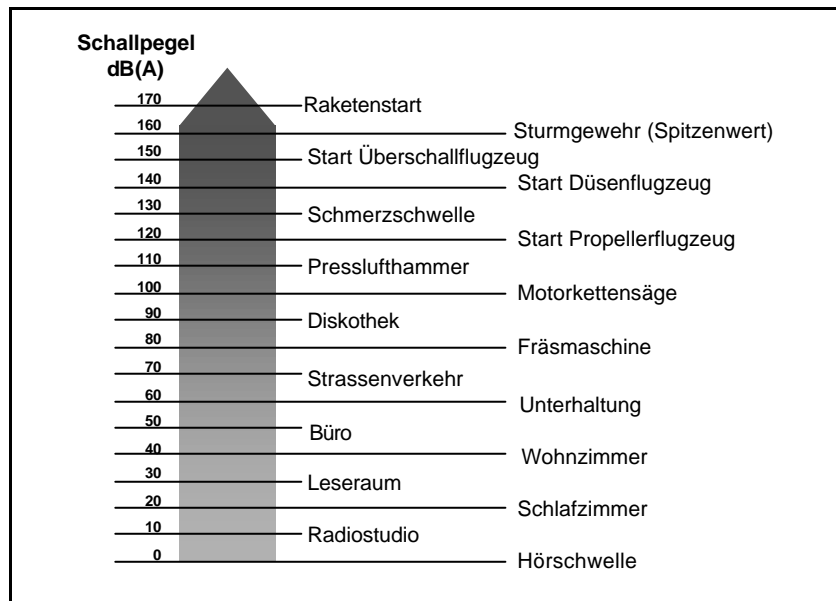
## Schalldruck

Die Einheit für den Druck ist das Pascal ( $1\text{Pa} = 1\text{N/m}^2$ ). Für unser Gehör relevant ist der Schall mit Schalldrücken von knapp hörbar ( $2 \cdot 10^{-5}\text{Pa}$ ) bis zur Schmerzschwelle ( $100\text{Pa}$ ). In der praktischen Anwendung ist der Schwankungsbereich der Zahlen von rund 7 Zehnerpotenzen unhandlich, weshalb man anstelle der Einheit Pascal eine logarithmische Darstellung verwendet. Der Schalldruck  $p$  wird dabei auf die Hörschwelle ( $p_0$ ) bezogen:

$$L = 10 \log\left(\frac{p^2}{p_0^2}\right)$$

Das aus dieser Berechnung resultierende Mass wird als Dezibel bezeichnet und reicht für den normalen Hörbereich von 0 bis 130dB(A).

**Abb. A2**  
Übersicht verschiedener Schallpegel.



Das Dezibel ist zwar keine eigentliche Einheit, wird in der Akustik aber praktisch als solche verwendet. Zu beachten ist unbedingt, dass bei der Addition von mehreren Lärmquellen nicht einfach die logarithmischen dB-Werte zusammengezählt werden dürfen, sondern die Berechnung über die Originalgrösse des Schalldrucks (bzw. über die Schallenergie proportional zu  $p^2$ ) erfolgen muss.

## Addition von Schallpegeln

Die Summe  $L$  zweier (nicht kohärenter) Schallquellen mit den Schallpegeln  $L_1$  und  $L_2$  berechnet sich nach folgender Formel:

$$L = 10 \log(10^{L_1/10} + 10^{L_2/10})$$

Für den Fall, dass beide Schallquellen gleich laut sind, ergibt sich ein um 3dB höherer Summenpegel als durch die jeweiligen Einzelpegel.

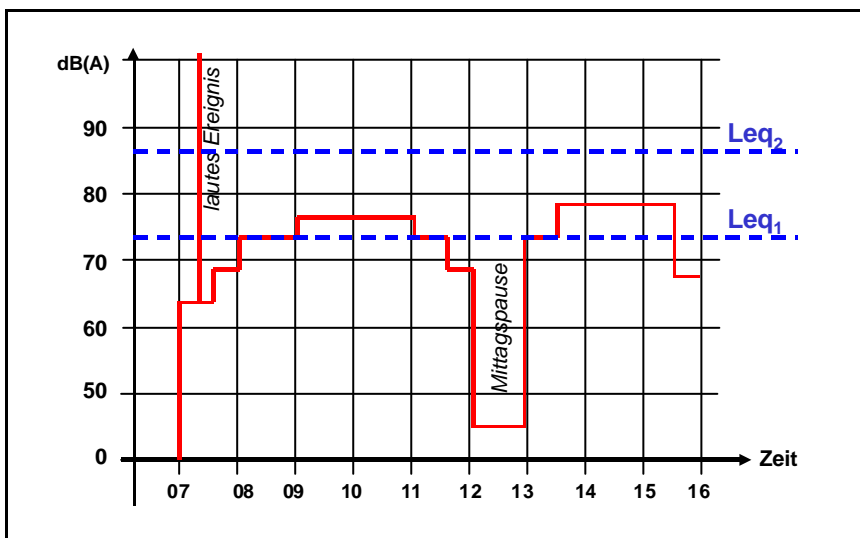
### Filterkurven

Die Empfindlichkeit unseres Gehörs ist abhängig von der Frequenz. Die grösste Empfindlichkeit liegt bei etwa 4000Hz, während sie beispielsweise bei 100Hz um rund 20dB schwächer ist. Diese Frequenzabhängigkeit muss bei der Beurteilung eines Schallpegels berücksichtigt werden, was durch die Verwendung eines entsprechenden Filters geschieht. Der am meisten verwendete Filter ist der A-Filter, bzw. die A-Bewertung. Mit einer solchen Filterkurve bestimmte Schallpegel werden durch das Anfügen eines eingeklammerten A gekennzeichnet, z.B.  $L_{eq}(A)$ .

