

# **Lärmwirkungen von Straßenverkehrsgeräuschen**

## **- Auswirkungen eines lärmarmen Fahrbahnbelages -**

Heidemarie Wende, Jens Ortscheid, Matthias Hintzsche, Umweltbundesamt Dessau

### **Einleitung**

Der Straßenverkehr ist die bedeutendste Lärmquelle in Deutschland. Umfrageergebnisse zeigen, dass rund 2/3 der Bevölkerung in Deutschland sich durch Straßenverkehrsgeräusche belästigt fühlt, etwa 17%, das sind rund 14 Mill. Bundesbürger, sogar stark. Belästigungen zählen zu den Hauptwirkungen des Lärms. Störungen der Kommunikation, der Erholung innerhalb und außerhalb der Wohnung, Einschränkungen in der Wohnnutzung u. a. m. tragen zum Lästigkeitsurteil bei. Geräusche belästigen nicht nur, sondern sie können aufgrund lang andauernder Beeinträchtigungen des Schlafes und der Erholung langfristig auch zu Gesundheitsbeeinträchtigungen führen.

Zur Reduzierung des Verkehrslärms stehen eine Reihe von Möglichkeiten (technisch und planerisch) zur Verfügung. Vorrang sollten emissionsmindernde vor Maßnahmen auf dem Ausbreitungsweg und beim Empfänger haben. [Wende et. al. 1998] Lärmarme Beläge stellen eine hervorragende emissionsseitige Minderungsmaßnahme dar, da sie praktisch überall eingesetzt werden können. Die z. T. erreichten geringen Pegelminderungen und das akustischen Langzeitverhalten begrenzten in der Vergangenheit ihren Einsatz im niedrigen Geschwindigkeitsbereich innerorts. Da Maßnahmen auf dem Ausbreitungsweg im Innerortsbereich oft unwirksam sind, blieb als einzige Maßnahme der Einsatz von Schallschutzfenstern. Durch Schallschutzfenster kann nicht unbedingt ein Rückgang der Belästigung erwartet werden, da das „Nichtöffnenkönnen“ der Fenster zum Belästigungsurteil beiträgt.

Neuere Untersuchungen führten zu einem verbesserten Kenntnisstand [Grolimund, H-J. et al. 2002, Beckenbauer et. al. 2002] und zu einem Rechenmodell, mit dessen Hilfe ein lärmarmen Straßenbelag entsprechend der verkehrlichen Vorgaben (Geschwindigkeit, LKW-Anteil) optimiert werden kann. [Beckenbauer, Th. 2004] Bei einem zweilagigen offenporigen Asphalt (ZOPA) auf einem Abschnitt der Bundesstraße B 17 in Augsburg konnte im Vergleich zu einem herkömmlichen Asphaltbeton bei einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 70 km/h eine Pegelminderung von rund 7 dB(A) erreicht werden.

Im Folgenden werden die Auswirkungen dieser Pegelminderungen unter Lärmwirkungsaspekten (Belästigung, Kommunikations- und Schlafstörungen) bewertet. Die

Bewertung erfolgt anhand der Betroffenzahlen in einer realen Bebauungssituation und einer vergleichbaren Verkehrssituation wie in Augsburg (Durchgangsstraße, Bundesstraße mit hohen DTV-Werten). Anschließend werden die Auswirkungen von Pegelminderungen dieser Größenordnung auf die Geräuschbelastungssituation der Bevölkerung in Deutschland insgesamt betrachtet.

### **Bewertungskriterien**

Lärm löst in Abhängigkeit von der Tageszeit (Tag/Nacht) in unterschiedlichem Maße unterschiedliche Reaktionen aus. Im Allgemeinen sind bei Mittelungspegeln ( $L_m$ ) innerhalb von Wohnungen, die nachts unter 25 dB(A) und tags unter 35 dB(A) liegen, keine nennenswerten Beeinträchtigungen zu erwarten. Diese Bedingungen werden bei geöffneten Fenstern (bei Annahme einer mittleren Schalldruckpegeldifferenz von 10 dB(A)) bei Außenpegeln nachts unter 35 dB(A) und tags unter 45 dB(A) sichergestellt. Bei gekippten Fenstern (max. etwa 10 cm Öffnungsschlitz in Kippstellung) kann von einer 5 dB(A) höheren Schallpegeldifferenz ausgegangen werden. [Kötz, W-D. 2004] Die Bedingungen werden demnach bei gekippten Fenstern noch erreicht, wenn die Außenpegel nachts unter 40 dB(A) und tags unter 50 dB(A) liegen. Bei Mittelungspegeln über 55 dB(A) tags außerhalb der Häuser ist zunehmend mit Beeinträchtigungen des psychischen und sozialen Wohnbefindens zu rechnen.

