ICS 17.140.30;83.160.01

ÖAL

KOSTENEINSPARUNGSPOTENZIAL FÜR DEN LÄRMSCHUTZ AN STRASSEN DURCH MINDERUNG DES ROLLGERÄUSCHES MIT DEM EINSATZ LÄRMARMER REIFEN

ÖAL-Richtlinie Nr. 39
August 2004

Nachdruck, auch auszugsweise verboten. Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung, A-4292 Kefermarkt, Sonnenhang 7

Vorwort des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) und des Bundesministers für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT)

Der Straßenverkehr ist in Österreich die mit Abstand bedeutendste Lärmquelle. Der Mikrozensus 2003 zeigt, dass sich rd. 29,1% der Bürger tags und/oder nachts durch Lärm gestört fühlen, wobei von 73,5% der Verkehrslärm – insbesondere der Straßenverkehrslärm – als größte Lärmquelle genannt wurde.

Diese Untersuchung zeigt, dass Maßnahmen gegen den Lärm vor allem beim Straßenverkehr ansetzen sollten.

Die Aufwendungen für den Lärmschutz an Straßen sind beträchtlich. So wurden für den Lärmschutz an Straßen durch Einsatz von Lärmschutzwänden und -wällen sowie objektseitige Maßnahmen (sekundäre Schallschutzmaßnahmen) in den Jahren 1983-1999 ca. 323,4 Mio € aufgewendet.

Wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, dass ab einer Fahrgeschwindigkeit von 30-50 km/h die Schallemission vor allem durch Abrollgeräusche auf der Fahrbahn dominiert wird. Eine akustisch optimale Kombination zwischen Reifen und Fahrbahn kann daher wesentlich zur Lärmminderung beitragen, wobei durch entsprechende Reifenauswahl die Lärmemission um bis zu 3 dB reduziert werden kann.

Die Verwendung von lärmarmen Reifen bekämpft als umweltpolitisch sinnvolle Maßnahme den Lärm an der Quelle (primäre Lärmschutzmaßnahme) und hat im Gegensatz zu Lärmschutzwänden bzw. -wällen auch eine flächendeckende Wirkung. Da bereits derzeit lärmarme Reifen zu vergleichbaren Preisen auf dem Markt erhältlich sind, verursacht deren Verwendung keine Mehrkosten für den Kraftfahrer bzw. für die öffentliche Hand.

Wie aus diesen Ausführungen ersichtlich ist, ist durch die Verwendung von lärmarmen Reifen einerseits ein erhebliches Einsparungspotenzial bei den sekundären Lärmschutzmaßnahmen gegeben; andererseits wirkt sich der Wegfall von Lärmschutzwänden bzw. -wällen positiv auf das Landschaftsbild aus. Die systematische Untersuchung an diversen Projekten zeigte, dass durch den Einsatz lärmarmer Reifen Einsparungen bei den sekundären Lärmschutzmaßnahmen um bis zu 56,1% möglich sind.

Das BMLFUW und das BMVIT begrüßen daher die Ausarbeitung dieser ÖAL-Richtlinie als wesentliche Grundlage für die Ermittlung des Kosteneinsparungspotenzials und danken allen Mitarbeitern der Arbeitsgruppe, die zum Gelingen beigetragen haben.

lebensministerium.at

bmvit
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Die der ÖAL-Richtlinie Nr. 39 zugrundeliegenden Vorarbeiten wurden vom Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie finanziert.

Verkauf der ÖAL-Richtlinien nur durch:
Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung
Tel./Fax: +43 (0)7947 6448(-4)
Mobil: 0664 / 143 89 13
e-mail: office@oal.at

© ÖAL http://www.oal.at
Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck und Vervielfältigung, Aufnahme auf oder in sonstige Medien oder Datenträger nur mit Zustimmung des ÖAL
DVR: 0822213

Inhaltsverzeichnis

1 EINLEITUNG 3

2 DERZEITIGE EMISSION DES STRASSENVERKEHRS UND LÄRMMINDERUNGSMASSNAHMEN 4

3 MINDERUNG DER EMISSION 6

4 ERMITTLUNG DES EINSPARUNGSPOTENZIALS 8

5 ERGEBNISSE VON BEISPIELEN DER VERGLEICHENDEN BERECHNUNGEN 9

ANHANG 1: Beispiel für eine Kostenvergleichsberechnung 13

ANHANG 2: Begriffe 14

1 EINLEITUNG

In Österreich kommt dem Schutz der Bevölkerung vor Straßenverkehrslärm sehr große Bedeutung zu. Der § 7a Abs.1 des Bundesstraßengesetzes 1971, BGBl. Nr. 286/1971, zuletzt geändert durch das Bundesgesetz BGBl. Nr. I 95/2004, bildet die Grundlage für den Lärmschutz an Bundesstraßen.

§ 7a Schutz der Nachbarn besagt:

(1) Bei der Planung und beim Bau von Bundesstraßen ist vorzusorgen, dass Beeinträchtigungen der Nachbarn durch den zu erwartenden Verkehr auf der Bundesstraße soweit herabgesetzt werden, als dies durch einen im Hinblick auf den erzielbaren Zweck wirtschaftlich vertretbaren Aufwand erreicht werden kann, sofern nicht die Beeinträchtigung wegen der Art der Nutzung des der Bundesstraße benachbarten Geländes zumutbar ist. Subjektive Rechte werden hierdurch nicht begründet

(2) Die Vorsorge gegen Beeinträchtigungen der Nachbarn durch den zu erwartenden Verkehr auf der Bundesstraße kann auch dadurch erfolgen, dass auf fremden Grundstücken mit Zustimmung des Eigentümers geeignete Maßnahmen gesetzt werden, insbesondere Baumaßnahmen an Gebäuden, Einbau von Lärmschutzfenstern und dergleichen, sofern die Erhaltung und allfällige Wiederherstellung durch den Eigentümer oder Dritte sichergestellt ist.