### Zeitlicher Mittelungspegel

Viele Schallquellen sind zeitlich variabel, was die Angabe eines Pegels erschwert. Zur Angabe eines mittleren Pegels wird die Energie der Schallquelle über eine gewisse Zeit gemittelt und dann umgerechnet in den sogenannten «Mittelungspegel» oder «energie-äquivalenten Dauerschallpegel»  $L_{eq}$ . Über den betrachteten Zeitraum hat der  $L_{eq}$  die gleiche akustische Energie wie der variable Pegel. Auch der  $L_{eq}$  Pegel wird in dB angeben.

Das Beispiel in Abb. A3 zeigt, wie sich der zeitliche Ablauf des Schallpegels an einem Arbeitsplatz (Büro) auf den Mittelungspegel auswirkt. Der  $L_{eq1}$  wird dabei ohne das laute Ereignis um 7:20 berechnet. Auffallend ist, wie schwach sich die ruhige Mittagspause auswirkt. Demgegenüber veranschaulicht der  $L_{eq2}$  den Effekt, den ein sehr kurzes, aber lautes Ereignis im Mittelungspegel hinterlässt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Mittelungspegel die überproportionalen Schallenergieanteile der Pegelspitzen berücksichtigt.



**Abb. A3**  
Berechnung des Mittelungspegels ( $L_{eq}$ ) aus dem zeitlich variierenden Schallpegelverlauf.

Der Mittelungspegel  $L_{eq}$  vereinigt somit die Ruhezeitanteile, die Ereignishäufigkeit und die Pegelspitzen auf ein einziges Mass. Er ist daher gut geeignet, um die Schallbelastung über eine festgelegte Zeit zu beschreiben.

Trotzdem taugt der  $L_{eq}$  nicht zur Erfassung aller Situationen. Treten z.B. einzelne sehr laute Ereignisse auf, können diese zu Gehörschäden oder Aufwachreaktionen beim Schlafen führen, ohne dass dies aus dem Mittelungspegel ersichtlich wäre. Für diese Fälle (z.B. Schiesslärm, Schlafstörungen) eignet sich der Spitzenpegel  $L_{max}$  als Beschreibungsmass besser.

## Der Beurteilungspegel

Da nicht jede Lärmart (z.B. Strassen, Eisenbahnen, Schiessen) das gleiche Ausmass an Störwirkung bzw. Lästigkeit bewirkt, versucht die Lärmbekämpfung das Belastungsmass zu normieren.

Die Basis bildet dabei der Mittelungspegel  $L_{eq}$ , der aber durch einen von der Lärmart abhängigen Korrekturfaktor ergänzt wird. Das neue Mass nennt sich Beurteilungspegel  $L_r = L_{eq} + K$  (auf Englisch rating level) und wird ebenso wie der  $L_{eq}$  in Dezibel angegeben.

## Weitere Pegelmasse

Es gibt eine Fülle von weiteren Lärmbelastungsmassen. Der  $L_1$  ist z.B. jener Pegel, der nur während 1% der Messzeit überschritten war. Es handelt sich somit um ein Pegelspitzenmass. Der  $L_{10}$  ist entsprechend jener Pegel, der während 10% einer Messzeit überschritten wird. Für die Beurteilung des Fluglärms war in der Schweiz bis Mai 2000 der Noise and Number Index NNI vorgeschrieben. Der NNI setzt sich zusammen aus einem Ereignishäufigkeits- und einem Pegelspitzenanteil. Er berücksichtigt nur Ereignisse über 68dB(A), womit er sich zwar zur Beschreibung der Fluglärmbelastung im Nahbereich eignet, nicht aber im Fernbereich.

In einer der EU-Kommission vorgelegten neuen Richtlinie zur Harmonisierung der Lärmbekämpfung<sup>12</sup> werden ein 24-Stunden-Index ( $L_{den}$ ) und ein Nacht-Index ( $L_{night}$ ) vorgeschlagen. Der  $L_{den}$  teilt die 24 Stunden in drei Phasen auf: Tag (day) =12h, Abend (evening) = 4h und Nacht (night)=8h. Der Lärmbelastungs-Index basiert dabei auf dem Mittelungspegel, wobei die Abendstunden mit einem Malus von 5dB und die Nachtstunden mit einem solchen von 10dB belastet werden.

$$L_{den} = 10 \log \left( \frac{1}{24} \left( 12 \cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{night}+10}{10}} \right) \right)$$

Der  $L_{night}$  gilt nur für die Nacht über eine Zeit von 8 Stunden und ist der A-frequenzbewertete äquivalente Dauerschallpegel, bestimmt über den Beurteilungszeitraum eines Jahres.

