

## 6. INFORMATIONEN ZU WESENTLICHEN MASSNAHMEN AN DER QUELLE

..... **die Inhalte kurz & bündig:**

- > Ausgewählte Primärmaßnahmen werden behandelt, welche dem interessierten Leser einen Überblick über den Stand der Technik zu den in der Praxis am häufigsten vorkommenden Themen bieten sollen.
- > Behandelt werden Lärmschutzmaßnahmen zum Straßenverkehr, Schienenverkehr und Flugverkehr sowie zu gewerblichen Anlagen.
- > Minderungspotenziale zu einzelnen Themen werden aufgezeigt.



## SCHNELL-LESER-INFO



45

Der Fahrgeräuschgrenzwert konnte seit 1970 stark reduziert werden, z.B.: für Busse, LKW und PKW um 10 dB und mehr.



46

Es besteht noch ein Minderungspotenzial zur Reduktion des Reifengeräusches von Kfz.



47

Das Geräuschminderungspotenzial durch Fahrbahndecken beträgt für:  
PKW 2-8 dB  
LKW 2-5 dB  
abhängig von der Fahrbahn-Deckschicht.



48

- Bei Pflasterbelägen ist zu beachten:
- > Ebene Oberflächen und größere Steinformate sind leiser.
  - > Reihenpflasterungen, sind lauter als Bogenpflasterungen.
  - > Pflasterungen mit losen Steinen und vertieften Fugen sind deutlich lauter.



49

Spurrillenfüller mindern die Geräuschentwicklung bei der Kfz-Überfahrt von Bahnübergängen.



50

Absorbierende Tunnelwände reduzieren die Schallabstrahlung an den Portalen.



51

Hauptursache des Schienenlärms ist das Rad-Schiene-Geräusch.



52

Durch den starken internationalen Austausch der Schienenfahrzeuge ist Eisenbahnlärm kein nationales sondern ein internationales Problem.



53

Wirkung lärmarmer Schienenfahrzeuge:

1. Werden 50 % der Güterwagen um 14 dB leiser, so sinkt der Immissionspegel "nur" um 3 dB.
2. Werden 90 % der Güterwagen ersetzt, sinkt der Immissionspegel um rd. 10 dB.



54

Für Rollgeräusch-Reduktion gilt es:

1. Radraugigkeiten zu senken
2. Schienenraugigkeiten zu minimieren
3. weitere Maßnahmen zur Senkung der Geräuschabstrahlung zu setzen



55

Lärmmilde Bremssohlen lassen Minderung des fahrzeugbedingten Schienenlärms um bis zu 10 dB erwarten.



56

Lärmreduktion bei Straßenbahnen:  
- tiefer gezogene Schürzen  
- absorbierende Auskleidung und absorbierende Unterfläche (Drehgestellbereich)



57

Boden-Absorberplatten im Bahntunnel reduzieren den Innenpegel im Tunnel um rd. 10 dB.



58

Die Geräuschreduktion an Stahlbrücken erfordert in der Regel spezielle Maßnahmenpakete.



59

Der Anrainerschutz vor Fluglärm erfordert neben emissionsseitigen Maßnahmen auch immissionsseitige sowie raumplanerische Maßnahmen.



60

Bei Betriebsanlagen sind die Gebäudeabstrahlung sowie lüftungs- und kälte-technische Anlagen in der Regel technisch beherrschbar, frei abstrahlende Flächen (Quellen) können k.o.-Punkte darstellen.

## 6.1 LÄRMSCHUTZMASSNAHMEN ZUM STRASSENVERKEHR

Im Folgenden wird auf wesentliche mögliche Lärminderungsmaßnahmen betreffend den straßenbedingten Verkehr eingegangen, welche ursächlich mit dem Fahrzeug an sich, dem Fahrer und der Thematik Geschwindigkeit, Reifen und Fahrbahn in Zusammenhang stehen.

### 6.1.1 PRIMÄRMASSNAHME "KRAFTFAHRZEUG"

Im praktischen Betrieb setzen sich die Geräusche eines jeden Kraftfahrzeugs aus zwei Anteilen zusammen: dem Antriebsgeräusch und dem Rollgeräusch. Erst bei sehr hohen Geschwindigkeiten kommt zusätzlich das aerodynamische Geräusch (Umströmungsgeräusch) hinzu.

Der Begriff "Antriebsgeräusch" umfasst die Beiträge des Verbrennungssystems (Motor) einschließlich seiner Nebenaggregate mit dem Ansaugsystem und der Auspuffanlage.

Die Höhe des Antriebsgeräusches hängt nur von der Motordrehzahl und der Motorbelastung ab, nicht von der Fahrgeschwindigkeit.

Verkehrssituation und Fahrweise bestimmen also, wie laut der Antrieb ist. Daneben spielt natürlich die technische Auslegung des Fahrzeugs eine Rolle.

Die Grenzwerte für den Lärm von Kraftfahrzeugen werden durch die Europäische Gemeinschaft als Anforderungen an Neufahrzeuge festgesetzt, sodass die Geräuschemissionsgrenzwerte bei der Fahrzeugtypenprüfung kontinuierlich gesenkt und eine Abnahme der Antriebsgeräusche feststellbar möglich wurde, wie die nachstehende Grafik zeigt.



Für PKW gilt seit dem Jahr 1995/96 ein Lärmgrenzwert von 74 dB (A-bewertet). Die bisweilen erreichte Lärminderung am Antrieb des PKW wird allerdings durch die Zunahme von Anzahl und Streckenleistung und durch die Zunahme leistungsstarker und schwerer Fahrzeuge zum Teil egalisiert.

Seit dem Jahr 1996 beträgt der von der EG beschlossene Grenzwert für schwere LKW 80 dB. LKW, die diesen Lärmgrenzwert einhalten, können gemäß der 28ten Novelle zur KDV 1967 (BGBl 451/1989) als "lärmarme LKW" besonders mit einem "L" gekennzeichnet werden.

Damit wurde die Überwachung von Benutzervorteilsregelungen für lärmarme LKW deutlich vereinfacht. Lärmarme LKW sind in Österreich vom geltenden Nachtfahrverbot von 22:00 bis 05:00 Uhr auf allen Transitautobahnen und begleitenden Bundesstraßen ausgenommen.

Als lärmarme LKW gelten LKW ≤ 150 kW mit einem Grenzwert von 78 dB und LKW > 150 kW mit einem Grenzwert von 80 dB.