Lt. Dienstanweisung „Lärmschutz an Bundesstraßen“ vom Dezember 1999 [1)] gelten folgende Grenzwerte für den A-bewerteten energieäquivalenten Dauerschallpegel $L_{A,eq}$ an Bundesstraßen (A und S):

	Tag	Nacht
Geplante und bestehende Straßen	60	50
Geplante Straßen in besonders ruhigen Gebieten (Fremdgeräuschpegel unter 50 dB bei Tag und 40 dB bei Nacht)	55	45

Die gleichen Grenzwerte werden üblich auch für den Lärmschutz an Landesstraßen (B und L) eingesetzt.

Für den Lärmschutz an Straßen (Lärmschutzwände und –wälle) einschließlich objektseitiger Maßnahmen (schalldämmende Fenster und Schalldämmlüfter) wurden seit 1983 bis 1999 4,45 Milliarden ATS (das entspricht 323,4 Mill. €) aufgewendet. Entsprechende oder sogar noch steigende Ausgaben werden auch weiter erforderlich sein. So wurden von der Autobahn- und Schnellstraßen- Finanzierungs- Aktiengesellschaft (ASFINAG) für den Lärmschutz im Autobahnen- und Schnellstraßen-Netz in den Jahren 2000 bis 2003 79,9 Mill. € aufgewendet.

Die Höhe der Lärmschutzwände liegt im Regelfall zwischen 2,5 und 5,5 m Höhe; die Lärmschutzmaßnahmen haben damit auch einen bedeutenden Einfluss auf das Landschaftsbild. Mit Schallschutzmaßnahmen an den Gebäuden kann zwar die Lärmstörung vermindert werden, aber es ist damit kein Schutz der Freiräume (Balkone, Gärten) gegeben.

[1)] BMwA: „Dienstanweisung betreffend Lärmschutz an Bundesstraßen“, Zl.890.040/2-VI/14a/99, Wien, Dezember 1999

Die Minderung der Schallemission des Straßenverkehrs hat somit eine große wirtschaftliche Bedeutung. In der vorliegenden Richtlinie werden Maßnahmen zur Minderung der durch das Rollgeräusch bestimmten Schallemission, speziell durch den Einsatz lärmarmer Reifen, behandelt und Richtwerte für die damit mögliche Ersparnis der Kosten für den Lärmschutz angegeben [2)].

2 DERZEITIGE EMISSION DES STRASSENVERKEHRS UND LÄRMMINDERUNGS-MASSNAHMEN

Bei der Planung von Straßen wird die Emission gemäß RVS 3.02[3)] nach der Verkehrsmenge mit Anteil der schweren und der leichten Kraftfahrzeuge, der Geschwindigkeit und der Fahrbahndecke berechnet; dabei sind die Fahrbahndecken Asphaltbeton (und diesem gleichwertig lärmarme Betondecken), Beton und Drainasphalt zu unterscheiden.

Bild 1 zeigt den Emissionsschallpegel L_{eq}^1, die die Emission des Straßenverkehrs beschreibende Größe für jeweils 100 Pkw und Lkw - Standard und lärmarm – in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit auf den 3 Fahrbahndecken.

Bild 1: Emission in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit auf verschiedenen Fahrbahndecken

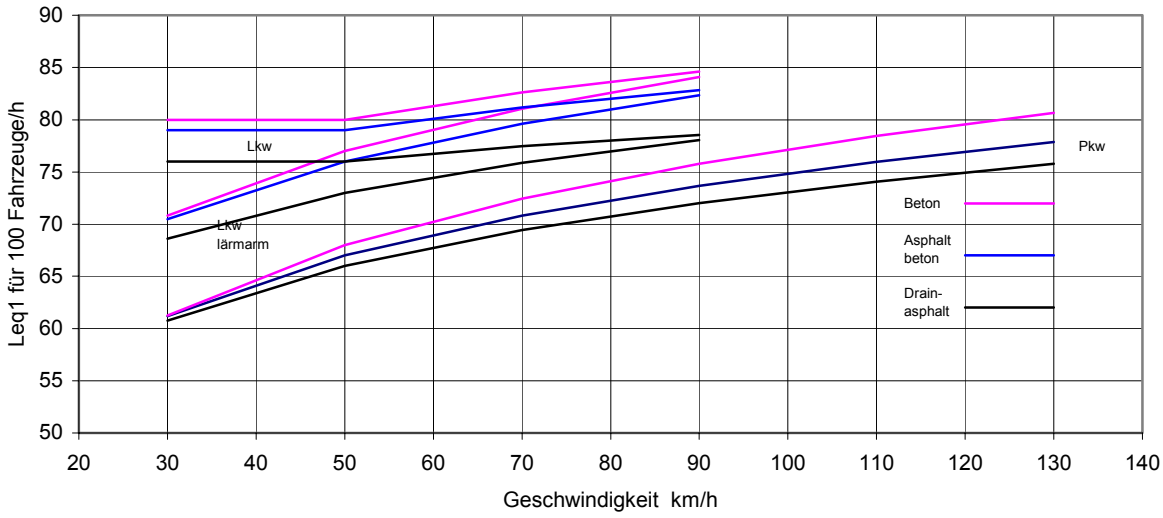


Bild 2a zeigt den L_{eq}^1 des Verkehrs auf einer Straße mit Asphaltbeton in Abhängigkeit vom DTV-Wert (mit dem gemäß Richtwert der RVS 3.02 für Tag mit 6,5% und Nacht 0,013% einzusetzenden stündlichen DTV-Anteil und Lkw-Anteil bei Tag von 15 % und bei Nacht von 25 %) für den Verkehr auf Autobahnen (maximale Geschwindigkeit 130 km/h) und auf Landesstraßen (maximale Geschwindigkeit 100 km/h).