Die Auswahl an Belastungsmassen ist sehr gross. Es hat sich aber in vielen Untersuchungen gezeigt, dass ihr Beitrag zur Erklärung von Störwirkungen relativ bescheiden ist (ca. 30% erklärter Varianz). Man kann es auch umdrehen: Gestützt auf die Lärmbelastung ist die Vorhersagewahrscheinlichkeit für Störwirkungen, relativ tief. Vergleiche zwischen verschiedenen Massen haben ergeben, dass diese untereinander stark korrelieren. Dies wiederum bedeutet, dass der Wahl eines bestimmten Belastungsmasses in der Praxis nicht jenes Gewicht zukommt, wie man dies aufgrund der vielen Streitigkeiten um das richtige Mass bisweilen annehmen könnte. Aus diesem Grund und wegen der Einfachheit beim Bestimmen des  $L_{eq}$  (Messen oder Berechnen) hat sich international immer mehr der Mittelungspegel als Basis für die Lärmbeurteilung durchgesetzt. Tritt der Vorschlag für die oben erwähnte EU-Richtlinie in Kraft, wird sich der  $L_{den}$  in Europa langfristig durchsetzen.

## Messen und berechnen

Es gibt einen Mythos der Lärmmessung. Viele Laien glauben, das Ausmass einer Lärmbelastung könne nur durch Messungen ermittelt werden. Experten bestreiten nicht, dass Messungen zwar nötig und gerechtfertigt, aber praktisch immer ungenau, aufwändig, personalintensiv und entsprechend teuer sind.

Die Entwicklung der EDV ermöglicht es inzwischen, Lärmbelastungen zu modellieren. Heute bestehen umfangreiche Simulationsprogramme, welche sowohl die Berechnung von Einzellärmsituationen als auch ganze Lärmbelastungskataster ermöglichen. Die Lärmmessungen haben deshalb an Bedeutung verloren. Sie kommen heute unter anderem noch bei der Projektierung von Schallschutzmassnahmen zur Anwendung sowie in Konfliktfällen zur punktuellen Überprüfung von Simulationsrechnungen.

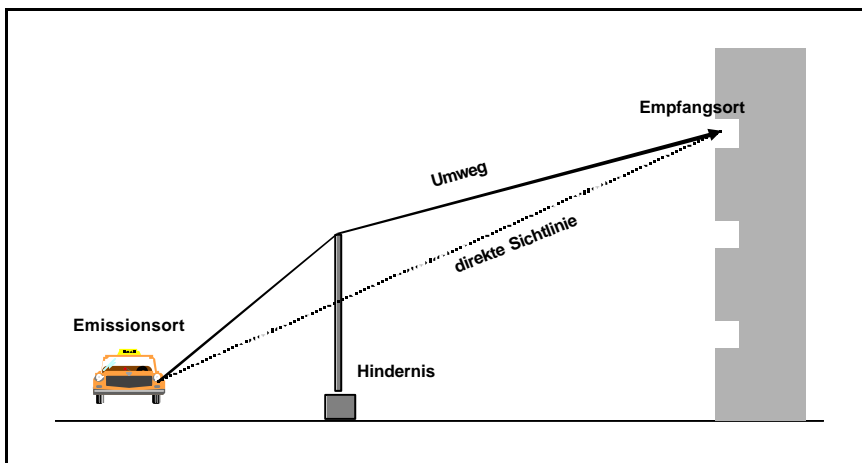
## Schallausbreitung

Bei der Schallausbreitung sind Effekte wie Dämpfung, Beugung und Reflexion zu berücksichtigen.

Die sich im Medium (Luft, Wasser, Körper) ausbreitenden Wellen werden gedämpft. Mit zunehmender Distanz vom Ort ihres Ursprungs schwächen sie sich also ab. Die Dämpfung hängt neben dem Medium u.a. auch von der Schallquellendimension ab. So nimmt der Schallpegel in der Luft bei einer Linienquelle (z.B. Strasse) mit einer Verdoppelung des Abstands um 3dB und bei einer Punktquelle (z.B. Helikopter im Schwebeflug) um 6dB ab.

Schallwellen werden durch ein Hindernis auf dem Ausbreitungsweg gebeugt (siehe Abb. A4), d.h. der Schallstrahl krümmt sich um das Hindernis, so dass der Lärm trotz fehlender direkter Sichtlinie wahrgenommen wird.

Treffen Schallwellen auf eine Oberfläche, so wird ein Teil des Schalls in Abhängigkeit von der Körpercharakteristik reflektiert. Bei Lärmschutzwänden gilt es diesen Effekt zu berücksichtigen, damit gegenüberliegende Gebiete nicht von den reflektierten Lärmeinwirkungen tangiert werden.



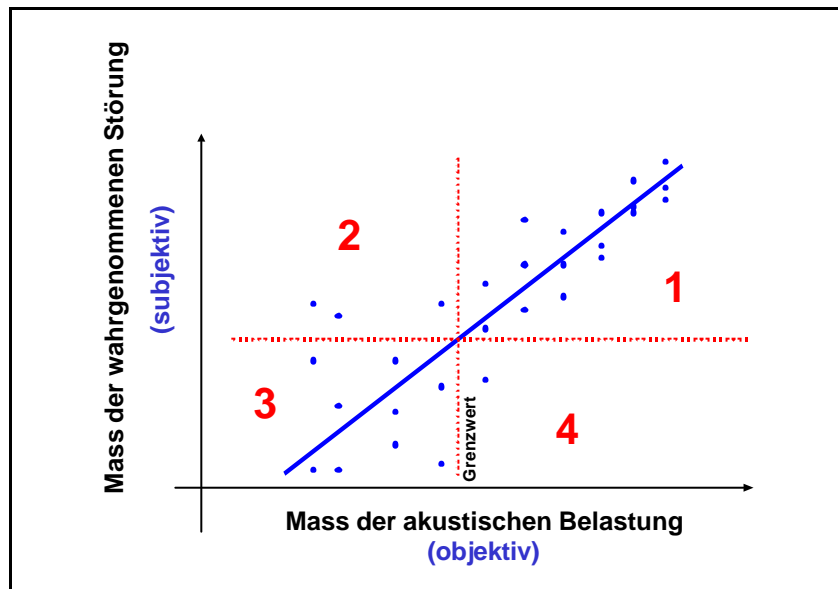
**Abb. A4**  
Effekt der  
Schallbeugung.