Für Motorräder wurde mit Inkrafttreten der EU-Richtlinie 97/24/EG ein europaweit einheitlicher Geräuschgrenzwert je nach Maschinenleistung von 75 bis 80 dB festgelegt.

Jedoch erfasst das Geräuschemessverfahren für Motorräder die häufig auftretenden, besonders lauten Fahrzustände mit hohen Drehzahlen nur unzureichend.

Motorräder können damit im tatsächlichen Betrieb beispielsweise die Geräusche von Lastkraftwagen deutlich übertreffen. Außerdem sind Motorradgeräusche häufig besonders auffällig, etwa wenn beim Beschleunigen ein Pegelanstieg von 10 bis 15 dB innerhalb weniger Sekunden auftritt.

Ein Problem stellen auch sehr hohe Geräuschemissionen dar, die verursacht werden, wenn bei Kraftfahrzeugen z. B. Original-Schalldämpfer durch lautere Ersatzschalldämpfer ersetzt werden oder wenn am Fahrzeug andere lärm erhöhende Veränderungen vorgenommen werden.

Als technische Weiterentwicklungen am Fahrzeugsektor sind die in der Regel besonders leisen und meist schadstoffärmeren Gas-, Solar- und Elektrowagen sowie Hybrid- und Brennstoffzellenantriebe anzuführen.

Allerdings befinden sich viele dieser derzeit noch sehr teuren Technologien im Erprobungsstadium, sodass sich zurzeit noch wenig Möglichkeiten bieten, auf diese Fahrzeuge umzusteigen. Hier bleiben die Entwicklungen der nahen Zukunft noch abzuwarten, zumal auch nur eine größere Verbreitung eine schalltechnisch signifikante immissionsseitige Verbesserung erwarten lässt.



### 6.1.2 PRIMÄRMASSNAHME "KRAFTFAHRZEUG-REIFEN"

Die Rollgeräusche vom Kraftfahrzeug hängen im Wesentlichen von Geschwindigkeit, Fahrbahn und Reifentyp ab. Bei höheren Geschwindigkeiten oberhalb ca. 50 km/h, (bei Neufahrzeugen oberhalb ca. 35 km/h) überwiegt bei Personenkraftwagen das Rollgeräusch gegenüber dem Antriebsgeräusch.

Hinzu kommt ein Trend zu schwereren Fahrzeugen mit breiteren Reifen. Dies hat die Problemverschiebung hin zum Rollgeräusch noch erheblich verstärkt.

Mit der im August 2001 veröffentlichten Richtlinie 2001/43/EG des europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 92/23/EWG des Rates über Reifen von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern und über ihre Montage besteht eine einheitliche Messvorschrift für die Messung der Geräuschemission von Reifen; damit ist nun eine Einstufung der verschiedenen Reifen nach ihrer Geräuschemission möglich.

Allerdings werden die Anforderungen der Richtlinie bereits heute von vielen Reifen erfüllt, sodass für Hersteller kaum Anreize zur Weiterentwicklung lärmarmen Reifen bestehen. Sogar die Geräuschemissionen der derzeit auf dem Markt befindlichen LKW-Reifen liegen zum Teil deutlich unter den Grenzwerten der EU-Richtlinie.



46

Weitergehende Reduktionen des Reifengeräusches sind aber nach fachlicher Beurteilung, ohne Einbußen beim Nassbremsverhalten oder Rollwiderstand, durchaus noch möglich.

Der Studie "Lärminderungspotenziale für Straßen- und Schienenverkehr", BMVIT 2004 zufolge würden mehr als 90% der befragten Personen das Angebot zum Kauf lärmarmen Reifen wahrnehmen, rund 60% würden sogar einen bis zu 10% höheren Kaufpreis akzeptieren und z. B. auf umweltbelastende Breitreifen verzichten.

Dem Käufer fehlen gegenwärtig jedoch die nötigen Informationen, einen lärmarmen Reifen zu erkennen, da keine Angaben über die Geräuschpegel der Reifen verfügbar sind.

Es ist also durchaus ein hohes Potenzial zur Senkung des Straßenverkehrslärms bei entsprechender Regelung durch Verordnung betreffend lärmarme Reifen und deren Kennzeichnung erkennbar.

Eine Möglichkeit besteht in der Kennzeichnung von lärmarmen und kraftstoffsparenden Reifen mit dem Umweltzeichen Blauer Engel, wie von der "Jury Umweltzeichen" der Bundesrepublik Deutschland bereits vorgesehen.



Bezüglich weiterer Details wird auf die ÖAL-Richtlinien Nr. 35 "Lärmarme Reifen" und Nr. 39 "Kosteneinsparungspotenzial für den Lärmschutz an Straßen durch Minderung des Rollgeräusches mit dem Einsatz lärmarmen Reifen" verwiesen.

### 6.1.3 PRIMÄRMASSNAHME "LÄRM-MINDERNDER FAHRBAHNBELAG"

Die Fahrbahn bzw. deren Eigenschaften spielen bei der Schallanregung und Schallabstrahlung der auf der Fahrbahnoberfläche abrollenden Reifen eine wichtige Rolle.

Durch die Unebenheiten der Fahrbahn wird der Reifen beim Abrollen zu Radialschwingungen angeregt. Die dadurch hervorgerufene Geräuschabstrahlung ist umso stärker, je unebener und rauer die Straßenoberfläche ist. So können auf sehr unebenem Pflaster wesentlich höhere Pegel entstehen als auf einem schalltechnisch günstigen Fahrbahnbelag.

Zudem werden aufgrund der Rotation des Rades im Reifenprofil entstehende "Luftkammern" in schnellem Wechsel von der Fahrbahnoberfläche abgeschlossen und wieder geöffnet (Stichwort "Air-Pumping-Effekt"), was bei entsprechendem Tempo mit einer zumeist hochfrequenten Geräuschabstrahlung verbunden ist.

Ein schalltechnisch optimierter Fahrbahnbelag muss zum einen also so ausgelegt sein, dass die erwähnten Mechanismen möglichst wenig Rollgeräusch entstehen lassen, andererseits kommt es darauf an, den nicht weiter reduzierbaren Schall möglichst wirkungsvoll zu absorbieren.

Das setzt eine offenporige Deckschicht mit hohem Hohlraumanteil voraus. Leider neigen hohlraumreiche Deckschichten zum Verschmutzen, wodurch auch die lärmindernde Wirkung abnimmt. Es gilt daher, praxistaugliche Reinigungsverfahren zu entwickeln. Überdies weisen offenporige Deckschichten aufgrund von Abnutzungs- bzw. Verschleißerscheinungen zumeist nur eine zeitlich begrenzte bzw. eingeschränkte Lärminderung auf.

