

Offenporiger Asphalt

Lärmschutzwirkung, -bedingungen und -dauer

Wolfgang Schulte, Bergisch Gladbach

Mindestens seit 1990 wird dem Schutz gegenüber Verkehrslärm durch die „Richtlinien für den Lärm-schutz an Straßen“ (RLS-90) besonderes Augenmerk geschenkt. Lärm-schutz an Straßen kann durch den Bau von Lärmschutzwänden oder durch Verringerung der Geräusch-emission der Schallquelle „Straße“ realisiert werden.

Erste Lärmschutzwände wurden in Deutschland schon in den frühen 70er Jahren erprobt und in steigendem Maße zur Lärm-minderung eingesetzt. Nach [1] muss festgestellt werden, dass infolge steigendem Verkehrsaufkommen die durchschnittliche Höhe der an Bundesfernstraßen gebauten Lärmschutzwände deutlich angestiegen ist (Bild 1).

Damit stellt sich zunehmend die Frage, inwieweit durch leisere Fahrzeugantriebe und verminderte Reifen-fahrbahn-Geräusche diese Situation wenigstens teilweise geändert werden kann. Eine mögliche Variante, Veränderung der Schallerzeugung im Zusammenspiel zwischen Reifen und Straßenoberfläche, wurde deshalb auch intensiv untersucht, u.a. durch die Weiterentwicklung des offenporigen Asphalts (OPA), der bereits Ende der 80er Jahre als Drainasphalt zur Verminderung der Sprühhahnenbildung genutzt wurde.

Lärmschutzwirkung

Geräuschpegelmessung

Der Mensch nimmt Geräusche sehr unterschiedlich wahr. Es fällt ihm sehr schwer, die Lautstärke eines Geräusches präzise anzugeben. Deshalb wurde eine objektive Messmethode entwickelt, mit der die verschiedenen Geräusche in Dezibel (dB) für einzelne Frequenzen gemessen werden. Dabei bedeutet eine Zunahme um 10 dB eine Verdopplung der Lautstärke.

Hinzu kommt, dass tiefe und hohe Töne vom Ohr nicht so gut wahrgenommen werden. Daher hat man die Messeinheit dB(A) eingeführt. Hierbei wird das zu messende Geräusch so

gefiltert, wie das menschliche Ohr es hören würde, wobei dem Bereich 1.000 bis 4.000 Hz besonderes Gewicht zukommt.

Eine Verdopplung der Schallquellen bringt einen Anstieg um 3 dB. Eine Verzehnfachung der Schallquellen führt zu einem Anstieg von 10 dB, dies entspricht einer Verdopplung der Lautstärke. Differenzen von 3 dB(A) sind erkennbar, solche von 6 dB(A) werden schon wesentlich, erst Unterschiede von 9 dB(A) jedoch deutlich wahrgenommen.

Die Überprüfung der Wirksamkeit von Maßnahmen an Straßenoberflächen und Texturen zur Minderung der Geräuschemission von Fahrzeugen geschieht in Deutschland nach der Methode der „Statistischen Vorbeifahrt“ („Statistical Pass-By, abgekürzt SPB [3]), die die folgenden wichtigen Eigenschaften besitzt [4].

■ Sowohl die Vorbeifahrpegel von Pkw als auch die leichteren (zweiachsigen) und schwereren (mehrachsigen) Lkw können gemessen werden. Daher ist es möglich, die Lärmemission beliebig gemischter Verkehrsströme abzuschätzen.

■ Der angenommene Vorbeifahrpegel kann direkt als Ausgangswert zur Berechnung der Schallausbreitung von Straßen verwendet werden.

Entstehung von Lärm im Bereich der Straßen

Die Geräusche von benzin- oder dieselgetriebenen Motorfahrzeugen lassen sich in zwei Klassen unterteilen. Die erste Klasse bilden die Antriebsgeräusche. Diese rühren hauptsächlich vom Motor, dem Getriebe und der Auspuff- bzw. Ansauganlage her. Die Antriebsgeräusche hängen vom Motortyp und dessen Betriebszustand

Bild 1: Mittlere Höhen der an Bundesfernstraßen gebauten Lärmschutzwände (abgeleitet aus [2])

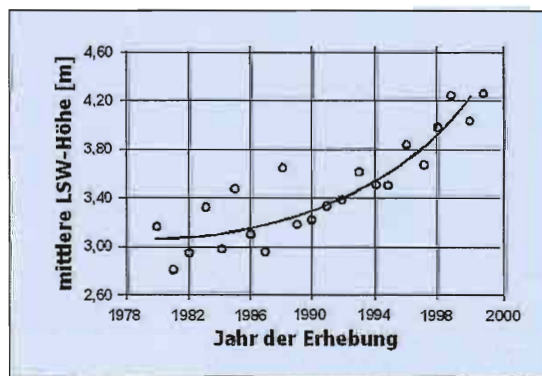
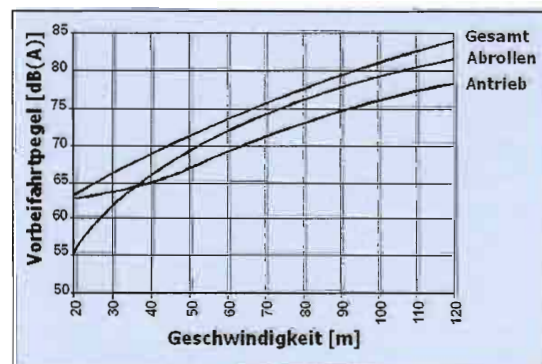


Bild 2: Geräuschanteile in Abhängigkeit der Geschwindigkeit für Pkw [5]



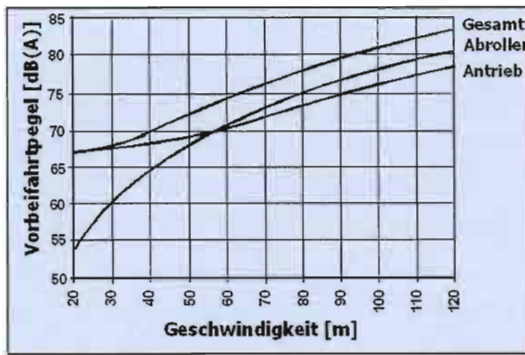


Bild 3: Geräuschanteile in Abhängigkeit der Geschwindigkeit für Lkw [5]

ab. Bei gegebenem Motor sind die Antriebsgeräusche in erster Linie von der Drehzahl und etwas schwächer von der Motorleistung abhängig.