Die akustische Kommunikation ist eine wichtige Voraussetzung für die Entwicklung der Persönlichkeit und für die soziale Entwicklung. Störungen der Kommunikation führen zu einer Minderung des Wohlbefindens und werden sehr häufig bei Befragungen genannt. Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen besteht eine gute Sprachverständlichkeit bei normalhörenden Erwachsenen bei entspannter Sprechweise in Räumen üblicher Größe bei Störgeräuschpegeln, die 40 dB(A) nicht übersteigen. Für den Außenbereich unterstellt man geringere Erwartungen, Sprecher und Hörer werden Anstrengungen zugemutet. Mit Störungen der Kommunikation ist außerhalb von Gebäuden mit Mittelungspegeln  $> 50$  dB(A) zu rechnen.

Schlafstörungen werden von Lärmbetroffenen oft gefürchtet. Sie können weitgehend vermieden werden, wenn die Mittelungspegel im Schlafräum 30 dB(A) und Einzelgeräusche 45 dB(A) nicht überschreiten.

Ergebnisse epidemiologischer Untersuchungen zeigen, dass Straßenverkehrslärm ein Risikofaktor für Herzinfarkt ist. Eine neue Studie des Umweltbundesamtes (UBA) [Babisch et. al. 2004] bestätigt einen Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm und Herzinfarkt:

Das Risiko, einen Herzinfarkt zu erleiden, steigt bei Männern um etwa 30 %, falls sie längere Zeit in Gebieten mit Mittelungspegeln über 65 dB(A) am Tage wohnen. Das Umweltbundesamt hat bereits vor längerer Zeit als vorrangiges Umweltqualitätsziel zum vorbeugenden Gesundheitsschutz vor Straßenverkehrslärm die Einhaltung eines Mittelungspegels von 65 dB(A) am Tage in Wohngebieten formuliert.

### Untersuchungsgebiet – Ist - Situation

Die Bewertung erfolgt an einem Gebiet mit einer Größe von etwa 700 x 200 m<sup>2</sup>, das von der Bundesstraße B 71 tangiert wird. Bebaut ist es sowohl mit Einfamilienhäusern als auch mehrgeschossigen Wohnhäusern. 1871 Einwohner wohnen in dem betrachteten Gebiet. Die Bilder 1 und 2 enthalten die Anzahl der betroffenen Bewohner in den verschiedenen Pegelklassen (Day-Evening-Night-Pegel als 24 h-Mittelungspegel sowie den 8 h-Mittelungspegel während der Nacht).

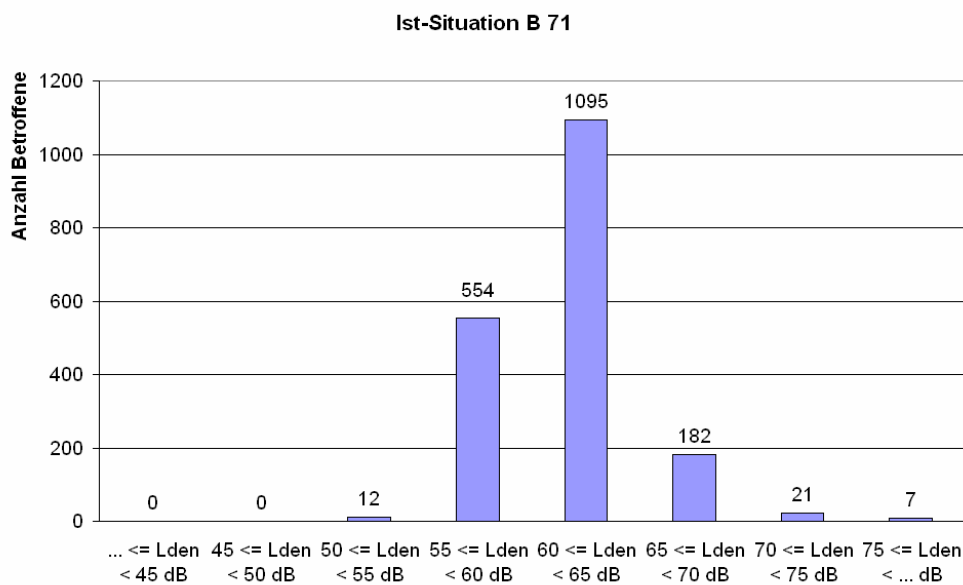


Bild 1: Verteilung der Einwohner auf die verschiedenen L<sub>den</sub>-Pegelklassen