## Festlegung von Belastungsgrenzwerten

Bei der Festlegung von Belastungsgrenzwerten besteht das Problem einerseits darin, einen Zusammenhang zwischen einer bestimmten (objektiven) akustischen Belastung und einer (subjektiv) wahrgenommenen Störung zu bestimmen. Andererseits ist ein Grenzwert der Belastung zu fixieren, bei dessen Erreichen eine Störung als erheblich, bzw. als unzumutbar betrachtet wird.

Der statistische Zusammenhang zwischen akustischer Belastung und wahrgenommener Störung ist nicht sehr gross, da die Streuung des Lärmurteils von Mensch zu Mensch und von Untersuchung zu Untersuchung differiert. Der mathematische Zusammenhang ist nicht zwingend linear, wie in Abb. A5. Es ist Sache der Datenanalyse, dies zu prüfen. Um «gerechte» Grenzwerte bestimmen zu können, muss jenes Modell gefunden werden, das den statistischen Zusammenhang der beiden Variablen am besten beschreibt.

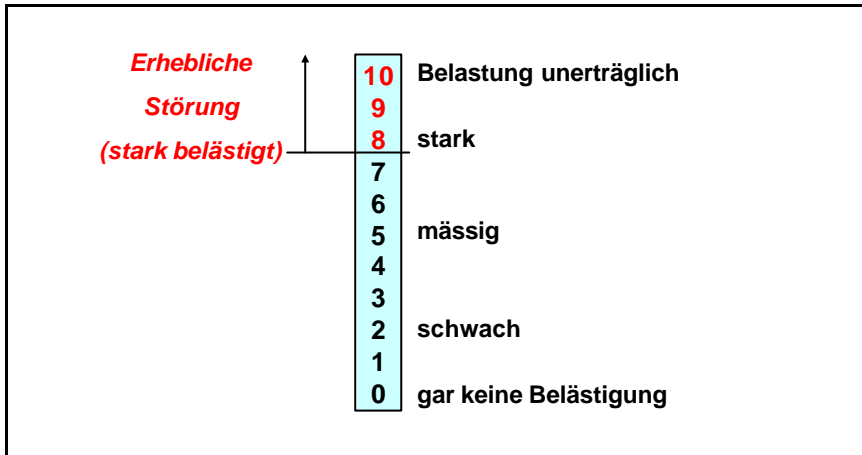
**Abb. A5**  
Zusammenhang zwischen Belastung und Störung.



Mit der Festlegung eines Grenzwerts wird eine Limite aufgrund eines Kriteriums festgelegt. Für den Immissionsgrenzwert gemäss Art. 15 USG ist es das Kriterium der erheblichen Störung. Demnach dürfen nach dem Stand der Wissenschaft oder der Erfahrung Immissionen unterhalb dieser Werte die Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden nicht erheblich stören<sup>23</sup>. Daraus ergeben sich in Abb. A5 vier Quadranten, welche einige Stärken und Schwächen des Grenzwertprinzips illustrieren.

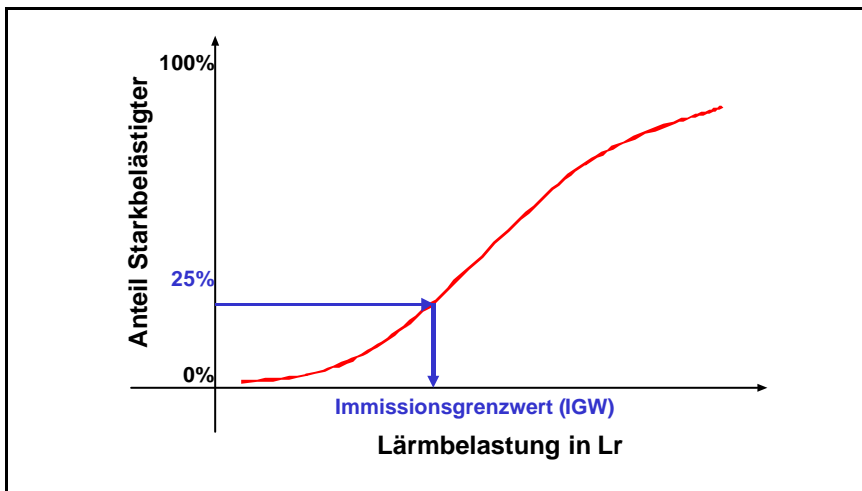
In Feld 1 befinden sich jene Personen, die einer über dem Grenzwert liegenden Lärmbelastung ausgesetzt sind und die sich dadurch stark gestört fühlen. Die Grenzwert-Regelung ist vor allem für sie gedacht. Feld 2 umfasst Personen, die zwar in Situationen mit nicht überschrittenen Grenzwerten leben, sich durch den Lärm aber dennoch stark gestört fühlen. Sie werden also durch das Grenzwertprinzip nicht geschützt. In Feld 3 bestehen bei tiefer Lärmbelastung wenig Probleme. Feld 4 enthält jene Personen, welche zwar einer über dem Grenzwert liegenden Lärmbelastung ausgesetzt sind, sich dadurch aber nicht oder nur beschränkt gestört fühlen. Die Frage nach den gesundheitlichen Beeinträchtigungen stellt sich hier aber trotzdem.