Die Rollgeräusche bilden die zweite Klasse von Fahrzeuggeräuschen. Dieser Klasse werden die Geräusche, die sich aus dem Abrollvorgang des Reifens auf der Fahrbahn ergeben, die Strömungs- und Schwingungsgeräusche zugeordnet. Die Reifen-Fahrbahn-Geräusche sind dabei bei Pkw ab etwa 40 km/h dominant, bei Lkw ab etwa 70 km/h (Bilder 2, 3). Grundsätzlich sind folgende Vorgänge für die Entstehung von Reifengeräuschen maßgebend:

- **Air-Pumping:** Es entsteht dadurch, dass in den Hohlräumen des Reifenprofils (Profilrillen) Luft vom rollenden Reifen zusammengedrückt und dann explosionsartig wieder freigegeben wird. Je dichter die Profilrillen von der Fahrbanoberfläche abgeschlossen werden,

desto größer ist die Schallausbreitung.

- **Resonanzschwingungen:** Beim Durchlaufen der Reifenaufstandsfläche wirken die Profilrillen wie akustische Resonatoren.
- **Reifenschwingungen:** Karkasse und Profil-Klötze des Reifens werden beim Abrollen durch die Rauigkeit der Straßenoberfläche in Schwingungen versetzt.

Das durch die Anregung von Reifenschwingungen abgestrahlte Geräusch steigt mit zunehmender Rautiefe der Straßenoberfläche an, wohingegen Air-Pumping-Geräusche eher auf Straßenoberflächen mit geringer Rautiefe anzutreffen sind. Deshalb und aus Gründen der Verkehrssicherheit bei Nässe darf die Rautiefe einer Straße nicht zu sehr abgesenkt werden, so dass Geräusche durch die Anregung von Reifenschwingungen nie ganz vermieden werden können. Air-Pumping-Geräusche können dagegen weit-

gehend durch offenporige hohlraumreiche Deckschichten oder durch eine offene Gestaltung der Textur der Straßenoberfläche mit verbundenen Kanälen abgebaut werden, so dass in der Kontaktfläche Reifen/Straße komprimierte Luft seitwärts entweichen kann. Das Abrollgeräusch ist somit vom Fahrzeug, dem Fahrbahnbelag und der Fahrzeuggeschwindigkeit abhängig. Die wichtigsten fahrzeugbezogenen Parameter sind das Reifenprofil, die Reifenbreite und das Fahrzeuggewicht. Die wichtigsten lärmbeeinflussenden Eigenschaften des Fahrbahnbelags sind dessen Porosität und die Rauigkeit der Oberfläche unter Berücksichtigung der räumlichen Anordnung der Strukturen.

Neben den mess- und beschreibbaren Einflussfaktoren kommt dem Verhalten des Fahrzeuglenkers sehr große Bedeutung zu. Er wählt aus einer großen zur Verfügung stehenden Bandbreite den Betriebszustand des Fahrzeugs aus. Die Spanne der vom Fahrer beeinflussbaren Geräuschentwicklung liegt dabei in der Größenordnung von 5 bis 10 dB. Die Beschreibung von Verkehrslärm kann nur statistisch – als Mittelwert von sehr vielen Einzelfahrzeugen – erfolgen. Bild 4 zeigt die wichtigsten Pfade und Einflussfaktoren bei der Entstehung der Motorfahrzeuggeräusche.

Beeinflussende Elemente

Bei der Entstehung des Lärms selbst und seiner möglichen Beeinflussung im Straßenbereich sind nicht nur vielfältige Einflussfaktoren vorhanden, sondern auch nicht steuerbare äußere Rahmenbedingungen.

Fahrzeugtypen

Straßenfahrzeuge werden nur dann zum Verkehr zugelassen, wenn ihr Antriebsgeräusch bestimmte Geräuschgrenzwerte bei der Typprüfung nicht überschreitet. Durch Verminderung der Grenzwerte wurden in den vergangenen 25 Jahren bei den Pkw um 8 dB(A) und bei den Lkw der Leistungsklasse 22.150 kW um 11 dB(A) leisere Antriebe entwickelt. Die Auswirkungen fallen dabei aufgrund der Geschwindigkeitsabhängigkeit im innerörtlichen Bereich deutlicher aus als auf Außerortsstraßen (Bilder 5 und 6).

Geschwindigkeit

Da das Reifen-Fahrbahn-Geräusch das Fahrgeräusch beeinflusst, müssen

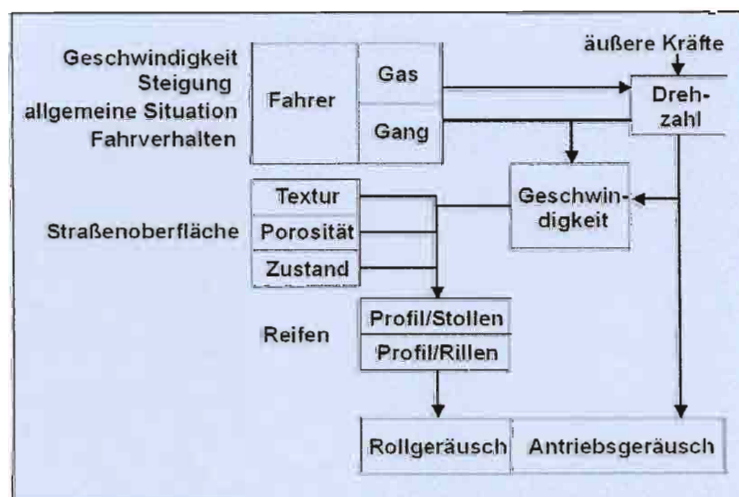


Bild 4: Blockbild der wichtigsten Einflussfaktoren auf das Fahrzeuggeräusch [nach 5,12]