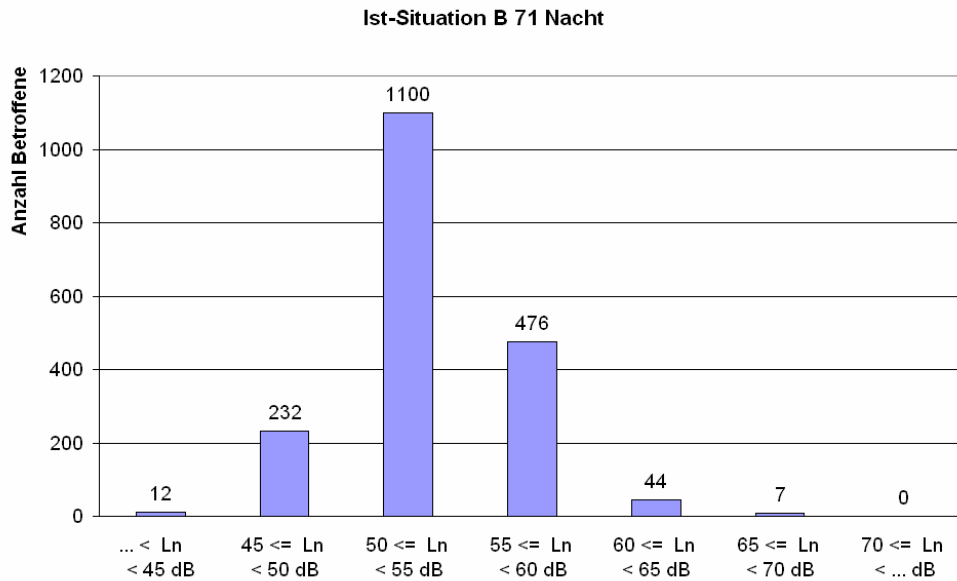


Bild 2: Verteilung der Einwohner auf die verschiedenen  $L_{\text{night}}$ -Pegelklassen

### Bewertung der Ist - Situation

Etwa 11 % der Bewohner haben Belastungen, bei denen ein erhöhtes Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen besteht.

Belastungen mit Pegeln, bei denen weitestgehend Beeinträchtigungen des psychischen und sozialen Wohlbefindens ausgeschlossen werden können, sind so gut wie gar nicht gegeben. Nur knapp 1 % sind mit Pegeln  $L_{\text{den}} < 55 \text{ dB(A)}$  belastet.

Aus der täglichen Erfahrung ist bekannt, dass das Verstehen von akustischer Information unter Lärmbedingungen deutlich erschwert sein kann. Aber auch das Sprechen unter Lärm ist lästiger und anstrengender. Kommunikationsstörungen treten auf, wenn die akustische Information (etwa Sprache) durch den Lärm mehr oder weniger verdeckt wird. Das Ausmaß der resultierenden Kommunikationsstörung hängt aber nicht nur von diesen akustischen Größen ab, sondern auch davon, wie kompliziert, wie vertraut der Informationsgehalt der akustischen Information ist, ob Sichtkontakt zwischen den Kommunikationspartnern gegeben ist und ob der Zuhörer genügend kognitive, also geistige Verarbeitungskapazität bereitstellen kann. Für die Beurteilung von Immissionssituationen ist eine Betrachtung der möglichen störenden Einflüsse auf die verbale Kommunikation sehr hilfreich, weil sich hiermit vergleichsweise einfach Aussagen zur Wohn- und Lebenssituation am Tag treffen lassen. Aus diesem Grund werden Kommunikationsstörungen für eine Bewertung ausführlicher untersucht.

Bei breitbandigen Störgeräuschen ist für Normalhörende die Sprachverständlichkeit nicht beeinträchtigt, wenn der Pegel des Störgeräusches während der Kommunikation unter 40 dB(A) liegt. Hebt der Sprecher seine Stimme an und spricht „mittellaut“, so kann auch bei Belastungen von etwa 45 dB(A) noch weitgehend ungestört kommuniziert werden. [Ortscheid, J. 1994]

Hinsichtlich der Kommunikationsbedingungen kann für die Ist – Situation festgestellt werden, dass außerhalb der Gebäude eine Kommunikation erheblich erschwert ist. Auch in seiner Wohnung kann derzeit kein Anlieger bei geöffneten Fenstern ungestört kommunizieren, wenn strenge Anforderungen – Störschall unterhalb 40 dB(A) - an die Kommunikation angelegt werden. Mutet man den Bewohnern einen höheren Sprechaufwand zu, so könnten bei Störpegeln von höchstens 45 dB(A) bei gekippten Fenstern rund 30 % der Bewohner weitgehend ungestört kommunizieren.