Die aufgezeigten Probleme und Anforderungen erfordern umfassende interdisziplinäre Forschungsinitiativen. Aktuell sind der Bau von weiteren Teststrecken und weitergehende Untersuchungen in Österreich schon vorgesehen. Es darf in nächster Zeit mit aktuellen Untersuchungsergebnissen und Erkenntnissen gerechnet werden.

So zeigten erste Untersuchungen für PKW-Reifen bereits, dass durch den Einbau dichter Oberflächen und durch Realisierung optimaler Texturen eine Minderung der Reifen-Fahrbahn-Geräusche von 2 bis 4 dB, unter Berücksichtigung schallabsorbierender, offenporiger Deckschichten neuester Technologie sogar von 6 bis 8 dB erreichbar erscheinen.

Für LKW-Reifen sind geringere Minderungspotenziale bei dichten Fahrbahnoberflächen von etwa 2 dB zu erwarten. Erst wenn man der Fahrbahndeckschicht zusätzliche Eigenschaften wie hohes Schallabsorptionsvermögen verleiht (offenporige Deckschichten), ist gegenüber den "leisesten" dichten Oberflächen das Geräuschminderungspotenzial der offenporigen Fahrbahnen für LKW-Reifen bei 4 bis 5 dB anzunehmen.

Zur Beurteilung der Dauerhaftigkeit der Wirkung sowie der Lebensdauer der Beläge sind die Ergebnisse von Langzeituntersuchungen noch abzuwarten.

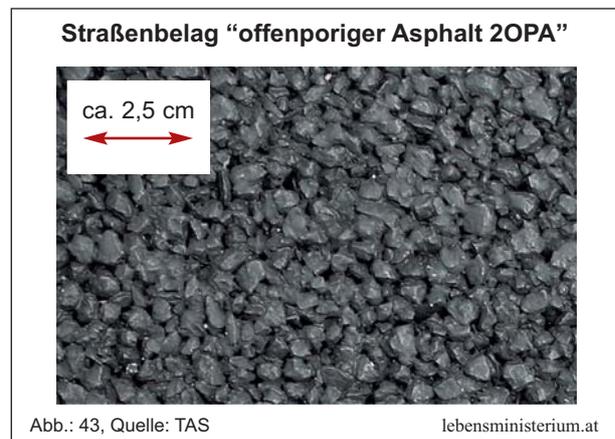
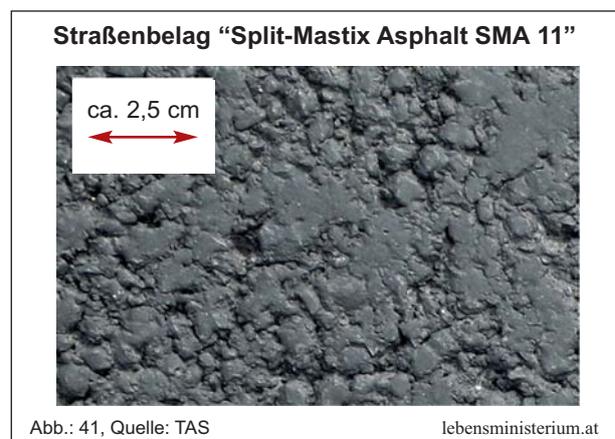
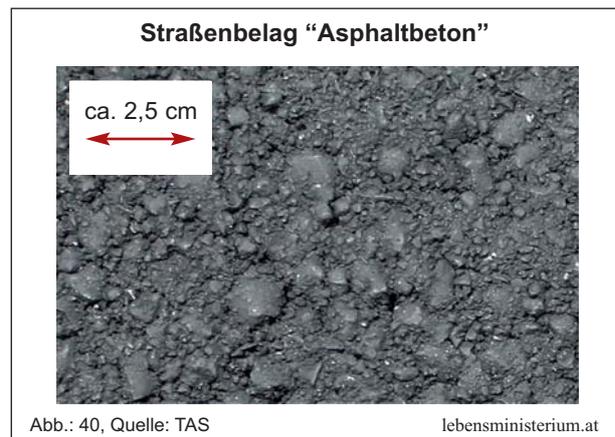


Geräuschminderungspotenziale von Fahrbahndecken		
Fahrzeugart	dichte Oberfläche	offenporige Deckschicht
PKW	2 - 4 dB	6 - 8 dB
LKW	~ 2 dB	4 - 5 dB

Tab.: 8, Quelle: Studie „Lärm-minderungspotenziale für Straßen- und Schienenverkehr, BMVIT, 2004 lebensministerium.at

Besonders leise sind feinkörnige Beläge (Korngröße 0/6, 0/8, 0/11) und Beläge mit einem großen Monokorn-Anteil. Eine Oberfläche mit lärmmindernden Eigenschaften besitzt zum Beispiel Sandpapier. Ähnlich sehen Straßenoberflächen aus, die mit Splitt abgestreut werden.

Diese Abstreitung hat aber nur dann die gewünschte Wirkung, wenn der Größtkorndurchmesser unter 5 mm liegt und das Korn möglichst kubisch ist.



### Pflasterungen:

Lärmtechnische Auswirkungen von Pflasterungen werden u.a. im Merkblatt Umweltschutz, Lärm- und Schadstoffe RVS 04.02.13 behandelt. Weiters liegen Ergebnisse von Schallmessungen der Fachstelle Lärmschutz des Kantons Zürich vor.

Da bei Geschwindigkeiten unter 30 km/h, wie sie in Ortskernen häufig sind, noch die Motorengeräusche der PKW akustisch dominieren, sind beim Abrollgeräusch der PKW-Reifen in diesem Geschwindigkeitsbereich noch keine signifikanten messtechnischen Unterschiede zwischen Asphaltbelag und Pflasterung auszuweisen.

Bei Lastkraftwagen und anderen Nutzfahrzeugen sind zumeist verstärkt Geräusche, ausgehend von den Fahrzeugaufbauten, wahrnehmbar (z. B. Klappern; Rasseln). Bei Geschwindigkeiten um 50 km/h können Pegelerhöhungen auf Pflasterdecken gegenüber Asphaltbeton zwischen 3 und 8 dB auftreten.