sich wesentliche Änderungen der mittlerer Pkw-Geschwindigkeiten spürbar auf den Emissionspegel auswirken. Allerdings ist nur auf Autobahnen damit zu rechnen, da für sie keine generelle Beschränkung der Höchstgeschwindigkeit angeordnet ist. Erhebungen der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) von 1981 bis 1993 lassen erkennen, dass diese Geschwindigkeit im Durchschnitt um 1 km/h pro Jahr auf 122 km/h (1993) zugenommen hatte [7]. Aktuelle Messungen liegen nicht vor, doch dürfte die mittlere Pkw-Geschwindigkeit auch weiterhin gestiegen sein. Leicht angestiegen sind zwar auch die Lkw-Geschwindigkeiten. Doch ist dies wegen der Begrenzung der Höchstgeschwindigkeit von geringem Einfluss auf den Emissionspegel der Straße. Für den gesamten Zeitraum von 1975 bis 2000 kann mit einer konstanten Geschwindigkeit von 85 km/h gerechnet werden. Insgesamt bewirkte das Ansteigen der mittleren Pkw-Geschwindigkeit eine Erhöhung der Geräuschemissionen von Autobahnen um nahezu ein 1 dB(A).

Verkehrsstärke

Die seit 1975 durch die BASt an ausgewählten Autobahn-, Bundesstraßen- und Landesstraßenquerschnitten erhobenen durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken (DTV) und Lkw-Anteile zeigen von 1975 bis zum Jahr 2000 eine Verdopplung des Verkehrs auf Autobahnen. Der Verkehr auf Bundesstraßen hat im selben Zeitraum um 60% zugenommen. Die auf den gesamten 24-stündigen Tag bezogenen Lkw-Anteile sind über den Zeitraum von 1975 bis 2000 relativ konstant. Auf Autobahnen liegen sie im Mittel bei 13,5%, auf Bundesstraßen bei 7,8%. Das bedeutet, dass die Lärmemissionen in diesem Zeitraum auf Autobahnen um 3 dB(A) und auf Bundesstraßen um 2 dB(A) zugenommen haben.

Reifengeräusch

Die Höhe der Fahrzeugemission wird zu einem großen Teil auch durch das Reifengeräusch bestimmt (Bilder 1 und 2). Ein Vergleich von Messergebnissen an einem einzigen Deckentyp oder mehreren Deckentypen, die zu gleichen Rollgeräuschen führen, ermöglicht Aussagen über die zeitliche Entwicklung des Reifengeräusches.

Bild 5:
Mittlerer Vorbeirollpegel von Pkw in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit [1]

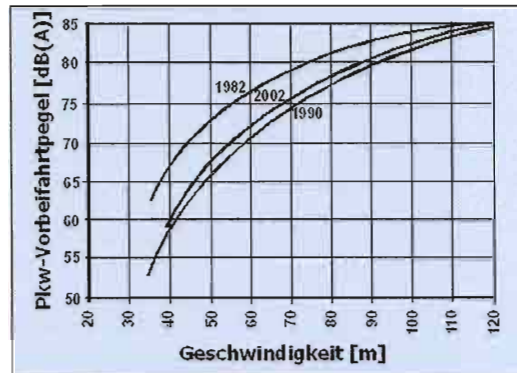
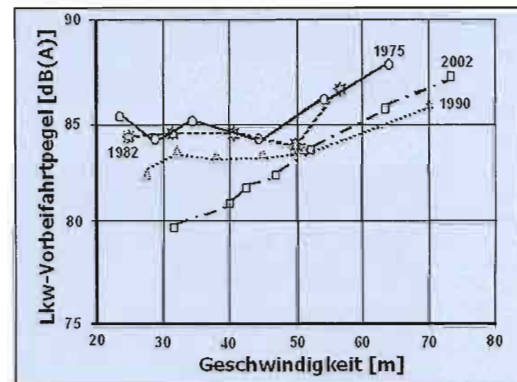


Bild 6:
Mittlerer Vorbeirollpegel schwerer Lkw - in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit [6]



Die im Bild 7 dargestellten mittleren Pkw und Lkw-Vorbeifahrtpegel – aufgenommen an Decken aus nicht geriffeltem Gussasphalt (Bezugsgröße für DStr0-Werte) und vergleichsweise an Betondecken – lassen den Schluss zu, dass sich das Reifengeräusch in den letzten 25 bis 30 Jahren kaum geändert hat. Für die Pkw-Reifen wird dies indirekt durch Aussagen der Reifenindustrie bestätigt. Dies ist umso erstaunlicher, da aus den Untersuchungen in Sperenberg bekannt ist, dass infolge der unterschiedlichen Reifentypen eine Spanne von ca. 8 dB(A) zwischen leisestem und lautestem Reifen vorhanden ist. Diese Spanne beträgt selbst bei offenporigen Belägen noch ca. 4 dB(A).

Fahrbahndecken

Hinsichtlich der Lärmentwicklung lassen sich die Fahrbahndecken in 4 Gruppen unterteilen:

1. Fahrbahnoberflächen mit großen Unebenheiten durch grobe Körner, regen in erster Linie Reifen zu Radialschwingungen an.
2. Bei Fahrbahnoberflächen mit glatter Oberfläche, geringer Makrorauigkeit und geringer oder keiner Mikro- rauigkeit werden die Reifen im gerin-

gen Maße zu Radialschwingungen angeregt. Da sie aber flächenhaften Kontakt mit der Fahrbahndecke haben, kommt es zur Ausbildung von Tangentialschwingungen. Bei solchen Fahrbahnoberflächen registriert man Terzpegel unter und oberhalb 1.000 Hz.