Auch nachts liegen keine gesunden Wohnverhältnisse vor. Ungestörter Schlaf ist bei fast allen Bewohnern nur bei geschlossenen Fenstern möglich, wobei auch höhere Fensterschallschutzklassen erforderlich werden. Lediglich weniger als 1 % können bei gekippten Fenstern ungestört schlafen.

### **Auswirkungen von Maßnahmen im Untersuchungsgebiet**

Wie gezeigt werden konnte, sind Einschränkungen in der Lebensqualität für die Bewohner des Untersuchungsgebietes aufgrund der Geräuschbelastung durch die Bundesstraße gegeben. Im Folgenden wird angenommen, dass bei der Fahrbahnerneuerung der B 71 ein Fahrbahnbelag mit der gleichen Pegelminderung wie in Augsburg zur Verfügung steht.

### Bewertung der Minderung des A-bewerteten Schalldruckpegels

Die Bilder 3 und 4 zeigen die Anzahl der Betroffenen in den verschiedenen Pegelklassen.

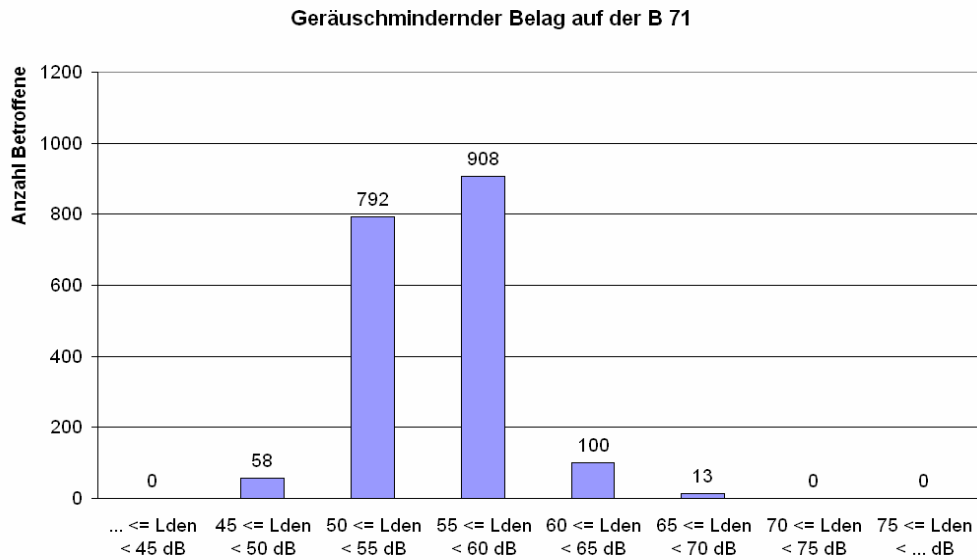


Bild 3: Verteilung der Einwohner auf die verschiedenen  $L_{den}$ -Pegelklassen nach Aufbringen eines lärmarmen Belags (Pegelminderung 7 dB(A))

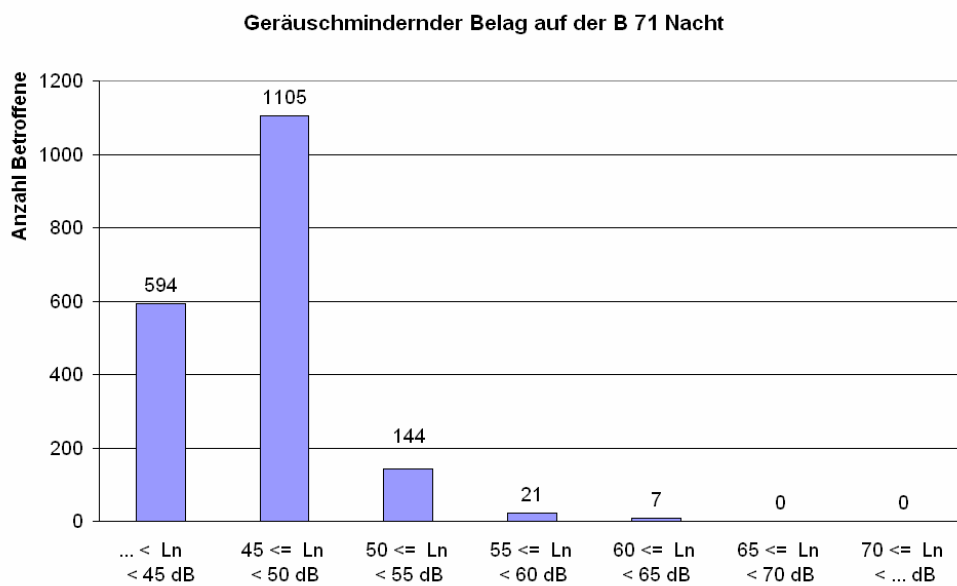


Bild 4: Verteilung der Einwohner auf die verschiedenen  $L_{night}$ -Pegelklassen nach Aufbringen eines lärmarmen Belags (Pegelminderung 7 dB(A))

Es werden deutliche Verbesserungen sichtbar:

Nur noch knapp 1 % sind Belastungen ausgesetzt, bei denen ein erhöhtes Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu befürchten ist.