In der Schweiz wird als akustisches Belastungsmass der Beurteilungspegel  $L_r$  verwendet. Die subjektiv wahrgenommene Störung erfasst man durch Befragungen einer repräsentativen Stichprobe von Lärmbetroffenen. Anhand eines sogenannten Skalometers können die Personen ihre Betroffenheit angeben, wobei Antworten mit den Einheiten 8, 9 und 10 auf der Skala als erhebliche Lärmstörung taxiert werden (Abb. A6).



**Abb. A6**  
Skalometer zur Befragung der Störempfung bei den Lärmbelästigten.

Da die Angaben der Befragten stark streuen, entspricht es in der Schweiz einer ungeschriebenen Konvention, den Immissionsgrenzwert erst dort anzusetzen, wo sich mindestens 15 bis 25% der Betroffenen stark belästigt fühlen (Skaleneinheit 8 bis 10) (Abb. A7).



**Abb. A7**  
Festlegung von Immissionsgrenzwerten bei einem Anteil von 15 bis 25% stark Gestörten.

Diese Konvention ist nicht unumstritten, wird damit doch in Kauf genommen, dass sich bis ein Viertel der betroffenen Bevölkerung trotz Einhaltung des Grenzwerts immer noch stark gestört fühlt. In der Praxis hat sich dieses Verfahren aber bisher bewährt.

Der mit diesem Verfahren bestimmte Immissionsgrenzwert (IGW) gilt für Wohngebiete (ES II). Für Ruhezonen (ES I) ist ein um 5dB strengerer Wert massgebend. Für Zonen mit gemischter Nutzung (Wohn- und Gewerbenutzung, ES III) gilt ein um 5dB und für Industriegebiete (ES IV) ein um 10dB weniger strenger Wert.

Zur Festlegung der Planungs- und Alarmwerte werden keine weiteren Befragungen durchgeführt. Die Planungswerte setzt man in der Regel um 5dB strenger an als die IGW, damit auch der Lärm von mehreren Anlagen zusammen unterhalb der IGW zu liegen kommt. Eine um 5 bis 10dB über den IGW liegende Lärmbelastung gilt als dringlicher Sanierungsfall, so dass die Alarmwerte in diesem Bereich festgelegt werden.

Das beschriebene Vorgehen eignet sich für die Bestimmung der Grenzwerte von Tageslärm. Für die Nacht werden die Grenzwerte entweder um 5 bis 10dB strenger angesetzt oder aufgrund von Aufwachreaktionen während der Schlafphase bestimmt.

Als Beispiel sind in Abbildung A8 die Grenzwerte für den Lärm von Strassenverkehrsanlagen, Eisenbahnanlagen sowie Industrie- und Gewerbeanlagen angegeben. Für weitere Einzelheiten, insbesondere für die entsprechenden Korrekturfaktoren, wird auf die Anhänge der LSV verwiesen.

**Abb. A8**  
Belastungsgrenzwerte der  
Lärmschutz-Verordnung  
(Beispiel für Strassenver-  
kehrslärm).

*Beurteilungspegel Lr*  
*Tag:=06-22 Uhr;    Nacht:=22-06 Uhr*

Empfindlich- keitsstufe	Planungswert		Immissions- grenzwert		Alarmwert	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
ES I	50	40	55	45	65	60
ES II	55	45	60	50	70	65
ES III	60	50	65	55	70	65
ES IV	65	55	70	60	75	70

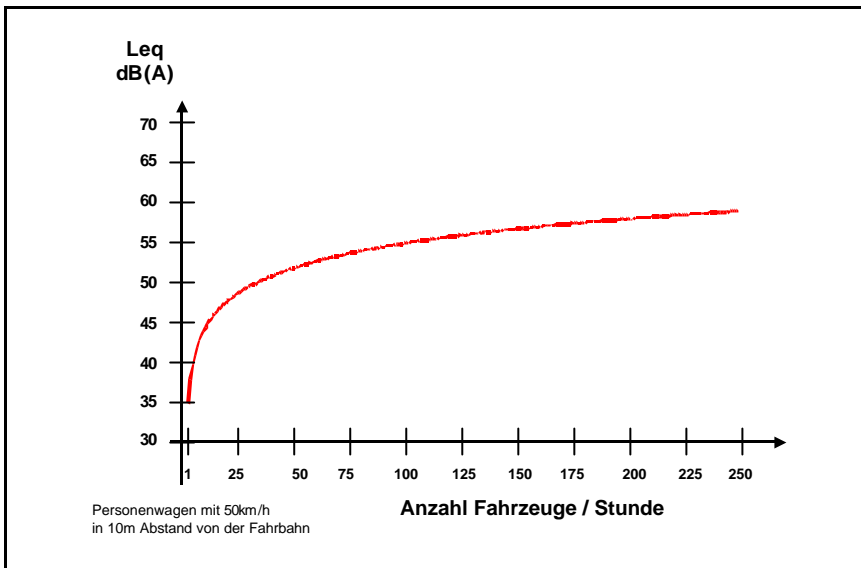
## Lärmbekämpfungsmassnahmen

Die effizienteste Massnahme zur Lärmbekämpfung ist die Emissionsbeschränkung, also die Realisierung von technischen oder betrieblichen Massnahmen, um die Lärmquellen so leise wie möglich zu halten. Als nächster Schritt sind Massnahmen auf dem Ausbreitungsweg vorzunehmen. Auch diese gelten rechtlich als Emissionsbeschränkung, da sie Gebiete grossflächig vor Lärm schützen können.