3. Feinkörnige kantige Oberflächen mit stark ausgeprägter Mikro- rauigkeit zeigen niedrigere Terzpegel unterhalb 1.000 Hz. Aufgrund der Oberflächenstruktur kommt es zu keiner flächenhaften Berührung zwischen Reifen und Fahrbahn.

4. Fahrbahnoberflächen mit ausgeprägter Mikro- und Makrorauigkeit sowie großen Hohlraumgehalt (z.B. offenporige Asphalte) haben eine lärmtechnisch günstige Oberfläche. Zusätzlich bewirken die Hohlräume einen Abbau der Luftkompression und der Strömungsgeräusche im Reifenprofil sowie eine Absorption der Antriebsgeräusche.

Bis in die späten 90er Jahre wurden auf Fahrbahnen von Autobahnen im Wesentlichen Gussasphalt 0/11 mit grober Abstreuerung und Asphaltbeton 0/16 verbaut. Nachdem 1990 durch die Verkehrslärmschutzverordnung [9] die Immissionsgrenzwerte herab-

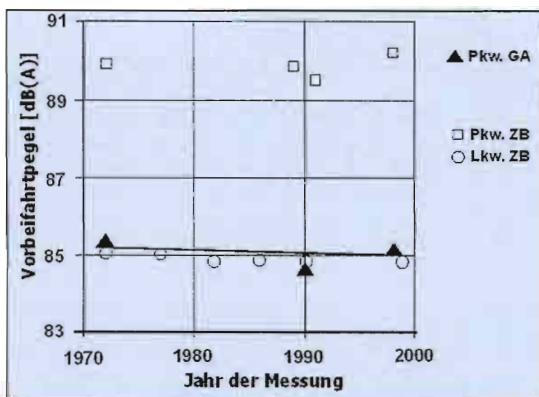


Bild 7: Pkw- und Lkw-Vorbefahrpegel an Autobahnen mit Deckschichten aus „nicht geriffeltem“ Gussasphalt und mit Zementbeton (mit Querbeseenstrich oder entmörtelt) [1]

gesetzt wurden, fanden verstärkt lärmgeminderte Deckschichten wie Splittmastixasphalt Anwendung. Die Geräuschemission dieser Decken ist im Schnitt um 2 dB(A) geringer als die der bis 1990 gebauten Decken, wodurch heute das Lärmniveau an Autobahnen allgemein um 2 dB(A) niedriger wäre, wenn die Verkehrsstärken nicht weiter angestiegen wären. Hier bieten die offenporigen Asphaltdecken mit hohlräumgehalten [10] die Chance, das Lärmniveau wieder um weitere 2 bis 3 dB(A) zu verringern.

Auch wenn keine bestätigenden Messungen vorliegen, kann für Bundesstraßen ebenfalls ab 1990 von einem um 2 dB(A) verringerten Emissionspegel ausgegangen werden; denn die heute verwendeten Bauweisen – nicht abgesplitteter Asphaltbeton und Splittmastixasphalt – sind nach dem ARS 14/91 [11] um 2 dB(A) leiser als der früher verwendete Asphaltbeton.

Lärmschutzbedingungen

Lärmschutz ist ein hehres Ziel, doch wird er sicher stets in Anbetracht der damit meist verbundenen Kosten zunächst nur unter bestimmten Randbedingungen erfüllt werden können. Auch sind ggf. ungünstige Auswirkungen in die Überlegungen einzubeziehen. Dabei werden sich grundsätzlich alle auf den Straßenbau bezogenen Überlegungen nur auf die Anwendung von offenporigen Fahrbahndecken konzentrieren.

Entwässerung

Bei der Anwendung von offenporigen Asphalten sind aufwändigere Entwässerungssysteme notwendig, da aufgrund dessen das Niederschlagswasser durch die offenporige Schicht

geleitet und darunter auf der undurchlässigen Schicht in horizontaler Richtung abgeführt werden muss. Ein Aufstauen des Wassers muss unbedingt verhindert werden. Dies verlangt in der Regel schon planerische Vorarbeiten, insbesondere im Bereich von Querneigungswechseln, vor Bauwerken, Übergängen zu dichten Deckschichten oder bei langen Fließwegen durch große Längsgefälle. Innerörtlich sind zudem meist seitliche Entwässerungsrinnen nicht möglich. Dann müssen unterirdische Entwässerungssysteme angelegt werden, die sehr verschmutzungsanfällig und mit erhöhtem Erhaltungsaufwand verbunden sind.

Verschmutzung

Fahrbahnabrieb, Reifenabrieb und Schmutz werden mit dem abfließenden Regenwasser in die Decke eingespült und können die Poren verstopfen; dadurch werden die Wirkung der Decke und ihr thermisches Verhalten verändert. Sind alle offenen Poren zugeschwemmt, nähern sich die Eigenschaften solcher Schichten sowohl hinsichtlich der Drainagewirkung als auch der lärmmindernden Wirkung denjenigen dichter Decken; auch ihr thermisches Verhalten und damit ihr Verhalten bei winterlichen Witterungsbedingungen gleicht sich dann dem der dichten Decken an. Der Verschmutzung wirkt ein gewisser Reinigungseffekt entgegen; dieser entsteht durch eine Sogwirkung, den die überrollenden Reifen verursachen. Über Größe und wechselseitige Wirkung von Verschmutzung und Selbstreinigung ist bisher wenig bekannt. Feststehen dürfte jedoch, dass sich die Reinigungswirkung auf den Bereich insbesondere der Lkw-Rollspuren konzentriert. Dadurch ist die

Gefahr gegeben, dass Wasser vorwiegend in Längsrichtung und nicht wie vorgesehen zur Seite abgeführt wird.

Winterdienst

Grundsätzlich hat offenporiger Asphalt ein anderes thermisches Verhalten als dichte Deckschichten. Der hohe Anteil von Luftporen bewirkt zum einen, dass die Deckschicht gegenüber der dichten Decke eine verringerte Wärmespeicherkapazität aufweist, etwa bei frostklarer Witterung der tagsüber einstrahlenden Sonne. Zum anderen wirken die Luftporen bei entsprechender Witterung z.B. im Frühjahr der Wärmezufuhr aus dem Unterbau bzw. dem Untergrund entgegen, da Luft gegenüber dem eingebauten Material einen erheblich höheren Wärmedurchgangswiderstand aufweist. Weiterhin wird Wärme verbraucht, wenn in den Poren stehendes Wasser – angeregt z.B. durch den Fahrtwind des überrollenden Verkehrs – verdunstet (Verdunstungskälte).