[2)] Die Daten wurden entnommen aus der Forschungsarbeit:
Haider, Manfred, Fallast, Kurt und Strohmayer, Gerhard: Definition und Erarbeitung eines Systems zur Förderung lärmarmer KFZ-Reifen, bezogen auf österreichische Fahrbahndecken und lärmmindernde Fahrbahndecken auf dem letzten Stand der Technologie, Proj.Nr. FFF 806231-SP/TU im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie im Rahmen des A3-Technologieprogramms, Wien, 2004

[3)] Richtlinie RVS 3.02 „Umweltschutz – Lärmschutz“ der Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr. Wien 1997

Bild 2b zeigt die Schallpegelabnahme mit der Entfernung bei freier Schallausbreitung. Daraus geht hervor, dass bei den vielfach gegebenen geringen Abständen von Wohnhäusern von stark befahrenen Straßen Schallminderungsmaßnahmen unbedingt erforderlich sind um die vorgenannten Grenzwerte einzuhalten.

Bild 2a: Emissionsschallpegel in Abhängigkeit vom DTV-Wert
Asphaltbeton

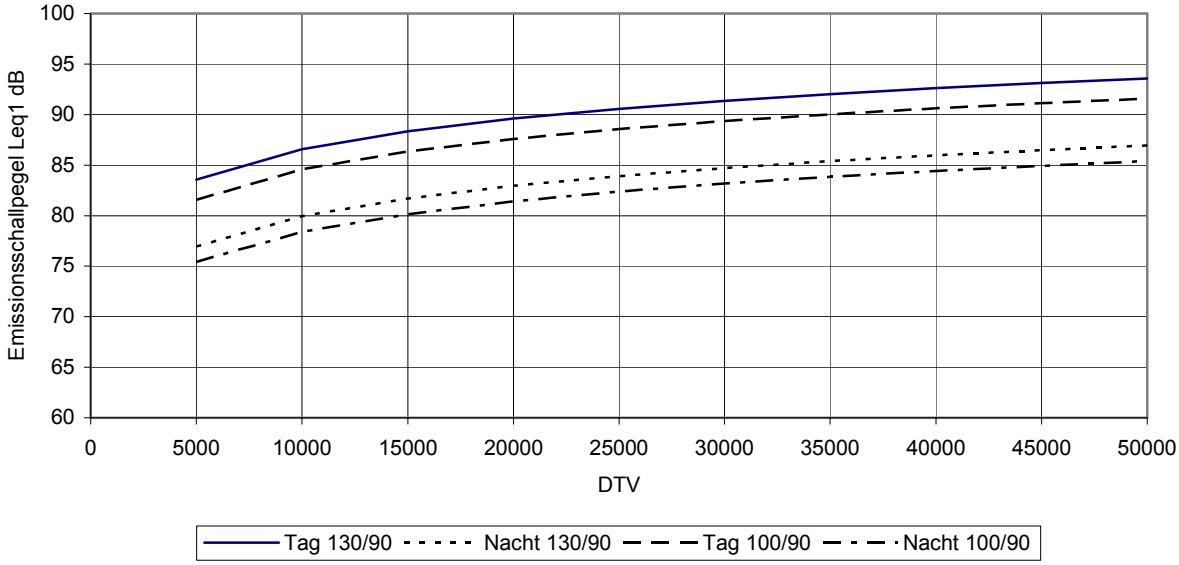
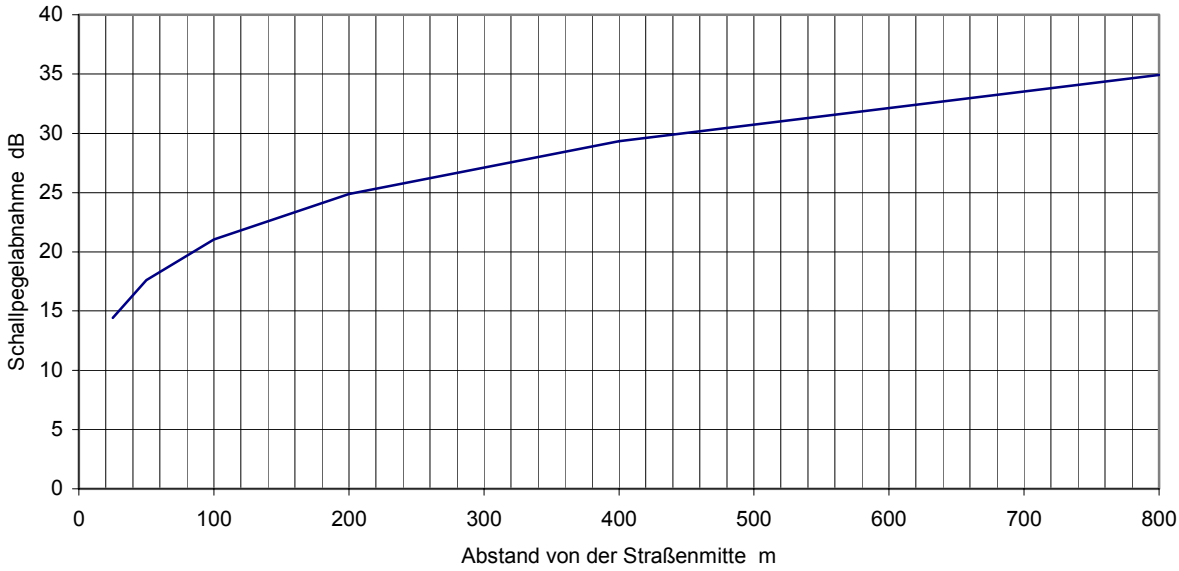


Bild 2b: Schallpegelabnahme mit der Entfernung



Derzeit wird die erforderliche Minderung der Schallimmission überwiegend durch Lärmschutzwände und – wo erforderlich - zusätzlich durch Schallschutz an den zu schützenden Objekten (Schallschutzfenster und Schalldämmlüfter) erzielt.

Der Einsatz von Lärmschutzwänden erfordert Herstellungskosten, Instandhaltungskosten und beeinflusst im allgemeinen das Landschaftsbild negativ. Schalldämmende Fenster geben keinen Schutz für den Freiraum und geben nur Schutz bei geschlossenem Fenster.