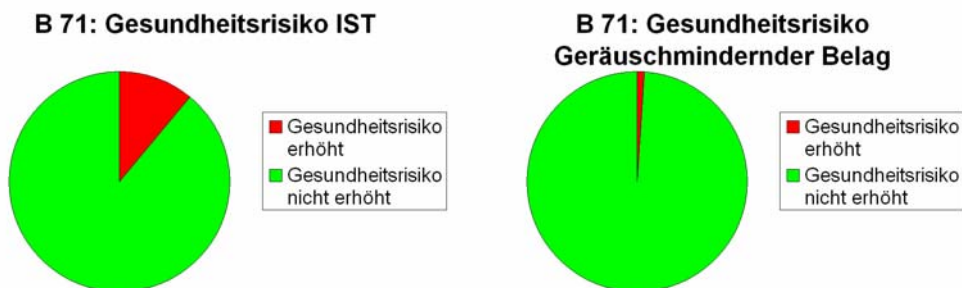


Bild 5: Lärmbedingte Gesundheitsrisiken beim Ist – Zustand und bei offenporigem Belag (2OPA)

Hinsichtlich der Belästigung kann von einer Entspannung der Situation bei knapp der Hälfte der Anlieger der B 71 ausgegangen werden. Die Pegel vor ihren Fenstern liegen unter 55 dB(A). Der Anteil der Betroffenen, die bei gekippten Fenstern schlafen können, erhöht sich auf rund 32 %, was einer Erhöhung um 31 %-Punkte entspricht.

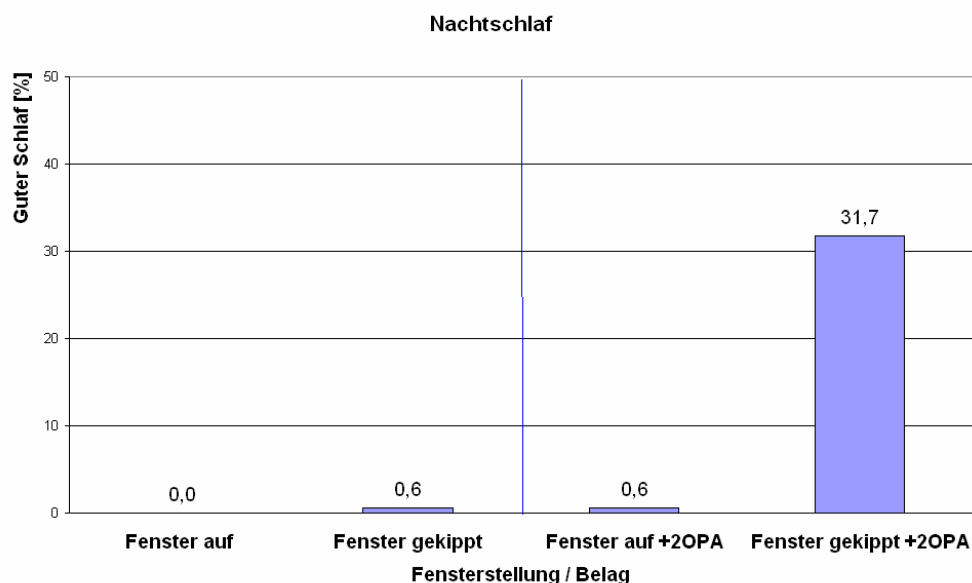
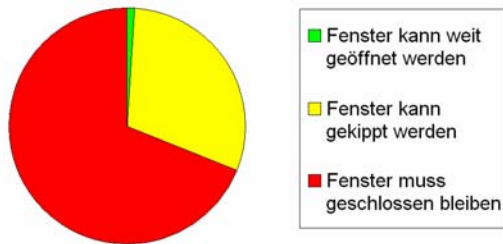


Bild 6: Anteil der Anlieger, die nachts ihre Fenster öffnen können.

Wenn der lärmarme offenporige Belag auf der B 71 aufgebracht würde, könnten, je nach Sprechaufwand, bei gekippten Fenstern zwischen rund 45 % ungestört bzw. 90 % der Anlieger weitgehend ungestört kommunizieren.