Aus den genannten Gründen neigt offenporiger Asphalt sowohl zu schnellerem Auskühlen bei sinkenden Temperaturen als auch zu langsamem Erwärmen bei wieder steigenden Temperaturen. Nach niederländischen Messungen sind Straßendecken aus offenporiger Asphalt etwa 5 bis 10% länger frostkalt als dichte Deckschichten. Langjährige Erfahrungen aus Österreich [12] und Niedersachsen [13] lassen sich etwa wie folgt zusammenfassen:

- Keine Auffälligkeiten beim Temperaturverhalten.
- Überwiegend Beobachtung einer eher später eintretenden Eisbildung an der Oberfläche als bei dichten Asphaltdecken. Nach lang anhaltender Kälte tritt die Eisbildung vergleichbar schnell mit anderen Asphaltflächen ein.
- Nur teilweise geringfügige Unterschiede im Winterdienstesinsatz hinsichtlich Schneematsch und Reifbildung.
- Bei einsetzendem Niederschlag Präventivstreuung unumgänglich.
- Kein Auftreten von Eishöckern durch Auffrieren in den Hohlräumen des offenporigen Asphalts bei ordnungsgemäßem Einbau.
- Auf Standstreifen im Zusammenhang mit der Schneeräumung eine besondere Behandlung. In der Regel soll Restsalz aufgrund der

Querneigung zunächst ausreichend sein.

- Im Schnitt ein um 20% erhöhter Salzverbrauch (Niedersachsen 30%).

Innerörtliche Straßen

Lärmentwicklung

Die Schallemissionen durch den Verkehr im innerörtlichen Bereich sind aufgrund der Wirkungen von Antrieb und Abrollgeräusch deutlich unterschiedlich gegenüber dem Außerortsbereich zu bewerten (Bilder 1 und 2). So wird in [1] festgestellt, dass sich die Reduzierung der Antriebsgeräusche bei Pkw nur bis 1990 mit einer Verminderung der gemessenen Vorbeifahrpegel um 2 bis 3 dB(A) auswirkten. Danach erfolgte kein weiterer Rückgang. Gründe sind darin zu suchen, dass der bei der Typprüfung geforderte Fahrzustand bei städtischem Verkehr kaum und/oder inzwischen überwiegend auftritt und bei Konstantfahrten in niederen Gängen das Abrollgeräusch der Pkw-Reifen dominiert.

Bei schweren Lkw sind die Vorbeifahrpegel im Geschwindigkeitsbereich unterhalb von 50 km/h nahezu unabhängig von der Geschwindigkeit (Bild 2), so dass das Fahrgeräusch kaum Rollgeräusch-Anteile enthalten kann. Bei Messungen im Jahre 2002 bewirkten offensichtlich die veränderten Typprüfungsgrenzwerte eine deutliche Reduktion der Geräuschemission bis etwa 30 km/h von 4,0 dB(A). Ab einer Fahrgeschwindigkeit von etwa 40 km/h überwiegen aber die Abrollgeräusche, so dass in diesem Geschwindigkeitsbereich nur eine Lärminderung von 2,5 dB(A) im Zeitraum von 1975 bis 2002 zu ermitteln war [1].

Verschmutzung

Es liegt unter den zuvor geschilderten Entwicklungen nahe, verstärkt lärmindernde Fahrbahndecken in die Überlegungen einzubeziehen. Wie bereits dargestellt, kommen dafür aber nur offenporige Bauweisen in Betracht. Innerorts kommen aber wieder besonders die dort gefahrenen geringen Geschwindigkeiten und der in der Regel niedrigere Lkw-Anteil zum Tragen. Dadurch reichen die auf die Deckschicht einwirkenden Sogkräfte nicht aus, offenporige Beläge dauerhaft vor Verschmutzung zu bewahren [14]. Bisherige Versuche mit

zweilagigen offenporigen Decken (Twin-Lay), die mit der Hoffnung unternommen wurden, eine bessere Reinigungswirkung durch die Entwässerung über die zweite Schicht bewirken zu können, waren bisher nicht erfolgreich (z.B. in den Niederlanden).

Aufgrabungen

Aus bautechnischer Sicht stellen die im innerörtlichen Bereich nicht vermeidbaren Aufgrabungen bei Leitungsbauarbeiten eine erhebliche Störung für die dauerhafte Wirksamkeit offenporiger Beläge als Beitrag zum Lärmschutz dar. Hier müssten stets Instandsetzungen zumindest bis zur nächsten Entwässerungseinrichtung eingeplant werden, d.h. vielfach über die volle Straßenbreite.

Lärmschutzdauer

Beim Bau offenporiger Asphaltdeckschichten gibt es bislang immer noch einen Zielkonflikt zwischen lärmtechnischer und bautechnischer Nutzungsdauer. Dennoch ist erkennbar, dass wir auf einem guten Weg sind. In den Jahren 1986 bis 1993 wurde die lärmmindernde Wirkung offenporiger Asphalte erstmals systematisch untersucht [15]. Die meisten der Erprobungsstrecken befanden sich auf einbahnigen Straßen. Der für die Geräuschminderung ursächliche Hohlraumgehalt der getesteten Decken lag im Bereich von 15 Vol.-% bis 20 Vol.-%. Durch neue, offenporige Asphalte OPA 0/8 und mehr konnten die Vorbeifahrpegel von Pkw im Vergleich zum nicht geriffelten Gussasphalt, der Bezugsdecke der RLS-90 [16], um ungefähr 8 dB(A) abgesenkt werden. Allerdings stiegen die Pegel mit zunehmendem Deckenalter um 0,4 dB(A) pro Jahr an.