Der Minderung der Emission wurde in den letzten Jahrzehnten zwar durch die Herabsetzung der zulässigen Geräuschentwicklung Beachtung geschenkt und das Motorengeräusch der Kraftfahrzeuge wesentlich gesenkt, als maßgebende Geräuschquelle ist aber das Rollgeräusch unverändert geblieben.

3 MINDERUNG DER EMISSION

Aus Bild 1 ist deutlich erkennbar, dass bei den höheren Geschwindigkeiten die Emission des Standard- und des lärmarmen Lkw gleich ist, da bei den höheren Geschwindigkeiten nicht das (beim lärmarmen Lkw reduzierte) Motorgeräusch die Emission bestimmt sondern das Reifen-Fahrbahn-Geräusch.

Allgemein gilt, dass schon ab geringen Geschwindigkeiten das Reifen-Fahrbahn-Geräusch maßgebend ist, wie Tabelle 1 zeigt [4)].

Tabelle 1: Geschwindigkeit, bei welcher das Reifen-Fahrbahn-Geräusch maßgebend wird

Kraftfahrzeugtype	**bei Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit**	**bei Beschleunigung**
Pkw aus den Jahren 1985-1995	30-35 km/h	45-50 km/h
Pkw ab 1996	15-25 km/h	30-45 km/h
Lkw aus den Jahren 1985-1995	40-50 km/h	50-55 km/h
Lkw ab 1996	30-35 km/h	45-50 km/h

Lärmminderung an der Schallquelle kann demnach nur mit lärmarmen Reifen und lärmarmer Fahrbahn erzielt werden (da das Antriebsgeräusch infolge der in den letzten Jahren mehrfach erfolgten Herabsetzung des zulässigen Betriebsgeräusches der Kraftfahrzeuge wesentlich geringer ist).

Mit dem Einsatz lärmarmer Reifen könnte die Emission des Straßenverkehrs vermindert werden, wobei das auf dem Markt vorhandene Angebot an Reifen eine Minderung um bis zu 3 dB ermöglichen würde. Eine Verschärfung der Grenzwerte für die Schallemission der Reifen [5)] könnte eine weitere Emissionsminderung bewirken. Der Stand der Geräuschemission von Pkw- und Lkw-Reifen und Vorschläge für die Definition des „lärmarmen Reifens“ mit Vor-

---

[4)] Entnommen aus Sandberg, Ulf; Ejsmont, Jerzy A. (2002): “Tyre/Road Noise Reference Book”, Informex, SE-59040 Kisa, Sweden.

[5)] Die Schallemission der Reifen wird nach EU-Richtlinie 2001/43/EG auf einer Asphaltfahrbahn nach ISO 10944 gemessen. Die Richtlinie enthält auch die derzeit gültigen Grenzwerte.

schlägen für die Förderung des Einsatzes der lärmarmen Reifen sind in ÖAL-Richtlinie 35 ausführlich behandelt.

Eine weitere Möglichkeit der Minderung der Schallemission des Straßenverkehrs ist der Einsatz von lärmarmen Fahrbahndecken, die allerdings Mehrkosten gegenüber den herkömmlichen Fahrbahndeckschichten erfordern. Ein Austausch ist allerdings nicht in kurzer Zeit möglich.

Der Einsatz lärmarmer Reifen erfordert keine Mehrkosten für den Kraftfahrer und erfordert insbesondere auch keine Kosten für die öffentliche Hand. Darüber hinaus wird er schnell wirksam, da Reifen nach einer vergleichsweise kurzen Nutzungsdauer ausgetauscht werden müssen.

Durch den kombinierten Einsatz lärmarmer Reifen und lärmarmer Fahrbahndecken kann eine Schallpegelminderung bis zu 8 dB erzielt werden.

Richtwerte für in der Praxis realistische erzielbare Minderungspotentiale der Schallemission in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit sind in Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 2: Emissions-Minderungspotenziale in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit

Geschwindigkeit (km/h)	**Emissionsminderungspotenzial (dB)**	**Maßnahme**
50	2	lärmarme Reifen
≥ 70	3	lärmarme Reifen
80	4	lärmarme Reifen in Verbindung mit einer lärmmindernden Fahrbahndecke (SMA)
≥ 100	5	lärmarme Reifen in Verbindung mit einer lärmmindernden Fahrbahndecke (SMA)
130	6	lärmarme Reifen in Verbindung mit einer lärmmindernden Fahrbahndecke (OPA)
	8	lärmarme Reifen in Verbindung mit einer lärmmindernden Fahrbahndecke (2-lagiger OPA)

Die vorliegende Richtlinie gibt Unterlagen für die Abschätzung der Kosteneinsparungspotenziale für bauliche Schallschutzmaßnahmen, wenn die verkehrsbedingte straßenseitige Emission um einen bestimmten Betrag durch Verminderung des Rollgeräusches gesenkt werden könnte. Sie gibt Richtwerte für die Kosten von Lärmschutzwänden [6)] und zusätzliche Kosten für lärmarme Fahrbahndecken für die Erstellung von vergleichenden Berechnungen und enthält Beispiele mit Ergebnissen von repräsentativen Projekten.

[6]) Beispiele für Lärmschutzwandbauarten mit den schalltechnischen Kennwerten für die Schallabsorption und die Schalldämmung sind in ÖAL-Richtlinie 23-2 dargestellt.

4 ERMITTLUNG DES EINSPARUNGSPOTENZIALS

Es wird das Einsparungspotenzial an baulichen Lärmschutzmaßnahmen als Folge einer straßenseitigen Emissionsminderung ermittelt. Dabei soll der Immissionspegel an allen betrachteten vor Lärm zu schützenden Gebäuden höchstens gleich oder geringer sein.