Eine Vorstellung von der Wirkung betrieblicher Massnahmen lässt sich aus Abb. A9 gewinnen. Hier ist die Lärmbelastung in Abhängigkeit der Anzahl Personenwagen pro Stunde in einem Abstand von 10 Metern zur Strasse dargestellt.

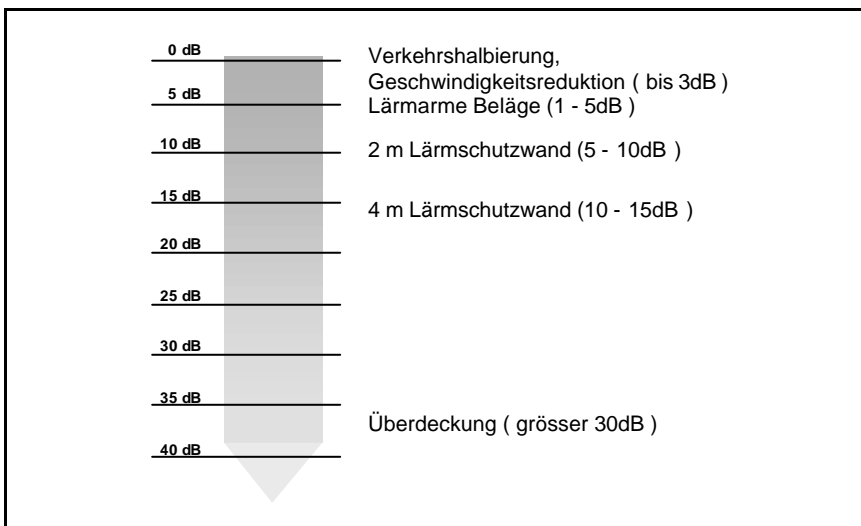
Da sich aus einer Halbierung des Verkehrs «nur» eine Reduktion der Belastung um 3dB ergibt, müssen relativ einschneidende betriebliche Massnahmen getroffen werden, um die Lärmbelastung im Umfeld einer viel befahrenen Strasse deutlich zu senken. Aus Sicht der Lärmbekämpfung können Verkehrsverlagerungen auf Strassen mit ohnehin grossem Verkehrsaufkommen allerdings Sinn machen, wenn dadurch schwach befahrene Strassen nicht weiter belastet werden.





**Abb. A9**  
Beispiel für den Einfluss der Anzahl Fahrzeuge pro Stunde auf die Lärmbelastung in 10m Distanz von der Strasse.

Die Wirkungsbereiche einiger klassischer Massnahmen sind in Abb. A10 aufgeführt. Wichtig dabei ist, dass wirksame Lärmbekämpfung nicht nur durch eine einzelne Massnahme erfolgt, sondern mittels einer Kombination von mehreren Massnahmen. Neben dem reinen Schutzgedanken ist dabei auch das Kosten-Nutzen-Verhältnis<sup>5</sup> ein wichtiges Kriterium, d.h. die Kosten der Massnahmen einerseits und der monetarisierte Nutzen der Lärmreduktion für die Umwelt (Wertverminderung an Immobilien durch Lärm) andererseits.



**Abb. A10**  
Übersicht der Wirkung von Lärmschutzmassnahmen.

Auf der Immissionsseite kommen in den meisten Fällen nur Schallschutzfenster in Betracht. Diese haben zwar eine Schutzwirkung von über 30dB, schützen aber die Bevölkerung nur in den Gebäuden. Schallschutz an Gebäuden gilt daher immer nur als letzter Ausweg in der Lärmbekämpfung, um den Menschen einen minimalen Schutz zu gewähren.

Weitere Massnahmen stehen sodann der Raumplanung zur Verfügung. Durch das Verhindern von Wohnbauten in lärmbelasteten Gebieten sowie eine optimale Anordnung der lärmempfindlichen Räumen der Häuser lassen sich vor allem zukünftige Lärmprobleme wirkungsvoll verhindern.



## Anhang B: Rechtliche Grundlagen zur Lärmbekämpfung

### Schweizerisches Recht

#### Bundesverfassung

[Art. 74](#) Umweltschutz

- 1 Der Bund erlässt Vorschriften über den Schutz des Menschen und seiner natürlichen Umwelt vor schädlichen oder lästigen Einwirkungen.
- 2 Er sorgt dafür, dass solche Einwirkungen vermieden werden. Die Kosten der Vermeidung und Beseitigung tragen die Verursacher.
- 3 Für den Vollzug der Vorschriften sind die Kantone zuständig, soweit das Gesetz ihn nicht dem Bund vorbehält.

#### Umweltschutzgesetzgebung

[814.01](#) Bundesgesetz über den Umweltschutz vom 7. Oktober 1983 (Umweltschutzgesetz; USG).