Bei der Planung von Pflasterbelägen im Ortsbereich ist zu beachten:

- > Ebene Oberflächen und größere Steinformate sind leiser.
- > Reihenpflasterungen, die rechtwinklig überfahren werden, sind lauter als Bogenpflasterungen.
- > Pflasterungen mit losen Steinen und vertieften Fugen sind deutlich lauter.
- > Will man Lärm reduzieren, so sind keine punktuellen, sondern zusammenhängende Flächen zu erstellen, da auch der Wechsel der Geräuschkulisse zwischen Belag und Pflasterung subjektiv störend empfunden wird.

Bei höheren Fahrgeschwindigkeiten und bei Benutzung der Strecken durch Lastkraftwagen ist daher ein Austausch von Kopfsteinpflaster gegen alternative Fahrbahnbeläge überlegenswert.

### 6.1.4 PRIMÄRMASSNAHME "BRÜCKEN-DEHNFUGEN UND SPURRILLEN-FÜLLER"

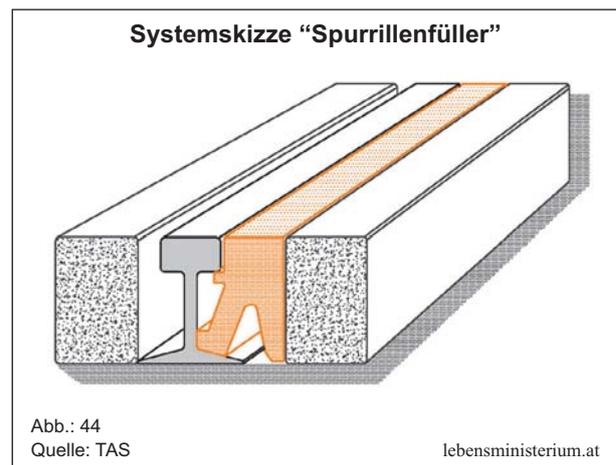
Zwischen den Überbauten und den Widerlagern von z.B. Straßenbrücken befinden sich Fugen, um temperaturbedingte Ausdehnungen ausgleichen zu können. Damit diese von Fahrzeugen gefahrlos gequert werden können, müssen geeignete Übergangskonstruktionen eingebaut werden.

Die entstehenden Unstetigkeiten in der Fahrbahn verursachen beim Befahren impulshaltige Ratter- und Schlaggeräusche, welche die üblichen Fahrgeräusche teilweise deutlich überragen. Je nach Fugenbreite und verwendeter Bauart sind diese Geräusche selbst in größeren Entfernungen noch gut wahrnehmbar und

führen häufig zu Beschwerden bei Anwohnern. Messungen zeigen, dass Lamellenkonstruktionen deutlich lauter sind als Fingerkonstruktionen oder Lamellenbauweisen mit aufgeschraubten Blechen mit wellenförmigem Fugenverlauf. Die besten Konstruktionen lassen die "Brückenfugen-Geräusche" kaum mehr aus den üblichen Vorbeifahrgeräuschen hörbar hervortreten. Deutlich wahrnehmbare Brückendehnfugen mit glattem Stoß entsprechen daher nicht mehr dem Stand der Technik.

Auch Unstetigkeitsstellen in der Fahrbahn wie beispielsweise Kanalabdeckungen, Fahrbahnschäden (Schlaglöcher) und Schienenquerungen können Anlass zu Beschwerden geben.

Ein typisches Einsatzgebiet bei Bahnübergängen und überfahrbaren Anschlussgleisen in Werksgeländen, die vom Individualverkehr gekreuzt werden, sind Spurrillenfüller. Diese Zusatzelemente bieten die Möglichkeit, die für das Schienenrad nicht notwendige Rille zu verschließen. Dadurch lässt sich die Geräuschentwicklung bei der KFZ-Überfahrt deutlich mindern.



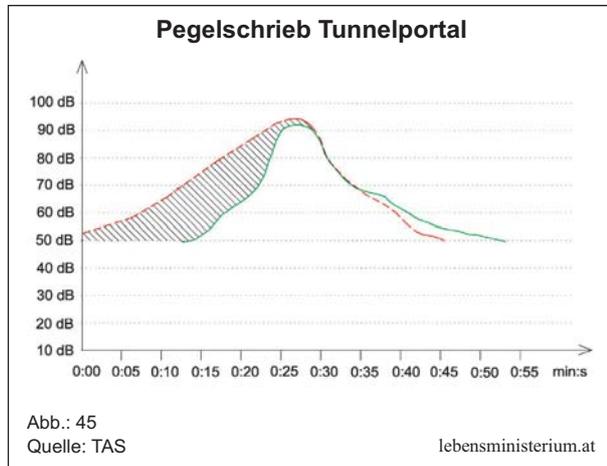
### 6.1.5 PRIMÄRMASSNAHME "SCHALLABSORBIERENDE VERKLEIDUNGEN"

Als Maßnahmen gegen unerwünschte Schallreflexionen an glatten (schallharten) Oberflächen wie z.B. Stützmauern, Einfriedungen u.dgl. bieten sich Verkleidungen mit schallabsorbierenden Elementen an.

Bei der Ausbildung von Tunnelstrecken können Schallabstrahlungen an den Portalen, bedingt durch Reflexionen in der Tunnelröhre, auftreten und in nahen Anrainerbereichen störend einwirken.

Durch schallabsorbierende Verkleidung der Tunnelwände in den Portalbereichen gelingt es, die Pegel-Zeitverläufe günstig zu beeinflussen und die Immission zu reduzieren.

Nachstehende Abbildung zeigt - rot strichliert - den Pegelschrieb bei schallharter Tunnelröhre. Die Messposition lag ausserhalb des Tunnels in einer Entfernung von ca. 30 m vom Portal, ca. 20 m seitlich der Trassenachse in einer Höhe von 4 m über Gelände.



Vergleichsweise dazu wird die Änderung des Pegel-Zeitverlaufes bei absorbierender Verkleidung der Tunnelwände im Portalbereich durch die grün durchgezogene Linie veranschaulicht. Die erzielte Pegelminderung ergibt sich durch den Vergleich der beiden Kurven (schraffierte Fläche).



## 6.2 LÄRMSCHUTZMASSNAHMEN ZUM SCHIENENVERKEHR

Im Folgenden wird auf wesentliche mögliche Lärm-minderungsmaßnahmen betreffend den eisenbahnbedingten Verkehr eingegangen, die ursächlich mit dem Fahrzeug und dem Aufbau der Schienenstrecke an sich, der Geschwindigkeit und insbesondere mit der Thematik Rad und Schiene in Zusammenhang stehen.

Bahnlärm wird durch das Verkehrsaufkommen, die Art und Länge der Züge, den Anteil der Güterzüge, die Geschwindigkeit und den Zustand der Schienen pegelbestimmend geprägt.