Für die Ermittlung ist die Schallimmission durch den Straßenverkehr nach RVS 3.02 für den betrachteten Bereich zu berechnen und die Abmessungen der zur Einhaltung der Grenzwerte erforderlichen Lärmschutzwand und die Anzahl der gegebenenfalls zusätzlich erforderlichen Schallschutzfenster. Eine weitere Rechnung der Schallimmission und Bemessung der erforderlichen Schallschutzmaßnahmen erfolgt mit der je nach Projekt reduzierten Schallemission des Straßenverkehrs. Dabei sind die Schallschutzmaßnahmen so zu bemessen, dass mindestens der gleiche Lärmschutz an allen betrachteten Punkten gegeben ist.

Für alle nachfolgend angegebenen Kosten ist der Stand von 2003 zugrunde gelegt. Die Angaben sind der Forschungsarbeit [2)] entnommen.

Für Lärmschutzwände und Schallschutzfenster einschließlich Schalldämmlüfter können die folgenden Kosten eingesetzt werden.

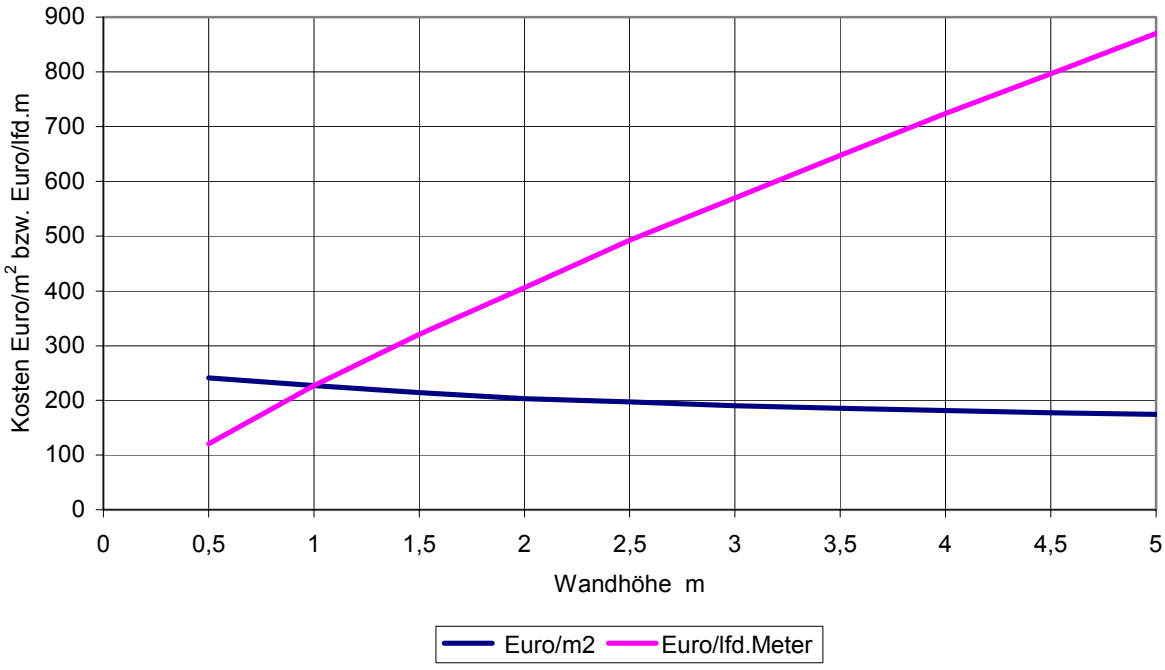


Bild 3: Richtwerte für die Kosten von Lärmschutzwänden in Abhängigkeit von der Wandhöhe

Die Kosten für Lärmschutzfenster umfassen die Lieferung der Fenster und eventuell erforderlichen Lüfter, den Ausbau der alten und Einbau der neuen Fenster und Lüfter, sowie die erforderlichen Nebenarbeiten (z.B. Wiederherstellung der Fassade). Dafür werden amtlich geregelte Kostensätze in Rechnung gestellt. Für Erdgeschoße werden in der Regel geringere

Kosten anfallen, da in diesem Geschoß normalerweise der Anteil von Nebenräumen höher ist als in den Obergeschossen. Für die Vergleichsrechnungen im Rahmen der Forschungsarbeit wurden für die objektseitigen Maßnahmen in Erdgeschoßen € 3500,00 und für Obergeschoße € 4700,00 in Rechnung gestellt.

Für die Untersuchung der Kombination von lärmarmen Reifen mit lärmarmen Fahrbahndecken können die folgenden Richtpreise für die Fahrbahndecken eingesetzt werden:

Die Auswahl der dabei berücksichtigten Fahrbahndecken erfolgte in der Forschungsarbeit unter den Gesichtspunkten, dass diese einerseits typischen Deckschichten mit entsprechenden Lärmminderungen an Straßen der untersuchten Projektbeispiele (vorwiegend Landesstraßen) entsprachen und andererseits auch Beläge neuester Technologie mit überdurchschnittliche hohen Lärmminderungen Berücksichtigung fanden. Es ist darauf hinzuweisen, dass die nachfolgend angeführten Fahrbahndecken nur einen Auszug aus der Palette der unterschiedlichsten Fahrbahnbeläge, insbesondere von Schwarzdecken darstellen, der aber für den erforderlichen Zweck als ausreichend zu betrachten ist.

Die angeführten Beträge sind als Richtpreise für die eingebaute Deckschicht, allerdings ohne jegliche Nebenkosten, wie etwa für Verkehrsumleitungen im Rahmen der Asphaltierungsarbeiten, Erneuerung von Entwässerungsanlagen und dergleichen zu verstehen. Zum zweilagigen offenporigen Asphalt OPA (Zweischicht-Drainasphalt DA) ist im speziellen anzumerken, dass dieser in Österreich noch nicht zur Anwendung gekommen ist und daher auch keine Erfahrungen hinsichtlich der Kosten in Österreich existieren. Die in der Tabelle angeführten Kosten stammen aus Angaben des Tiefbauamts der Stadt Augsburg in Deutschland, wo im Herbst 2003 ein derartiger Versuchsabschnitt realisiert wurde.