[814.41](#) Lärmschutzverordnung vom 15. Dezember 1986 (LSV)

[814.49](#) Schall- und Laserverordnung vom 24. Januar 1996 (Verordnung über den Schutz des Publikums von Veranstaltungen vor gesundheitsgefährdenden Schalleinwirkungen und Laserstrahlen)

[814.011](#) Verordnung vom 19. Oktober 1988 über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV) vom 19. Oktober 1988

[742.144](#) Bundesgesetz über die Lärmsanierung der Eisenbahnen vom 24. März 2000  
Verordnung über die Lärmsanierung der Eisenbahnen.  
(Zurzeit des Druckes noch in Bearbeitung)

#### Schweiz. Zivilgesetzbuch (ZGB)

[Art. 684/679](#) III. Nachbarrecht

#### Raumplanungsgesetzgebung

[700](#) Bundesgesetz über die Raumplanung vom 22. Juni 1979 (Raumplanungsgesetz, RPG)

[700.1](#) Verordnung über die Raumplanung (RPV) vom 28. Juni 2000

#### Strassenverkehrsgesetzgebung

[741.01](#) Strassenverkehrsgesetz vom 19. Dezember 1958 (SVG)

[741.11](#) Verkehrsregelnverordnung vom 13. November 1962 (VRV 1)

[741.41](#) Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge vom 19. Juni 1995 (VTS)

- [741.412](#) Verordnung über technische Anforderungen an Transportmotorwagen und deren Anhänger vom 19. Juni 1995 (TAFV 1)
- [741.413](#) Verordnung über technische Anforderungen an landwirtschaftliche Traktoren vom 19. Juni (TAFV 2)
- [741.414](#) Verordnung über technische Anforderungen an Motorräder, Leicht-, Klein- und dreirädrige Motorfahrzeuge vom 2. September 1998 (TAFV 3)
- [741.51](#) Verordnung über die Zulassung von Personen und Fahrzeugen zum Strassenverkehr vom 27. Oktober 1976 (VZV)
- [741.511](#) Verordnung über die Typengenehmigung von Strassenfahrzeugen vom 19. Juni 1995 (TGV)
- [510.710](#) Verordnung über den militärischen Strassenverkehr vom 17. August 1994 (VMSV)

#### **Eisenbahngesetzgebung**

- [742.101](#) Eisenbahngesetz vom 20. Dezember 1957 (EBG)
- [742.31](#) Bundesgesetz über die Schweizerischen Bundesbahnen vom 20 März 1998 (SBBG)

#### **Seilbahngesetzgebung**

- [743.25](#) Verordnung über subventionierte Luftseilbahnen mit Personenbeförderung ohne Bundeskonzession des EVED vom 24. Oktober 1961

#### **Luftfahrtsgesetzgebung**

- [748.0](#) Bundesgesetz über die Luftfahrt vom 21. Dezember 1948 (Luftfahrtgesetz; LFG)
- [748.01](#) Luftfahrtverordnung vom 14. November 1973 über die Luftfahrt (LFV)
- [748.112.11](#) Verordnung über die Gebühren des Bundesamtes für Zivilluftfahrt vom 25. September 1989 (VGZ)
- [748.121.11](#) Verordnung über die Verkehrsregeln für Luftfahrzeuge des UVEK vom 4. Mai 1981 (VVR)
- [748.121.12](#) Verordnung über lärmbedingte Betriebseinschränkungen für Strahlflugzeuge vom 23. Febr. 1994
- [748.131.1](#) Verordnung über die Infrastruktur der Luftfahrt vom 23. November 1994 (VIL)
- [748.215.3](#) Verordnung über die Emissionen von Luftfahrzeugen (VEL) vom 10. Januar 1996 (Stand am 4. Juli 1996)

#### **Binnenschifffahrtsgesetzgebung**

- [747.201](#) Bundesgesetz über die Binnenschifffahrt vom 3. Oktober 1975 (BSG)
- [747.201.1](#) Binnenschifffahrtsverordnung vom 8. November 1978 (BSV)
- [747.223.1](#) Verordnung der Internationalen Schifffahrtskommission über die Schifffahrt auf dem Bodensee (Bodensee-Schifffahrts-Ordnung)

Abgeschlossen am 13. Januar 1976 vom Bundesrat genehmigt am 17. März 1976

[0.747.221.1](#) Abkommen zwischen dem Schweizerischen Bundesrat und der Regierung der Französischen Republik betreffend die Schifffahrt auf dem Genfersee

[0.747.221.11](#) Reglement über die Schifffahrt auf dem Genfersee

Abgeschlossen am 7. Dezember 1976 von der Bundesversammlung genehmigt am 27. Februar 1978

[0.747.223.11](#) Übereinkommen über die Schifffahrt auf dem Bodensee

Abgeschlossen am 1. Juni 1973 von der Bundesversammlung genehmigt am 26. Juni 1974

[0.747.225.1](#) Abkommen zwischen der Schweiz und Italien betreffend die Schifffahrt auf dem Langensee und dem Luganersee

Abgeschlossen am 2. Dezember 1992 von der Bundesversammlung genehmigt am 16. Dezember 1993

[747.301](#) Seeschifffahrtsverordnung vom 20. November 1956

#### **Schiesswesen**

[510.10](#) Bundesgesetz über die Armee und die Militärverwaltung vom 3. Februar 1995 (Militärgesetz; MG)

[510.512](#) Schiessanlagen-Verordnung des EMD vom 27. März 1991 über die Schiessanlagen für das Schiesswesen ausser Dienst (SchAV)

#### **Gesundheitsschutz im Bauwesen**

[842](#) Bundesgesetz über Massnahmen zur Förderung des Wohnungsbaues vom 19. März 1965 (WFG)

[842.2](#) Verordnung über Bundeshilfe zur Förderung des Wohnungsbaues vom 22. Februar 1966