In der Folgezeit wurden Messungen an ähnlich konzipierten offenporigen Asphalten auf Autobahnen durchgeführt. Die anfänglich erzielte Minderung der Pkw-Vorbeifahrpegel an OPA 0/8-Decken ergab sich zu ungefähr 7 dB(A), die jährliche Erhöhung der Pegel zu ungefähr 0,6 dB(A) [1].

Um die Anfangsminderung offenporiger Asphalte OPA 0/8 auf Autobahnen zu steigern, werden seit 1995 offenporige Decken mit besonders hohen Hohlraumgehalten von 22 Vol.-% bis 25 Vol.-% getestet. Dadurch konnte zwar die anfängliche Minderung

der Pkw-Vorbeifahrpegel auf 8 dB(A) gesteigert werden. Die Hoffnung, dass durch mehr Hohlraum auch der jährliche Anstieg der Vorbeifahrpegel verringert werden könnte, hat sich jedoch nicht erfüllt. Er beträgt heute immer noch 0,5 dB(A)/Jahr.

In [11] wurden für offenporige Asphaltdeckschichten im Neuzustand und einem Hohlraumgehalt $\geq 15\%$ Lärminderungswerte von -4 dB(A) (OPA 0/11) bzw. -5 dB(A) (OPA 0/8) festgelegt. Diese Werte bezogen sich auf die Erfahrungen mit der ersten Generation von OPA-Deckschichten mit Hohlraumgehalten bis 18%, bei denen sich dann zeigte, dass die Lärminderung nur über einen begrenzten Zeitraum von etwa 4 Jahren eingehalten werden kann.

Zwischenzeitliche Messungen an offenporigen Deckschichten der dritten Generation (Hohlraumgehalt $\geq 22\%$) erlauben es nun zumindest für einen Zeitraum von 6 Jahren folgende Werte vorzugeben [17]:

- DStr0 = -4 dB(A) bei OPA 0/11 für einbahnige Straßen über 4 Jahre bzw. für Autobahnen über 6 Jahre sowie
- DStr0 = -5 dB(A) bei OPA 0/8 für einbahnige Straßen und Autobahnen über 6 Jahre.

Zusammenfassung und Ausblick

- Offenporige Deckschichten können dazu beitragen, den Umfang an Lärmschutzwänden sowohl in der Höhe als auch in der Längsausdehnung zu reduzieren, wodurch sich auch ein Kostenvorteil für OPA ergibt.
- Lärmmessungen zeigen, dass offenporige Asphaltdeckschichten der dritten Generation mit Hohlraumgehalten über 22% anfangs hohe Lärminderungswerte von -8 dB(A) und höher zeigen und in den Folgejahren nur leicht nachlassen. Gegenwärtig können DStr0-Werte von -5 dB(A) bereits für einen Zeitraum von 6 Jahren als sicher angenommen werden. Erfahrungen auf der A 2 in Niedersachsen lassen noch längere Wirksamkeitszeiträume erwarten.
- Es gibt keine Verformungsprobleme, wenn alle bautechnischen Vorgaben eingehalten werden. Bei starker mechanischer Beanspruchung

chung (z.B. durch Fahrten auf der Felge) ist mit Kornausbrüchen zu rechnen.

- Offenporige Decken führen aufgrund ihrer geringen Verformungsneigung nicht zu Spurrinnenbildung und sind für den Nutzer komfortabel, d.h. leise, bei Nässe keine Sprühfahnenbildung und keine Aquaplaning-Gefahr.
- Der Winterdienst ist beherrschbar, bedarf jedoch einiger Umstellungen.
- Reparaturen sind in unterschiedlicher Form möglich; dabei ist besonders auf die Randbedingungen, wie Erhaltung der Entwässerungsmöglichkeit, zu achten.

Ebenfalls mit dem Ziel, den Anstieg der Pkw-Vorbeifahrpegel zu verlangsamen, werden derzeit zweischichtige offenporige Asphalte untersucht. Eine offenporige Schicht mit OPA 11/16 wird mit OPA 5/8 oder OPA 2/5 abgedeckt. Zwar hat sich schon bestätigt, dass Schmutzpartikel erwartungsgemäß durch die feinkörnigen, obere offenporige Asphaltschicht in die grobkörnige Unterschicht gespült werden, was auch durch die Überfahrt von schnellen Lkw deutlich unterstützt wird. Doch ist das Problem der Durchleitung dieser Schmutzpartikel im Bereich des Standstreifens noch nicht gelöst. Auch bei zweischichtigen offenporigen Asphaltschichten steigt der Pkw-Vorbeifahrpegel mit 0,5 dB(A) pro Jahr an.

Es lohnt sich trotzdem, weitere Erprobungsstrecken für zweischichtige offenporige besonders hohlraumreiche Asphaltdecken einzurichten. Wegen ihrer erheblich vergrößerten Bauhöhe können solche Decken Geräusche aus dem Frequenzbereich von 400 Hz bis 1000 Hz absorbieren, in den das Maximum der Geräuschemission von Lkw-Reifen bei ungefähr 600-800 Hz fällt. Einschichtige Beläge absorbieren dagegen im Wesentlichen im Frequenzbereich von 800 Hz bis 2.000 Hz und sind wirkungsvoller zur Absorption von Pkw-Reifengeräuschen, deren Maximum bei 1.000 Hz bis 2.000 Hz liegt. ■