**Kommunikation**  
erhöhte Sprechanstrengung; Standardbelag



**Kommunikation**  
erhöhte Sprechanstrengung; 20PA-Belag



Bild 7: Anteil der Anlieger, die am Tage ihre Fenster öffnen können

Bewertung der Minderung unter Berücksichtigung der Spektren

In der Regel reichen für eine überschlägige Bewertung von Immissions-situationen die oben genannten Faustformeln aus. Nicht berücksichtigt wird hierbei allerdings, dass neben dem Pegel des Störgeräusches auch dessen Spektrum Einfluss auf die Sprachverständlichkeit hat. Da sich die Spektren des Standard- und des offenporigen Belags unterscheiden, wird untersucht, ob hierdurch Unterschiede für die verbale Kommunikation resultieren.

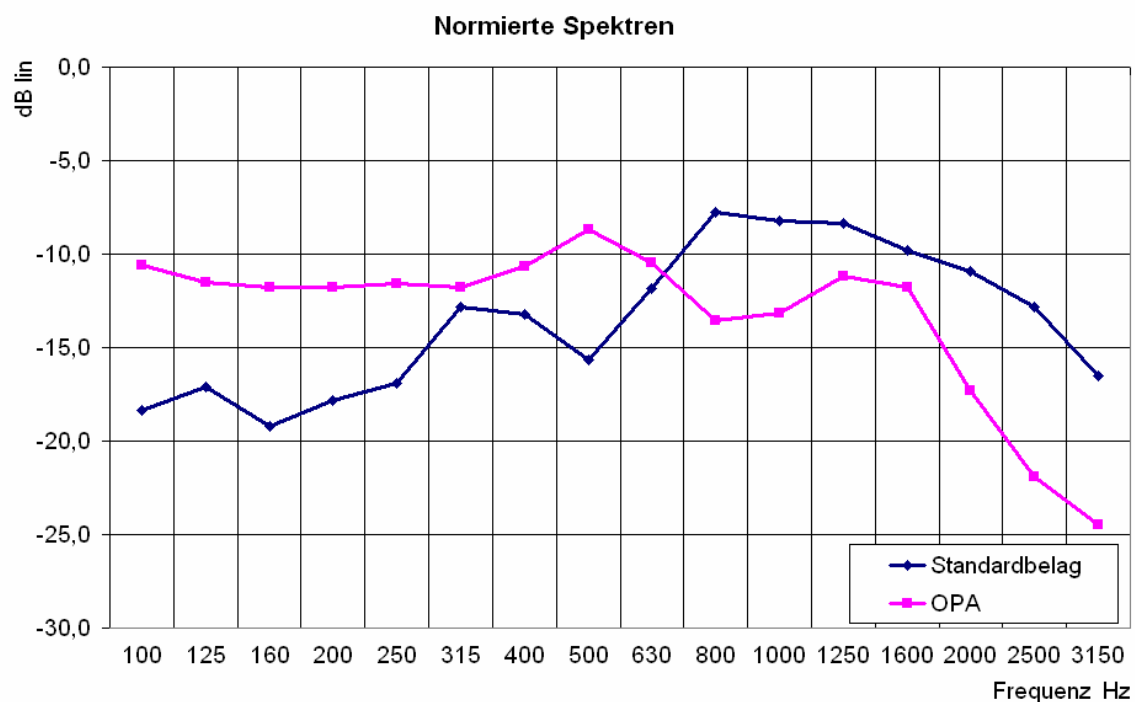


Bild 8: Normierte Spektren des Standardbelages und des offenporigen Belages



### Kommunikation im Außenbereich

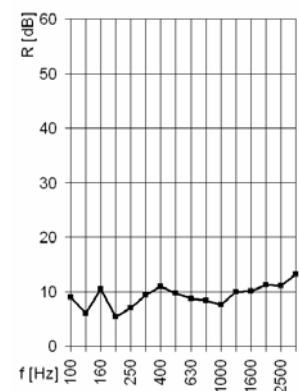
Der offenporige Belag ist bezüglich der sprachlichen Kommunikation unkritisch: Eine Verschlechterung der Kommunikation durch den Belag findet nicht statt. Bei gleicher A-bewerteter Belastung ergibt sich für den offenporigen Belag ein „Bonus“ von 0,5 dB(A), wenn untersucht wird, wie hoch der Sprechpegel sein muss, um einen Artikulationsindex von 0,5 – entspricht einer Einsilberversständlichkeit von 75 % - zu erreichen. [Ortscheid, J., Kötz, W.-D. 1992, Kötz et. al. 2000]