Hauptursache des Schienenlärms ist das Abrollen der Räder auf den Schienen, das so genannte Rad-Schiene-Geräusch. Antriebsgeräusche kommen eher bei niedrigen Geschwindigkeiten (beispielsweise in Bahnhöfen) zum Tragen.



An Hochgeschwindigkeitsstrecken gewinnen auch aerodynamische Geräusche an Bedeutung.

Überdies sind Lärmbelastigungen durch Straßenbahnen, Eisen- bzw. Schnellbahnen aufgrund von Kurvenquietschen, auffälligen Lüfter-, Brems- und Beschleunigungsgeräuschen als auch Störungen durch Lautsprecherdurchsagen bekannt.

Das Bestreben, mehr Güter- und Personenverkehr auf die Schiene zu verlagern, kann bei Anrainern von Eisenbahnstrecken, Bahnhöfen bzw. Güterumschlagplätzen eine Erhöhung der Lärmbelastung bewirken, welche gegebenenfalls durch Schutzmaßnahmen zu kompensieren ist.

Österreich war das erste europäische Land, das im Jahr 1993 die Geräuschemission von Schienenfahrzeugen mit der Schienenfahrzeug-Lärmzulässigkeitsverordnung (SchLV) limitiert hat.

Von der Europäischen Union wurden im Jahr 2002 für den Hochgeschwindigkeitsverkehr erstmals Emissionsgrenzwerte für Neufahrzeuge und im Jahr 2005 Emissionsgrenzwerte für Fahrzeuge im konventionellen Bahnsystem festgelegt:

- > Technische Spezifikation für die Interoperabilität des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems 2002/735/EG vom 30. Mai 2002
- > Technische Spezifikation für die Interoperabilität des konventionellen transeuropäischen Bahnsystems 2006/66/EG vom 23. Dezember 2005

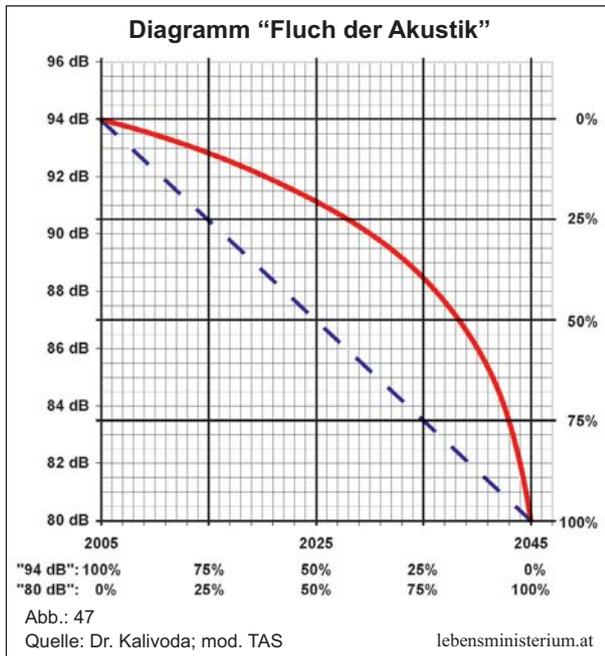
Durch den starken internationalen Austausch der Schienenfahrzeuge (insbesondere der Transportwaggons) ist Eisenbahnlärm kein nationales, sondern ein internationales Problem und daher auch nur international lösbar. So bleibt die Frage zur Emissionsminderung des bestehenden Fuhrparks zum Teil noch unbeantwortet, da die lauten Fahrzeuge weiterhin die Lärmsituation prägen.

### Hierzu ein einfaches Beispiel:

Geht man, wie in nachstehendem Diagramm, davon aus, dass der gesamte Fuhrpark binnen 40 Jahren sukzessive auf lärmarme Fahrzeuge (strichlierte Linie) ausgetauscht



wird, so ergibt sich die damit erzielte Pegelreduktion gemäß dem Verlauf der durchgezogenen Kurve.



### Schlussfolgerungen:

1. Selbst wenn bereits 50 % der Wagen um 14 dB leiser sind als die übrigen alten Wagen, sinkt der Immissionspegel für die Anrainer lediglich um 3 dB.
2. Erst wenn über 90 % der Güterwagen ersetzt sind, wird die Emissionsreduktion auch immissionsseitig mehr und mehr wirksam.

Berücksichtigt man nun die hohe Lebensdauer der bereits eingesetzten Schienenfahrzeuge (zum Teil > 30 Jahre), so wird ersichtlich, dass durch den Tausch der Garnituren auf lärmärmere Schienenfahrzeuge erst langfristig spürbare Lärminderungen erzielt werden, wenn parallel mit den lärmarmen Neubaufahrzeugen auch die bestehenden Fahrzeuge lärmtechnisch saniert werden, d.h., so umgebaut werden, dass auch sie weniger Lärm emittieren.

#### 6.2.1 PRIMÄRMASSNAHME "REDUKTION DES ROLLGERÄUSCHES"

Das Rad-Schiene-Geräusch wird primär durch die Rauigkeit und die Interaktion von Rad und Schiene, den damit verbundenen Schwingungsübertragungen und der daraus resultierenden Rad- und Schienenabstrahlung geprägt.

Im Vergleich zur glatten Schienen- und Radfahrfläche wird das Rollgeräusch bei Vorliegen von Rauigkeiten, Riffeln, Flachstellen, Stößen und anderen Abweichungen signifikant erhöht.

#### Zur Geräuschminderung gilt es:

- > primär die Radrauigkeiten zu senken
- > infolge die Schienenrauigkeiten zu minimieren
- > sowie weitere Maßnahmen zur Senkung der Geräuschabstrahlung zu setzen

Ein großes Potenzial zur Verminderung des Bahnlärms am Fahrzeug wird derzeit in einer Änderung der Bremstechnologie gesehen, da Klotzbremsten mit "Grauguss-Sohlen" eine wesentliche Emissionsquelle darstellen. Beim Bremsen mittels Graugussklotz entsteht ein welliges Muster auf dem Rad, während die K- oder Kunststoff-Sohle das Rad beim Bremsen glättet. Scheibenbremsen und K-Sohlen sind daher Klotzbremsten mit Grauguss-Sohlen schalltechnisch vorzuziehen. Je geringer die Rauigkeit, desto weniger Geräuschentwicklung.