Literatur

- [1] Ullrich, S.: Die Entwicklung der Geräuschemission von Straßen von 1975 bis 2002; Straße und Autobahn (2002) 10, S. 571 bis 576
- [2] Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen; jährlich herausgegeben vom Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr
- [3] ISO 11819-1 Acoustics - Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise - Part 1: Statistical Pass-By method
- [4] Ullrich, S.: Lärmarme Deckschichten auf Autobahnen - Stand der Technik; Abschlussbericht zum BAST-Arbeitsprogramm-Projekt 96 661, August 2001
- [5] EMPA, FE-Projekt Nr. 156 479: Neues EMPA-Modell für Straßenlärm
- [6] Ullrich, S.: Die Entwicklung der Geräusch.Emission schwerer Lkw im Zeitraum von 1975 bis 2002 - Messungen an einer Autobahn-Steigungsstrecke; Straße und Autobahn (2003) 4, S. 214 bis 215
- [7] Kellermann, G.: Periodische Analyse des Verkehrsablaufs im Autobahnnetz, Bundesanstalt für Straßenwesen, August 1992 (unveröffentlicht)
- [8] FE-Nr. 03.293 R95M: Einfluss der Fahrbahntextur auf das Reifen-Fahrbahn-Geräusch; 2000
- [9] 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV) vom 12. Juni 1990
- [10] BMVBW: Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 5/2002 vom 26. März 2002 - S13/14.86.22-11/57 Va 01
- [11] BMV: Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 14/1991 vom 25. April 1991 - StB 11/26/14.86.22-01/27 Va 01
- [12] Amt der Kärntener Landesregierung, 17-BT (Bautechnik): Langzeitverhalten lärmindernder Straßenbeläge; Informationsdienst Nr. 27/2001
- [13] Niedersächsisches Landesamt für Straßenbau; Offenporiger Asphalt (OPA) - Erfahrungsbericht Niedersachsen; Bericht vom 10.01.2003 (unveröffentlicht)
- [14] Lärmkontor GmbH, Hamburg: Erprobung lärmindernder Straßendecken auf Innerortsstraßen; Abschlussbericht der Untergruppe „Lärmindernde Straßendecken in bebauten Gebieten“, Dezember 1999
- [15] Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen: offenporige Asphaltschichten auf Außerortsstraßen; Straßenbau Heft S 12, März 1996
- [16] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, Ausgabe 1990
- [17] BMV: Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 2/2002 vom 26. März 2002 - StB 13/14.86.22-11/57 Va 91

Anschrift des Verfassers:
Dr. Wolfgang Schulte
Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstraße 53
D-51427 Bergisch Gladbach
E-Mail: Schulte@bast.de

Lärmschutz an Strassen; Massnahmen an der Oberfläche innerorts

Dr. Ch. Angst; dipl. Ing. ETH; IMP Bautest AG Oberbuchsitzen

Dieser Fachartikel betrachtet ausschliesslich lärmarme Beläge im niedrigen Geschwindigkeitsbereich; d.h. innerorts. Im Gegensatz zum Strassenlärm auf Autobahnen sind bei tiefen Geschwindigkeiten andere lärmbestimmende Parameter massgebend.

Der vorliegende Fachartikel stützt sich im Wesentlichen auf eine gemeinsam von ASTRA und BUWAL in auftraggegebene Arbeit in welcher die bisherigen Erfahrungen gesammelt und ausgewertet wurden [1]. In dieser Arbeit wurden auch belagstechnische Kenndaten erhoben und den akustischen Eigenschaften gegenübergestellt. Die Erfahrungen mit lärmindernden Belägen in der Schweiz und dem angrenzenden Ausland wurden verwendet um Empfehlungen für den Bau lärmarmen Beläge zu formulieren.

Cet article technique prend en considération uniquement les enrobés pauvres en bruit dans les domaines de vitesses faibles ; c'est-à-dire dans les localités. En opposition au bruit routier émanant des autoroutes, les paramètres déterminants pour les domaines de vitesses faibles sont différents.

L'article présent se soutient substantiellement sur un travail commun de l'ASTRA et l'OFEFP dans lequel les expériences effectuées jusqu'à aujourd'hui ont été recueillies et exploitées [1]. Dans ce travail, les particularités techniques des enrobés ont été soulevées et mises en relation avec les caractéristiques acoustiques. Les expériences faites en Suisse et dans les pays avoisinants concernant les enrobés réducteurs de bruit ont été utilisées afin de formuler des recommandations pour la mise en place d'enrobés pauvres en bruit.

1. Bedeutung lärmarmen Beläge innerorts

Zur Reduktion des Lärmpegels sind Massnahmen an der Quelle mit Abstand die wirksamste Methode. Gemäss dem Schweizerischen Umweltschutzgesetz kommen emissionsbegrenzenden Massnahmen erste Priorität zu. Im Vergleich zu anderen Massnahmen haben lärmarme Beläge folgende Vorteile:

- sie beeinträchtigen das Ortsbild nicht
- sie sind überall einsetzbar
- sie verhindern die Entstehung des Lärms anstatt bereits vorhandenen Lärm zu dämpfen; sie packen das Problem an den Wurzeln
- innerorts lässt sich Lärmschutz oft nicht realisieren

Das Potential der Lärmreduktion durch Reifen (Profil, Gummimischung etc.) wird auf 1 bis 3 dBA geschätzt. Verschiedene Publikationen [2, 3, 4, 5] weisen darauf hin, dass das Potential der Lärmpegelreduktion der Strassenoberfläche bis zu 10 dBA beträgt. Persönlich beurteile ich diese Schätzungen als eher optimistisch ein; immerhin werden jedoch mit Drainbelägen routinemässig Pegelreduktionen von 5 bis 6 dBA erreicht.

Das Umweltschutzgesetz (USG) und die Lärmschutzverordnung des Bundes (LSV) verpflichten Kantone und Gemeinden bestehende Strassen zu sanieren, wenn sie wesentlich zur Überschreitung der Immissionswerte beitragen.

Aufgrund von Strassenlärmkatastern und bereits bewilligten Sanierungsprogrammen werden die Kosten dieser Sanierungen auf 3 bis 3,5 Mia. Fr. geschätzt.

Die Studie des BUWAL zeigt auf, dass mit einer Pegelreduktion an der Quelle von 3 dBA die Kosten um ca. die Hälfte gesenkt werden könnten.

Das Sparpotential lärmarmen Beläge liegt in der Grössenordnung von 1,5 Mia. Fr. !

Beim Einsatz von lediglich 1 ‰ dieses Betrages in die Forschung und Entwicklung lärmarmen Beläge könnte mit Sicherheit das Sparpotential ausgeschöpft werden.