### Kommunikation im Innenbereich

Durch Außenbauteile gefiltert eindringender Schall weist ein verändertes Spektrum auf, das für die Beurteilung der Kommunikationssituation zu berücksichtigen ist. Am Beispiel eines handelsüblichen Fensters mit Isolierverglasung mit 2 x 4 mm Glas und einem Scheibenabstand von 16 mm (4-16-4) aus dem Baumarkt, wird untersucht, ob sich der offenporige Belag vom Standardbelag hinsichtlich der Kommunikationsbedingungen unterscheidet. Angenommen wird ein Wohnraum durchschnittlicher Größe mit 22 m<sup>2</sup> und einer Fensterfläche von 2,75 m<sup>2</sup>; der Sprechpegel ist „entspannt“. Die Ausgangsbelastung beträgt 65 dB(A).

#### A: Fenster 4-16-4 gekippt

Für das gekippte „Baumarktfenster 4-16-4“ mit einem bewerteten Schalldämmmaß  $R_w$  von 11 dB ergibt sich: Die resultierende Einsilbersprachverständlichkeit im Wohnraum beträgt beim Standardbelag 22 %. Wenn der offenporige Belag aufgebracht wird, steigt sie auf 65 %. Der offenporige Belag erweist sich bei dem gekippten Fenster auch dann als geringfügig „kommunikationsfreundlicher“ – die Sprachverständlichkeit ist 3 %-Punkte höher - als der Standardbelag, wenn für beide eine Außenbelastung von 65 dB(A) gegeben ist.

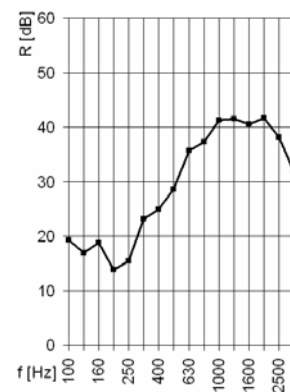


Fenster 4-16-4, gekippt

$R_w = 11$  dB

### B: Fenster 4-16-4 geschlossen

Die resultierende Einsilbersprachverständlichkeit im Wohnraum unterscheidet sich bei geschlossenem Fenster bei beiden Belägen trotz des um rund 7 dB(A) leiseren offenporigen Belags nicht; eine störungsfreie Kommunikation ist in beiden Situationen gegeben. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass bei dem geschlossenen Baumarktfenster der offenporige Belag zu einer deutlich geringeren Schallpegeldifferenz zwischen Außen – Innen führt, als dies der Fall beim Standardbelag ist. So beträgt die Schallpegeldifferenz beim offenporigen Belag lediglich ca. 35 dB(A), während sie beim Standardbelag mit rund 41 dB(A) deutlich höher ausfällt.



Fenster 4-16-4  
geschlossen  
 $R_w = 31$  dB

Bei gleichem Außenpegel ist der Pegel im Raum beim offenporigen Belag also rund 6 dB(A) höher, was bedeutet, dass bei diesem Fenster nahezu das gesamte Minderungspotential des geräuscharmen Belages verloren geht. Für die Praxis heißt dies, dass nicht jeder Anlieger einer Straße, die mit einem offenporigem Belag versehen wird, in seiner Wohnung die außen erreichte Pegelminderung in vollem Umfang erleben kann.

### Schlafstörungen

Bei Außenbelastungen von 47 dB(A) ergäbe sich bei Verwendung von 2OPA bei dem gekippten Baumarktfenster ein Innenpegel von 30 dB(A). Bei dem Standardbelag dürfte der Pegel außen nur 40 dB(A) betragen, um ein ungestörtes Schlafen bei gekipptem Baumarktfenster zu ermöglichen.

### **Abschätzung der Auswirkungen lärmarmen Beläge mit Pegelminderungen von 6 dB(A) auf die Bevölkerung in Deutschland**

Die Geräuschbelastung durch Straßenverkehr ist in den letzten Jahren auf einem hohen Niveau etwa konstant geblieben, wie Modellrechnungen des Umweltbundesamtes mit dem Battelle-Modell [Wende, Malow 1996] zeigen. Mit Mittelungspegeln am Tage von über 65 dB(A), bei denen bei langjähriger Belastung ein erhöhtes Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen nicht auszuschließen ist, sind knapp 16 % der Bevölkerung betroffen, vgl. Tabelle 1. Ca. 70 % davon (11 %) wohnen an Hauptverkehrs- und Verkehrsstraßen, hier könnten durch lärmarme Beläge mit hohen Pegelminderungen Gesundheitsrisiken leicht

vermieden werden. Die Ergebnisse einer Modellrechnung, bei der nur Minderungen bei den beiden oben genannten Straßenkategorien, nicht aber bei Bundesautobahnen und bei Nebenstraßen angenommen wurden, zeigt Tabelle 1 für den Tag.