Tabelle 3: Kostenansätze für unterschiedliche Fahrbahndeckschichten

Fahrbahndeckschicht	**Richtwert für die Kosten pro m^2 Fahrbahndecke (€ brutto)**
Asphaltbeton (AB)	6,0
Splitt-Mastix (SMA)	7,2
Offenporiger Asphalt (OPA) Drainasphalt (DA)	15,0
Zweilagiger OPA/DA	17,0

Die vergleichende Berechnung der Gesamtkosten erfolgt zweckmäßig in einem Berechnungsformblatt, wie in einem Beispiel im **Anhang 1** dargestellt.

5 ERGEBNISSE VON BEISPIELEN DER VERGLEICHENDEN BERECHNUNGEN

In der in Fußnote 2 angeführten Forschungsarbeit wurden Modellrechnungen für zehn der Praxis entnommene repräsentative Projekte, die im Detail beschrieben sind, durchgeführt; dabei wurde die Minderung der Emission mit 2 dB bis 8 dB eingesetzt.

In der nachfolgenden Tabelle 4 ist für die 10 Projekte eine Übersicht über die in die einzelnen Berechnungsbeispiele eingesetzte Emissionsminderung, die erforderlichen Lärmschutzwände und Lärmschutzfenster für den Ausgangszustand $P_{1.1}$ und für die Planung mit verminderter Emission $P_{2,n}$ gegebenenfalls mit lärmmindernder Fahrbahndecke, und die mit der eingesetzten Emissionsminderung gegebene prozentuelle Kosteneinsparung zusammengestellt. Da die Emissionsminderung großflächig wirkt und nicht mit dem Abstand von der Straße (wie

bei einer Lärmschutzwand) abnimmt, ergibt sich - bei Sicherung zumindest des gleichen Lärmschutzes für die Planung $P_{2,n}$ wie beim Ausgangszustand $P_{1.1}$ für alle Punkte - an vielen Punkten eine zusätzliche Pegelminderung gegenüber dem Ausgangszustand $P_{1.1}$, die ebenfalls angegeben ist.

Neben der angeführten Kosteneinsparung ist auch die Verminderung der Belastung der Landschaft durch die kleineren Lärmschutzwandhöhen und die Verbesserung der Wohnnutzungsmöglichkeiten durch Verringerung der Anzahl der erforderlichen Schallschutzfenster zu beachten.

Bild 4 zeigt eine Zusammenfassung von Kostenzusammensetzung und Einsparungspotenzial zwischen dem Ausgangszustand $P_{1,1}$ und dem Planungszustand $P_{2,n}$ mit verminderter Lärmemission für alle untersuchten Projekte. Tabelle 5 zeigt die Zusammenfassung der Euro-Beträge für die beiden Planungszustände $P_{1,1}$ und $P_{2,n}$.

Im Durchschnitt aller untersuchten Projekte haben im Ausgangszustand $P_{1.1}$ die straßenseitigen Lärmschutzmaßnahmen (Lärmschutzwände) einen Anteil von 93 %, der Rest von 7 % wird von den objektseitigen Maßnahmen (Lärmschutzfenster) gebildet. Nach Realisierung der Lärmminderungspotenziale durch die Verwendung von lärmarmen Kfz-Reifen und teilweise durch den Einbau von lärmmindernden Fahrbahnbelägen können die Kosten für Lärmschutzwände um 46 % verringert werden. Die Kosten für Lärmschutzfenster können um 36 % gesenkt werden. Zusätzlich sind Aufwendungen in der Höhe von rund 11,5 % des Gesamtbetrages für den Einbau von lärmmindernden Fahrbahnbelägen in den untersuchten Abschnitten erforderlich.

Mit diesen Aufteilungen sind selbst unter Berücksichtigung der erforderlichen Mehrkosten Einsparungen des Gesamtaufwandes für Lärmschutz in der Höhe von 37 % möglich. Dabei bleibt die Qualität des Lärmschutzes für die betroffenen Objekte zumindest erhalten, für weite Bereiche in den Untersuchungsgebieten tritt durch die Verwendung der lärmarmen Reifen, teilweise in Kombination mit lärmarmen Fahrbahnbelägen, eine deutlich merkbare Verringerung der Lärmbelastungen ein.

Tabelle 4: Übersicht über die Ergebnisse für die 10 untersuchten Projekte

$P_{1.1}$ Ausgangszustand		Minderung der Emission	lärmmind. Fahrbahn-decke*)	$P_{2.n}$ Planung mit verminderter Emission		zusätzl. Pegelminderung im Bereich	Kosteneinsparung	Beispiel im Bericht
Lärmschutzwandhöhe (m)	Fenster für Objekte EG/OG	(dB)		Lärmschutzwandhöhe (m)	Fenster f. Objekte EG/OG Einsparung (%)	(dB)	%	
2,5	2/3	2	---	2,0	0/0 100%	bis 2 Mittel 0,8	26,5	B 126 Jäger im Tal
3,5	1/10.	2	---	3,0	1/10 ---	bis 1,3 Mittel 0,5	10,7	B 320 Ruperting
2,0 bis 4,5 Mittel 2,9	3/4	3	---	Mittel 1,4	3/3 16%	bis 1,7 Mittel 0,9	43,9	B1 Timelkam
3,4	3/5	3	---	Fläche vermindert auf 72 %***)	1/2 62%	bis 2,3 Mittel 1,1	28,9	B 320 Liezen
2,0 bis 3,0 Mittel 2,3	6/13	4 und 2	SMA	Mittel 1,3	5/8 33%	bis 3,9 Mittel 1,6	36,1	B 127 Ottens-heim
2,0	4/15	4	SMA	1,5	3/8 43%	bis 4 Mit-tel1,8	26,6	B 116 Kapfen-berg
4,0	13/22	5	SMA	2,5	13/13 28%	bis 4,9 Mittel 3,3	29,1	B1 Gunskir-chen
3,5	6/11	5	SMA	2,0	5/6 37%	bis 3,2 Mittel 1,8	34,9	A9 Seiersberg
2,5 bis 4,5**) Mittel 3,9	9/13	6	OPA	Mittel 2,4	6/9 32%	bis 4,7 Mittel 2,6	27,7	A1 Grillenberg
2,7	2/3	6	OPA	1,2	1/1 61%	bis 5,3 Mittel 3,6	38,8	S6 Krieglach
2,5 bis 4,5**) Mittel 3,9	9/13	8	zweilagig OPA	Mittel 1,4	5/8 41%	bis 6,5 Mittel 2,5	42,8	A1 Grillenberg
2,7	2/3	8	zweilagig OPA	0,7	1/1 61%	bis 3,7 Mittel 3,2	56,1	S6 Krieglach