Der Einbau moderner lärmarmere Bremssohlen, so genannter Verbundstoff-Bremsklötze oder K-Sohlen, lässt Minderungen beim fahrzeugbedingten Lärm um bis zu etwa 10 Dezibel erwarten.

Dieser Umbau ist nicht mit dem Tausch der Bremsklötze getan, sondern es muss - da die K-Sohlen eine höhere Bremsleistung bei gleichem Bremsdruck abgeben - die Bremsanlage jedes einzelnen Wagens geändert werden, zudem müssen die Räder auf thermisch resistente getauscht werden.

#### Reduktion der Schienenrauigkeit

Untersuchungen zum Schwingungs- und Schallabstrahlverhalten des Oberbaus zeigen immer wieder, dass die (dynamischen) Eigenschaften der verschiedenen Oberbauelemente Schiene, Schienenbefestigung, Zwischenlage, Schwelle und Schwellenbesohlung aufeinander abgestimmt werden müssen, will man ein Gleis erhalten, das möglichst wenig Schall abstrahlt.

Auch ein "normales" Gleis muss im Rahmen der Instandhaltung der Bahn gepflegt werden. Diese Pflege ist notwendig, weil Schienen mit der Zeit verriffeln, d.h. die Oberfläche an Rauigkeit zunimmt. Es zeigt die Erfahrung bzw. wurde durch Messungen (siehe dazu Wiener Lärmbericht Ausgabe 1997, Untersuchungen zur U-Bahn Strecke U6) bestätigt, dass der Vorbeifahrpegel der Eisenbahnzüge leiser wird, wenn die Gleise durch Nachschleifen weniger verriffelt sind.

Bereits heute werden Schienenschleifverfahren angewandt, die eine besonders glatte Schienenoberfläche erzeugen. Richtlinien der Bundesrepublik Deutschland führen hierbei den Begriff "besonders überwacht"

Gleis". Doch sind die Schleifverfahren derzeit noch aufwendig und teuer. Die Verbesserung der Schleiftechnologie ist also mittelfristig erforderlich.

Mit dem so genannten "Hochgeschwindigkeitsschleifen" befindet sich in Deutschland aktuell eine Technik in der Entwicklung, die das Schienenschleifen im Betrieb möglich machen soll und - als reguläres Instandhaltungsverfahren eingesetzt - auch Kostenvorteile in der Instandhaltung bringen würde.

### 6.2.2 PRIMÄRMASSNAHME "STOSSFREIE GLEISVERLEGUNG"

Die Gleisstoßlücke ist einer der kritischsten Punkte im Gleis. Das gilt sowohl für das Gleis selbst (hoher Verschleiß durch Stoßwirkung der Räder) als auch für die Fahrzeuge, deren Laufruhe und Fahrkomfort durch die Schienenstöße eingeschränkt werden.

Lange Zeit waren Längenänderungen der Schienen, die infolge von Temperaturschwankungen auftreten, nicht anders zu kompensieren als durch das Anordnen von Schienenstößen.

Erst mit der Einführung von Schwergewichtsschwellen aus Stahlbeton und mit der Entwicklung neuer, gegen temperaturbedingte Wirkungen unempfindlichere Stahlsorten sowie moderner Schweißverfahren wurde es möglich, Gleise über große Längen ohne Stöße zu verlegen.

### 6.2.3 PRIMÄRMASSNAHME "ABSORBER UND SCHÜRZEN"

Es gibt eine Reihe von technischen Maßnahmen zur Reduktion der Geräuschabstrahlung der Räder. Diese Reduktion kann einerseits durch Minderung der Abstrahlung selbst (Radabsorber) und andererseits durch radnahe Abschirmung (Radschürzen) des abgestrahlten Geräusches erfolgen.

- > Radabsorber sind mechanische Elemente (Masse-Feder-Elemente), welche auf die Radscheibe aufgebracht werden und den Radschwingungen entgegenwirken. Eingesetzt werden sie heute vorwiegend bei Triebfahrzeugen und teils bei Reisezugwagen, um störende Quietschgeräusche zu mindern bzw. zu verhindern.
- > Radschürzen sind Verblendungen, welche vor den Rädern angebracht werden und so - wie eine sehr nahe Lärmschutzwand - das vom Rad abgestrahlte Geräusch abschirmen. Dagegen stehen oftmals Probleme mit dem Fahrzeugumgrenzungsprofil, die eine Verwendung einschränken können.

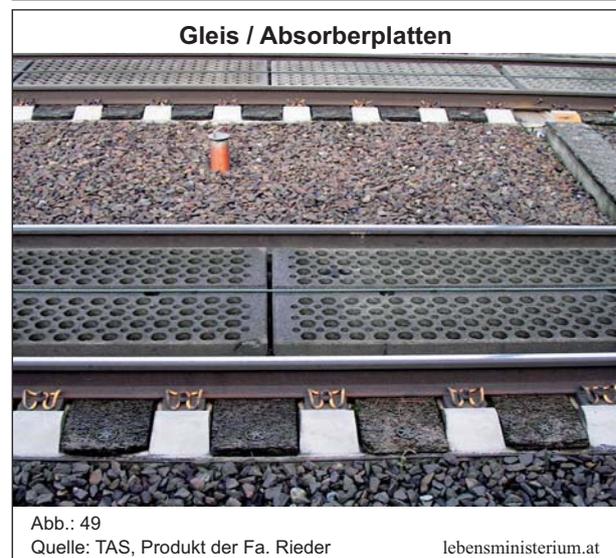
- > Bei Straßenbahnwagen verwendet man tiefer gezogene Schürzen mit schallabsorbierender Auskleidung, kombiniert mit einer absorbierenden Unterfläche im Drehgestellbereich (siehe dazu Wiener Lärmbericht, Ausgabe 1997).



Ergebnisse des Forschungsprojektes "Low-Noise-Train (LNT)" zeigen, dass es sehr wohl möglich ist, Güterwagen herzustellen, welche nicht lauter sind als herkömmliche Reisezugwagen.

Es bleibt aber zu beachten, dass Maßnahmen zur Rollgeräuschreduktion nur dann zufriedenstellende Erfolge zeigen, wenn auch der Immissionsanteil der Schienen- bzw. Gleiskonstruktion durch geeignete Maßnahmen gesenkt wird.