Mittelungspegel in dB(A)	Anteil der durch Straßenverkehrsgläusche belasteten Bevölkerung am Tage in %	
	Ist 1999	Minderung um 6 dB(A) auf Hauptverkehrs- und Verkehrsstraßen
<= 45	18,9	18,8
> 45 - 50	16,4	16,5
> 50 - 55	15,8	18,2
> 55 - 60	18,0	21,2
> 60 - 65	15,3	16,3
<b>&gt; 65 - 70</b>	<b>9,0</b>	<b>8,0</b>
<b>&gt; 70 - 75</b>	<b>5,1</b>	<b>0,8</b>
<b>&gt; 75</b>	<b>1,5</b>	<b>0,2</b>

Tabelle 1: Geräuschbelastung der Bevölkerung durch Straßenverkehr, Stand 1999 und bei einer Minderung der Geräuschemission auf Hauptverkehrs- und Verkehrsstraßen um 6 dB(A) gegenüber den Emissionen für das Jahr 1999

Die Veränderungen sind deutlich. Der Anteil, der mit Mittelungspegeln über 65 dB(A) belasteten Bevölkerung, kann mit dieser Maßnahme um knapp 7 %-Punkte auf 9 % verringert werden. Bei knapp 6 Mio. Anlieger dieser Straßen kann damit das durch Lärm zusätzlich vorhandene Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen vermieden werden.

### **Zusammenfassung**

Unter Lärmwirkungsaspekten gesehen können optimierte lärmarme Straßenbeläge zur Vermeidung des lärmbedingten Gesundheitsrisikos beitragen; die Kommunikationsbedingungen außerhalb und innerhalb der Gebäude verbessern und in vielen Fällen ungestörten Nachtschlaf bei gekippten Fenstern ermöglichen.

## Literatur

- Babisch et. al. (2004): Chronischer Lärm als Risikofaktor für den Myokardinfarkt. Umweltbundesamt, WaBoLu-Hefte 02/04
- Beckenbauer, Th. (2004): Leise Straßen aus dem Computer. Vortrag Symposium des Deutschen Verkehrsforums, des DLR und des Forschungsverbundes Leiser Verkehr. 4. und 5. 2. 2004, Berlin
- Beckenbauer, Th. et al. (2002): Einfluss der Fahrbahntextur auf das Reifen-Fahrbahn-Geräusch. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 847. Hrsg: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Abt. Straßenbau, Straßenverkehr, Bonn 2002
- Grolimund, H-J. et al. (2002): Lärmarme bituminöse Strassenbeläge inner- und ausserorts. Gemeinsamer Forschungsauftrag von Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL und Bundesamt für Strassen ASTRA, Bern 2002
- Kötz, W.-D., Wende, H., Ortscheid, J. (2000): Fluglärm: Anforderungen an den baulichen Schallschutz aus der Sicht der Lärmwirkungsforschung. Deutsche Gesellschaft für Akustik, 2000 Fortschritte der Akustik - DAGA 2000 : Plenarvorträge und Fachbeiträge der 26. Deutschen Jahrestagung Akustik. - Oldenburg, 2000. S. 524-525
- Kötz, W-D.: (2004) Zur Frage der effektiven Schalldämmung von geöffneten Fenstern. Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 51 (2004) Nr. 1, S. 21 – 26.
- Ortscheid, J. (1994): Wirkungen von Lärm und Erschütterungen. In: Kalmbach, S. und Schmölling, J. (Hrsg.): Der Immissionsschutzbeauftragte, Rechtsgrundlagen und Aufgaben, S. 127 - 144, Berlin 1994
- Ortscheid, J., Kötz, W.-D. (1992): Vergleichende Bewertung der Dämmqualität von Wohnungstrennwänden und -decken. Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 39 (1992) S. 2-9,
- Wende, H., Ortscheid, J., Kötz, W.-D., Jäcker-Cüppers, M., Penn-Bressel, G. (1998): Schritte zur Reduzierung gesundheitlicher Beeinträchtigungen durch Straßenverkehr. Gesundheitsrisiken durch Lärm, Tagungsband zum Symposium, Bonn 1998, S. 50-66
- Wende, H., Malow, M. (1996): Entwicklung der Geräuschbelastung der Bevölkerung in Deutschland. Deutsche Gesellschaft für Akustik, Fortschritte der Akustik - DAGA 1996 Plenarvorträge und Fachbeiträge der 22. Deutschen Jahrestagung Akustik. - Bonn, 1996. S. 244-245.