*) In der ursprünglichen Planung ist in allen Fällen Asphaltbeton angenommen.

**) Eine bereits bestehende Wand von 2,5 bis 4 m Höhe soll generell auf 4,5 m erhöht und verlängert werden; im Fall der geminderten Emission wird sie nicht erhöht und nicht verlängert.

***) Verminderung der Fläche (Höhe und Länge)

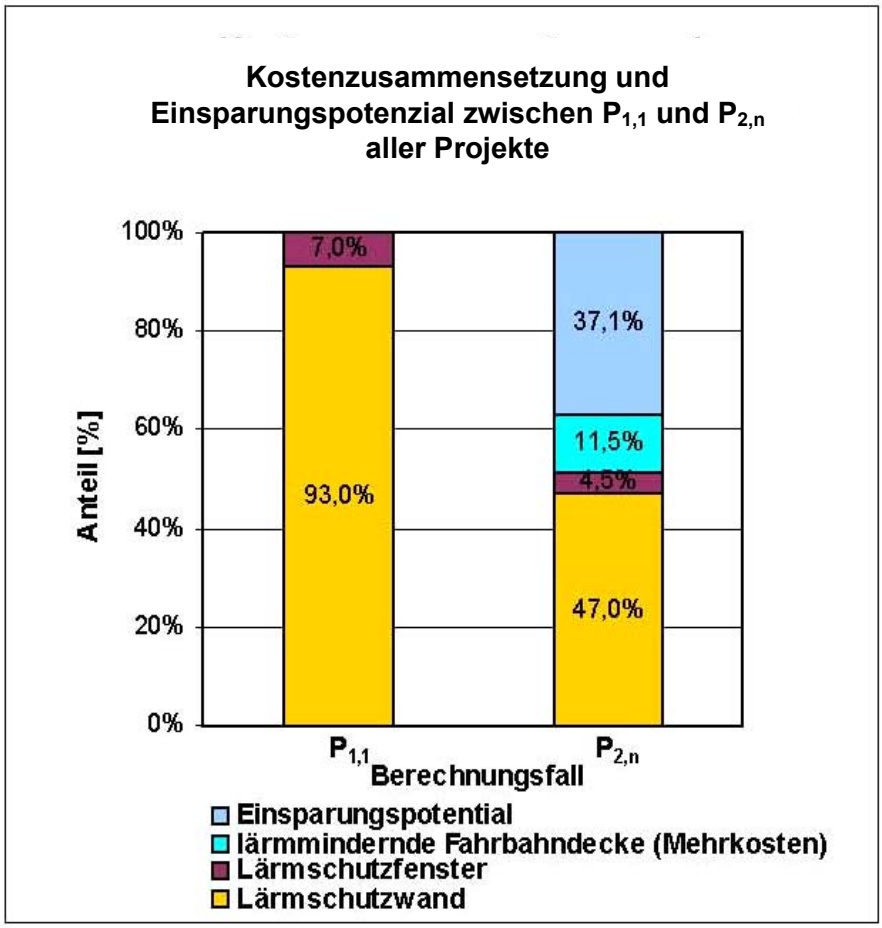


Bild 4: Prozentuelle Kostenzusammensetzung für die Planungsfälle „Ausgangszustand $P_{1,1}$“ und „Planung mit verminderter Emission $P_{2,n}$“ für alle 10 Projekte

Tabelle 5: Kostenzusammensetzung und Gesamt-Einsparungspotenzial für alle 10 Projekte

Berechnungsfall		$P_{1,1}$	$P_{2,n}$	Einsparungspotential	
Lärmschutzwand	[€]	€ 9.984.595,00	€ 5.045.129,00	€ 4.939.466,00	46,0%
		93,0%	47,0%		
Lärmschutzfenster	[€]	€ 750.500,00	€ 478.300,00	€ 272.200,00	2,5%
		7,0%	4,5%		
lärmmindernde Fahrbahndecke (Mehrkosten)	[€]	€ 0,00	€ 1.233.774,00	-€ 1.233.774,00	11,5%
			11,5%		
Gesamt	[€]	€ 10.735.095,00	€ 6.757.203,00	€ 3.977.892,00	37,1%
Gesamt	[€]		37,1%		

ANHANG 1: BEISPIEL FÜR EINE KOSTENVERGLEICHSBERECHNUNG

Projekt:	B1 - Gunskirchen

Ermittlung des A-bewerteten energieäquivalenten Dauerschallpegel in 1 m Abstand - LA,eq[1] [dB]

Straßentyp	vorwiegend überregional	
Fahrbahnoberfläche	Asphaltbeton	
Fahrtrichtungen	2 Richt./Rechtsverkehr	
DTV-Prognose 2015 (Querschnitt)	17,800	kfz/24h
Schwerverkehrsanteil	11,00	%

Emission LA,eq[1]	Emission für Prognosejahr		Prognosejahr -5 dB	
für Tag	86,90	dB	81,90	dB
für Nacht	79,90	dB	74,90	dB