### 6.2.4 PRIMÄRMASSNAHME "BODEN-ABSORPTION IM TUNNEL"





Als Alternative zur Verkleidung der Tunnelwände mit schallabsorbierenden Materialien, wie dies in Abschnitt 6.1.5 für Straßenverkehr behandelt wurde, besteht beim Bahntunnel die Möglichkeit, Reflexionsercheinungen durch Aufbringung speziell ausgeführter schallabsorbierender Bodenplatten entgegenzuwirken. Durch Versuchsreihen ist bekannt, dass beim "Sittenbergtunnel" durch derartige Maßnahmen Innenpegel-senkungen im Tunnel in einer Größenordnung von rd. 10 dB erreicht werden konnten.

Ergänzend sei angeführt, dass bei Straßenbahnen durch Ausbildung des Gleiskörpers mit einer Raseneindeckung Absorptionseffekte in einer Größenordnung um 2 dB erreicht werden können (siehe dazu auch Wiener Lärmbericht, Ausgabe 1997).

#### 6.2.5 PRIMÄRMASSNAHME "VERMEIDUNG VON KURVEN-QUIETSCHEN"

In engen Gleisbögen mit einem Krümmungsradius von  $R < 300$  m kommt es zur Anregung und Abstrahlung hochfrequenter Geräusche, dem so genannten Kurvenquietschen. Das Quietschen in den Kurven kann den Schallpegel der Bahn um 20 bis 30 dB erhöhen und stört zumeist durch die Geräuschzusammensetzung das menschliche Hörempfinden entscheidend.

Kurvenquietschen kann durch automatische Schmieranlagen, den Einsatz hochwertigen Stahls für Radreifen, den Einsatz von Radschallabsorbieren sowie "Antiquietschschweißungen" am Gleis gemindert bzw. vermieden werden.

#### 6.2.6 PRIMÄRMASSNAHME "LICHTRAUMNAHE LÄRMSCHUTZWÄNDE"

Ähnlich den Radschürzen bei den Fahrzeugen schirmen lichtraumnahe Lärmschutzwände das von Schiene und Oberbau, aber auch das von der Radaufstandsfläche abgestrahlte Geräusch ab.

Lichtraumnahe Lärmschutzwände sind bislang über den Versuchsstatus nicht hinausgekommen. Der Grund dafür liegt einerseits an der - wie bei den Gleischwingungsabsorbieren - geringen Wirkung und andererseits an Sicherheitsbedenken betreffend die Sturzgefahr für Bahnpersonal und z. B. der Hürde bei Evakuierung von Reisezügen.

Weiters hat sich an Versuchsstrecken als Problem erwiesen, dass herabhängende Teile von Güterwagen zu Beschädigungen der lichtraumnahen Lärmschutzwände führen können.

Es wäre zu wünschen, die Entwicklung von lichtraumnahen Lärmschutzwänden dennoch weiter zu verfolgen (siehe dazu auch Wiener Lärmbericht, Ausgabe 1997). Nur durch die Kombination vieler bzw. aller technisch und wirtschaftlich vertretbaren Techniken kann auch eine deutliche Minderung von bahnbedingtem Lärm erzielt werden.

#### 6.2.7 PRIMÄRMASSNAHMEN AN "STAHLBRÜCKEN"

Bei einer Brückensanierung im Bereich von Leoben / Steiermark aus dem Jahr 2004 wurden beim kombinierten Einsatz von Lärmschutzwänden, Betonfahrbahn und elastischer Schienenlagerung sehr gute Erfahrungen gemacht; die Geräusche bei Überfahrten von Personen- und Güterzügen konnten um bis zu 19 dB gemindert werden.



Im Zuge der Sanierung der Wasserparkbrücke in Wien hat sich gezeigt, dass die Verlegung der Auszugsvorrichtung in den Dammbereich die größten Verbesserungen erbrachte.



58

Aufgrund Ihres Verhaltens bei Zugüberfahrten sind Eisenbahnbrücken aus Stahl oftmals als wesentliche Lärmquelle bekannt. Betreffend die lärmtechnische Sanierung von akustisch auffälligen Stahlbrücken bieten sich u. a. folgende Maßnahmen an:

- > Anordnung von Lärmschutzwänden im Bereich des Oberbaues (Gleisnähe)
- > Anordnung von Lärmschutzwänden im Bereich des Brückenunterbaus (so genannte Schürzen)
- > Zulegung von schallabsorbierenden Elementen zwischen den Gleisen
- > elastische Lagerung von stoßfreien Schienen
- > Sanierung von "alten" Gleiskörpern ohne Schotterbett durch Ausbildung einer z. B. festen Fahrbahn aus Beton oder schwingungsoptimierte Tragrahmen aus Stahl
- > Einsatz von schwingungsoptimierten Brückenlagern
- > Umsituierung der Schienenauszugsvorrichtung, z. B. durch Verlegung in den Dammbereich
- > Kapselung der Trennfugen zwischen Tragwerk und Brückenlager (z. B. bei Tieflage der Immissionspunkte)
- > Einsatz von Schall- und Schwingungsdämpfern am Stahltragwerk

### 6.3 LÄRMSCHUTZMASSNAHMEN ZUM FLUGVERKEHR

Fluglärm stellt zumeist ein lokales, d.h., speziell im Bereich von Flugfeldern bzw. Flughäfen und deren Flugschneisen (Start- und Landefluggzonen) auftretendes Problem dar. Allerdings ist Fluglärm in diesen Bereichen aufgrund des zunehmenden Luftverkehrs auch nach der Einführung zahlreicher emissionsmindernder Maßnahmen ein aktuelles und ernstes Thema.

So liegen bereits zahlreiche Untersuchungsergebnisse und Facharbeiten vor, welche sich den gesundheitsschädlichen bzw. -beeinträchtigenden Wirkungen von Fluglärmbelastungen auf den Menschen widmen.

Im Bereich des zivilen Luftverkehrs setzt die international geübte Lärmschutzpolitik zunehmend zuerst an der Quelle an, d. h., am Flugzeug und seinen Triebwerken. In den letzten Jahrzehnten konnten die Lärmemissionen der Triebwerke deutlich vermindert werden. Weitere Entwicklungen der Flugzeugtechnik sind im Gange (Stichworte "Active Noise Control - ANC" der Triebwerke, Lärminderung durch lärmoptimiertes Turbinenschaukel-Design uvm.).

Von der Internationalen Zivilluftfahrt-Organisation (ICAO) wurden zuletzt im Jahr 2001 verschärfte internationale Lärmgrenzwerte für Verkehrsflugzeuge festgelegt. Über diese so genannten Kapitel-4-Grenzwerte hinaus müssen weitere Lärmschutzvorgaben für die nächsten Flugzeuggenerationen erarbeitet werden.