[843.1](#) Verordnung zum Wohnbau- und Eigentumsförderungsgesetz vom 30. November 1981

[0.822.722.0](#) Übereinkommen Nr. 120 vom 8. Juli 1964 über den Gesundheitsschutz im Handel und in Büros

#### **Arbeitnehmerschutz**

[822.11](#) Bundesgesetz über die Arbeit in Industrie, Gewerbe und Handel vom 13. März 1964 (Arbeitsgesetz; ArG)

[822.113](#) Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz vom 18. August 1993 (ArGV 3)

[819.1](#) Bundesgesetz über die Sicherheit von technischen Einrichtungen und Geräten vom 19. März 1976 (STEG)

[832.20](#) Bundesgesetz über die Unfallversicherung vom 20. März 1981 über die Unfallversicherung (UVG)

## EU-Recht

Nummer	Stichwort	Titel	Bemerkungen
70/157	Kraftfahrzeuge Auspuffanlage	Richtlinie 70/157/EWG des Rates vom 6. Februar 1970 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über den zulässigen Geräuschpegel und die Auspuffvorrichtung von Kraftfahrzeugen <i>Amtsblatt Nr. L 042 vom 23/02/1970 S. 0016–0020</i>	
74/151	landw. Zugmaschinen	Richtlinie 74/151/EWG des Rates vom 4. März 1974 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über bestimmte Bestandteile und Merkmale von land- oder forstwirtschaftlichen Zugmaschinen auf Rädern <i>Amtsblatt Nr. L 084 vom 28/03/1974 S. 0025–0032</i>	
77/311	Arbeitnehmer landw. Zug- maschinen	Richtlinie 77/311/EWG des Rates vom 29. März 1977 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über den Geräuschpegel in Ohrenhöhe der Fahrer von land- oder forstwirtschaftlichen Zugmaschinen auf Rädern <i>Amtsblatt Nr. L 105 vom 28/04/1977 S. 0001–0009</i>	
78/1015	Krafträder Auspuffanlage	Richtlinie 78/1015/EWG des Rates vom 23. November 1978 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über den zulässigen Geräuschpegel und die Auspuffanlage von Krafträdern <i>Amtsblatt Nr. L 349/21 vom 13.12.1978</i>	wurde durch 97/24 ersetzt
80/51	Unterschall Flugzeuge	Richtlinie 80/51/EWG des Rates vom 20. Dezember 1979 zur Verringerung der Schallemissionen von Unterschallflugzeugen <i>Amtsblatt Nr. L 018 vom 24/01/1980 S. 0026–0028</i>	
86/188	Arbeitnehmer Arbeitsplatz	Richtlinie 86/188/EWG des Rates vom 12. Mai 1986 über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch Lärm am Arbeitsplatz <i>Amtsblatt Nr. L 137 vom 24/05/1986 S. 0028–0034</i>	wird ev. in 89/391 eingefügt
86/594	Haushaltgeräte	Richtlinie 86/594/EWG des Rates vom 1. Dezember 1986 über die Geräuschemissionen von Haushaltsgeräten <i>Amtsblatt Nr. L 344 vom 06/12/1986 S. 0024–0027</i>	»kann«-Richtlinie
89/391	Arbeitnehmer	Richtlinie 89/391/EWG des Rates vom 12. Juni 1989 über die Durchführung von Massnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer bei der Arbeit <i>Amtsblatt Nr. L 183 vom 29/06/1989 S. 0001–0008</i>	Noch nichts über Lärm, (in Revision)
89/629	Unterschall- Jets	Richtlinie 89/629/EWG des Rates vom 4. Dezember 1989 zur Begrenzung der Schallemission von zivilen Unterschallstrahlflugzeugen <i>Amtsblatt Nr. L 363 vom 13/12/1989 S. 0027–0028</i>	

Nummer	Stichwort	Titel	Bemerkungen
92/14	Kapitel 2 Flugzeuge	Richtlinie 92/14/EWG des Rates vom 2. März 1992 zur Einschränkung des Betriebs von Flugzeugen des Teils II Kapitel 2 Band 1 des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluffahrt, 2. Ausgabe (1988)  <i>Amtsblatt Nr. L 076 vom 23/03/1992 S. 0021–0027</i>	
92/61	2-, 3-rädrige Kraftfahrzeuge	Richtlinie 92/61/EWG des Rates vom 30. Juni 1992 über die Betriebserlaubnis für zweirädrige oder dreirädrige Kraftfahrzeuge  <i>Amtsblatt Nr. L 225 vom 10/08/1992 S. 0072–0100</i>	Notwendig für 97/24
94/25	Sportboote	Richtlinie 94/25/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Juni 1994 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Sportboote  <i>Amtsblatt Nr. L 164 vom 30/06/1994 S. 0015–0038</i>	
97/24	2-, 3-rädrige Kraftfahrzeuge	Richtlinie 97/24/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 1997 über bestimmte Bauteile und Merkmale von zweirädrigen oder dreirädrigen Kraftfahrzeugen  <i>Amtsblatt Nr. L 226 vom 18/08/1997 S. 0001–0454</i>	Hauptrichtlinie, verweist auf 92/61
00/14	Geräusch- emissionen von «outdoor» Ma- schinen	Richtlinie 2000/14/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Mai 2000 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen  <i>Amtsblatt Nr. L 162 vom 03/07/2000 S. 0001–0078</i>	Ersetzt 9 alte Richtlinien
00/194	Umgebungs- lärm	Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm	Vorschlag