Element	Bezeichnung	Emiss.-Var.	PKW	LKW leicht	LKW l-la	LKW schwer	LKW s-la	v (Pkw)	v (Lkw)	LA,eq1
			[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[km/h]	[km/h]	[dB]
Landesstraße B1 2015	B1	Tag	1030,00	32,00	0,00	95,00	0,00	100,00	80,00	86,90

Element	Bezeichnung	Emiss.-Var.	PKW	LKW leicht	LKW l-la	LKW schwer	LKW s-la	v (Pkw)	v (Lkw)	LA,eq1
			[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[km/h]	[km/h]	[dB]
Landesstraße B1 2015	B1	Nacht	206,00	6,00	0,00	19,00	0,00	100,00	80,00	79,90

monetäre Auswertung der Berechnungsfälle $P_{1,1}$ und $P_{2,n}$

Berechnungsfall		$P_{1,1}$		$P_{2,n}$		Differenz ($P_{1,1}$ - $P_{2,n}$)		
Lärmschutzwand (LSW)		gegenwärtige LSW		neu konzipierte LSW		(Einsparungspotential)		
Abschnittslänge der LSW	[m]	368,0	[m]	368,0	[m]	0,0	[m]	0,0%
Schirmfläche	[m^2]	1,472,0	[m^2]	920,0	[m^2]	552,0	[m^2]	37,5%
durchschnittliche Schirmhöhe	[m]	4,0	[m]	2,5	[m]	1,5	[m]	37,5%
Kosten je m^2 Schirmfläche (brutto)	[€ / m^2]	181,00	[€ / m^2]	197,00	[€ / m^2]			
Kosten LSW (brutto)	[€]	**€ 266,432,00**		**€ 181,240,00**		**€ 85,192,00**		**32,0%**
Lärmschutzfenster (LSF)		gegenwärtig erforderlich		konzeptionell erforderlich		(Einsparungspotential)		
Geschoss		EG	OG	EG	OG	EG	OG	
Objekte mit Grenzwertüberschreitung	[Objekte]	13	22	13	13	0%	41%	
Lärmschutzfensterförderung / Geschoss (brutto)	[€ / Gesch.]	3,500,00	4,700,00	3,500,00	4,700,00			
Zwischensumme	[€]	45,500,00	103,400,00	45,500,00	61,100,00	0,00	42,300,00	
Kosten LSF (brutto)	[€]	**€ 148,900,00**		**€ 106,600,00**		**€ 42,300,00**		**28,4%**
lärmmindernde Fahrbahndecke (LMD)		gegenwärtig vorhanden		konzeptionell erforderlich		Mehrkosten		
Abschnittslänge der Straße	[m]	400,0	[m]	400,0	[m]	400,0	[m]	
Anzahl der Fahrstreifen		4	[m]	4	[m]			
Straßenfläche	[m^2]	5600,0	[m^2]	5600,0	[m^2]	5600,0	[m^2]	
Kosten je m^2 Straßenfläche - Fahrbahnbelag (brutto)	[€ / m^2]	6,00	[€ / m^2]	7,20	[€ / m^2]	1,20	[€ / m^2]	20,0%
Kosten LMD (brutto)	[€]	**€ 33,600,00**		**€ 40,320,00**		**€ 6,720,00**		**20,0%**
Gesamtkosten für Lärmschutzmaßnahmen	[€]	**€ 415,332,00**		**€ 294,560,00**		**€ 120,772,00**		**29,1%**

Wirkungsbetrachtung ($P_{1,1}$ - $P_{2,n}$)

durchschnittlich betroffene Personen ohne LS-Fenster		gegenwärtig ($P_{1,1}$)	konzeptionell ($P_{2,n}$)	Differenz ($P_{1,1}$ - $P_{2,n}$)	
Personengleichwert	[Personen/Wohnobjekt]	4	4		
durchschn. betroffene Personen	[Personen]	**70**	**52**	**18**	**25,7%**

Immissionsverminderung an den berechneten Immissionspunkten für $P_{2,n}$ gegenüber $P_{1,1}$					
Immisionsminderung	0 - 1 [dB]	1 - 2 [dB]	2 - 3 [dB]	3 - 5 [dB]	Summe
Anzahl der Immissionspunkte - EG	0	2	2	12	16
anteilig [%]	0,0%	12,5%	12,5%	75,0%	100,0%
Anzahl der Immissionspunkte - OG	4	1	2	9	16
anteilig [%]	25,0%	6,3%	12,5%	56,3%	100,0%

ANHANG 2: BEGRIFFE

Emissionsschallpegel des Straßenverkehrs $L_{A,eq}$[1]

A-bewerteter energieäquivalenter Dauerschallpegel des Straßenverkehrs auf einer langen geraden Straße in 1 m Abstand von der Emissionslinie (Rechenwert zur Kennzeichnung der Schallemission von Straßenverkehr)

Äquivalenter Dauerschallpegel L_{eq}

Einzahlangabe, die zur Beschreibung eines Schallereignisses mit schwankendem Schallpegel (z.B. Straßenverkehrslärm) dient. Er wird errechnet als der Schallpegel, der bei dauernder Einwirkung dem unterbrochenen Lärm oder Lärm mit schwankendem Schallpegel energieäquivalent ist.

Der äquivalente Dauerschallpegel wird üblich A-bewertet gemessen, bezeichnet mit $L_{A,eq}$.

Die A-Bewertung stellt eine gewisse Annäherung an den Frequenzgang der Empfindlichkeit des menschlichen Ohres dar. Der A-bewertete Schallpegel hat sich für die Beschreibung von Schallimmissionen als zweckmäßig erwiesen.

Abkürzungen

A Autobahn

B Landesstraße Kategorie B (ehemalige Bundesstraßen)

L Landesstraße Kategorie L (ehemalige Landesstraßen)

S Schnellstraße

DA Drainasphalt

OPA Offenporiger Asphalt (open porous asphalt), in Österreich auch Drainasphalt

SMA Splitt-Mastix Asphalt