Wichtige Impulse für den übergreifenden Lärmschutz gibt die neue Umgebungslärmrichtlinie der Europäischen Union. Mit der Einführung dieser Richtlinie ist die erste immissionsbezogene Richtlinie im Lärmbereich verabschiedet worden. Erstmals soll ein gemeinsames Konzept festgelegt werden, um vorzugsweise schädliche Auswirkungen, einschließlich Belästigung, durch Umgebungslärm zu vermeiden, ihnen vorzubeugen oder sie zu mindern.

Zudem unterliegen maßgebliche Neu- bzw. Ausbauprojekte an bestehenden Flugverkehrsanlagen in Österreich der Pflicht zur Umweltverträglichkeitsprüfung gemäß UVP-Gesetz.

Ansätze zum Anrainerschutz vor Fluglärm sind wie folgt anzuführen:

#### Emissionsseitige Maßnahmen

- > Einsatz lärmarmere Fluggeräte
- > Optimierung der Lärmschutzzonen, um belastete Zonen bestmöglich von zu schützenden Bereichen bzw. Bauten fernzuhalten
- > Überwachung der Flugwege- und Anflugverfahren durch Flugweg- und Lärmmessanlagen
- > zeitliche Beschränkungen des Flugbetriebes wie auch Nachtflugeinschränkungen bzw. Nachtflugverbote
- > lärm-differenzierte Flughafengebühren (nach Schallimmission der Flugzeuge differenzierte Start- und Landeentgelte)

#### Immissionsseitige Maßnahmen

- > Als weitere wesentliche schalltechnische Maßnahme ist die Vorsorge unter Berücksichtigung berechneter Fluglärmschutzzonen in der örtlichen und überörtlichen Raumplanung durch Zuweisung von Widmungskategorien entsprechender Immissionsempfindlichkeit zu nennen.
- > Überdies kommen immissionsseitige Maßnahmen durch Schallschutz am Gebäude wie der Einbau von Schallschutzfenstern, Schalldämmlüftern, die Errichtung von Wintergärten, die Verglasung von Loggien u. dgl. aus schalltechnischer Sicht in Betracht.



59

## 6.4 LÄRMSCHUTZMASSNAHMEN ZU GEWERBLICHEN ANLAGEN

Wie vorstehend bereits erläutert, werden im Rahmen der gewerbebehördlichen Betriebsanlagengenehmigungen die Grenzen der Zumutbarkeit unter Berücksichtigung der Veränderung der Schall-IST-Situation in jedem Einzelfall gesondert festgelegt.

Alle Möglichkeiten zur Minderung der Lärmbelastung in Anrainerbereichen sind kaum zur Gänze auflistbar, so viele Lösungsansätze sind im Einzelfall auf die Situation anzupassen.

Aus diesem Grund ist zu empfehlen, bereits im Vorfeld der Planung von gewerblichen Anlagen einen Fachmann auf dem Gebiet der Schalltechnik einzubinden, da sich durch schalltechnisch optimierte Konzeption und Situierung der einzelnen Anlagenkomponenten, insbesondere durch das Ausnutzen von Gebäudeselbstabschirmungseffekten oftmals kostenintensive Schallschutzmaßnahmen einsparen lassen (siehe dazu auch Abschnitt 10.2).

### 6.4.1 ÜBERSICHT HÄUFIGER LÖSUNGSANSÄTZE

Angemerkt sei, dass betriebskausale Immissionen, ausgehend von Gebäuden und Lüftungs- und kältetechnischen Anlagen, in aller Regel durch technische Maßnahmen beherrschbar sind, während für frei abstrahlende Quellen (abhängig von situativen Faktoren) oftmals keine technischen Lösungen mehr zur Verfügung stehen.

Übersicht häufiger Lösungsansätze / Betriebe		
Quellen	relevant	Abhilfemaßnahmen
Schallabstrahlung aus Gebäuden	Emissionen	lärmarme Anlagen
	Innenpegel	Absorption/Kapselung
	Hülle	Verbesserung d. Bauteile
	Anordnung	Abschirmung nutzen
Lüftungs- und Kälteanlagen	Emissionen	lärmarme Anlagen, Schalldämpfer
	Situierung	Abschirmung nutzen
	natürliche Be- u. Entlüftung	mechanische Lüftungsanlagen
Verkehrswege, Manipulationen, Kraffahrzeuge, Maschinen	Emission	Einsatz lärmarmen KFZ, Anzahl- / Einsatzzeitbegrenzung
	Situierung	Schirme, Abstände

Tab.: 9  
Quelle: TAS  
lebensministerium.at



60

Zumeist sind Quellen im Freien, Fahrwege und Manipulationsbereiche dann besonders kritisch, wenn in bestimmten Situationen keine ausreichenden Abschirmungen realisierbar sind und so zur Versagung des Vorhabens führen können.

Neben der Begrenzung von Emissionen und zeitlichen Einschränkungen von Aktivitäten und Betriebszeiten werden in Tab. 9 häufig angewandte Lösungen aufgezeigt. Tab. 10 liefert dazu Orientierungswerte zu den Kosten von Maßnahmen.

### 6.4.2 ORIENTIERUNGSWERTE / KOSTEN VON SCHALLSCHUTZMASSNAHMEN

Orientierungswerte / Kosten von Schallschutzmaßnahmen / Betriebe (Stand 2005)		
Orientierungswerte	Wirkung	Kosten [EUR]
<b>Maßnahmen emissionsseitig</b>		
Absorption (Hallenbedämpfung)	bis 10 dB	30 bis 80/m <sup>2</sup>
Kapselung (nicht massiv)	30 bis 60 dB	350 bis 500/m <sup>2</sup>
mech. Be- und Entlüftungsanlagen	-	ab 10.000
Schalldämpfer (Kulissen, Haustechnik)	bis 45 dB	ab 1.000
Lärmschutzwände inkl. Fundament und Steher	bis 20 dB	150 bis 180/m <sup>2</sup>
Abschirmung durch Gebäude	bis 25 dB	-
zweischalig massive Wand	70 bis 80 dB	-
Erdwall	bis 20 dB	ab 0 (bei vorhandenem Material)
Türen, Tore	bis 40 dB	-
Rohrisolierungen	bis 20 dB	bis 150/m <sup>2</sup>
<b>Maßnahmen immissionsseitig</b>		
Schallschutzfenster / Kastenfenster	bis 42/50 dB	1.000 / 2.000 pro Stk.
Schalldämmlüfter für Raumbelüftung	bis 40 dB	350 pro Stk.

Tab.: 10  
Quelle: TAS  
lebensministerium.at