Einen ersten Schritt in diese Richtung haben das BUWAL und ASTRA gemeinsam getan, indem eine Studie in Auftrag gegeben wurde, um die Grundlagen für den Bau lärmarmen Beläge zu erarbeiten [1]. Das Hauptziel bestand darin, verlässliche akustische Kennwerte für die Planung von Lärmsanierungen zu formulieren und einen technischen Beschrieb für Aufbereitung und Einbau lärmarmen Beläge zu erarbeiten.

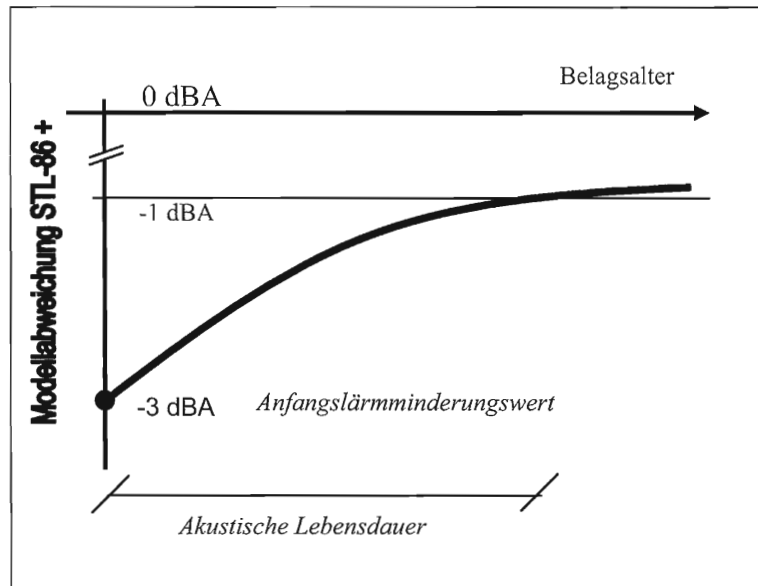
2. Anforderungen an die Belagsoberfläche

Die bisherigen Anforderungen an die Oberfläche von Strassenbelägen "sicher" und "komfortabel" zu sein, werden nun mit dem Anspruch der Lärmreduktion ergänzt. Sicherheit und Komfort werden mit den Eigenschaften Griffbarkeit und Ebenheit sichergestellt.

Wesentlich ist auch, dass die gestellten Anforderungen nicht nur in den ersten Jahren erfüllt werden, sondern möglichst dauerhaft über einen Zeitraum von 15 bis 30 Jahren, je nach Verkehrsbelastung. Das Ende der Nutzungsdauer ist dann erreicht, wenn die geforderten Eigenschaften nicht mehr gewährleistet sind. Dabei wird unterschieden zwischen verkehrstechnischer Nutzungsdauer (Kriterien Sicherheit und Komfort) und akustischer Nutzungsdauer (Kriterium Lärm). Die akustische Nutzungsdauer aller bisher bekannter Beläge ist kürzer als die verkehrstechnische Nutzungsdauer.

Gemäss [1] muss der Anfangslärminderungswert unmittelbar nach dem Einbau mindestens -3dBA betragen. Das Ende der akustischen Lebensdauer wird dann als erreicht betrachtet, wenn die Lärminderung kleiner als -1 dBA im Vergleich zum Modell STL 86+ beträgt.

Abbildung 1: Schematische Darstellung der akustischen Anforderungen an einen lärmarmen Belag

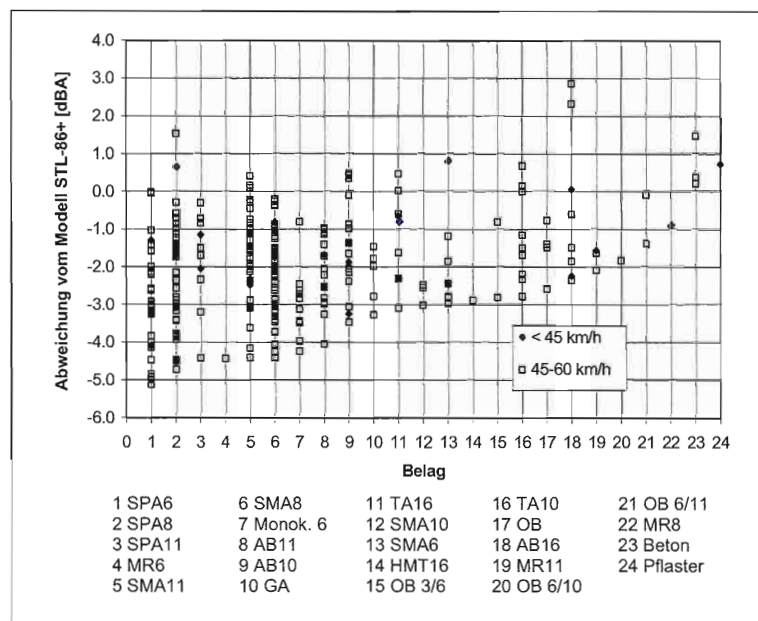


Trotz der grossen Bedeutung des Lärmschutzes muss jedoch die Verkehrssicherheit erste Priorität geniessen. Unter keinen Umständen dürfen aus Gründen des Lärmschutzes Abstriche an die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer gemacht werden. Auch im Strassenverkehr gilt: Safety first!

3. Bisherige Erfahrungen

Akustische Belagsmessungen aus dem In- und Ausland zeigen, dass die Streubreite der akustischen Werte desselben Belagstyps in der Grössenordnung von 5...6 dBA liegt. Die Parameter welche diese Streubreite verursachen sind leider zu wenig bekannt.

Abbildung 2: Resultate von 277 akustischen Messungen an 24 verschiedenen Belagssorten im Geschwindigkeitsbereich unter 60 km/h [1]



Aus diesen Messergebnissen lassen sich folgende Aussagen ableiten:

- Es gibt grosse Unterschiede in den akustischen Eigenschaften der verschiedenen Belagstypen. Die Werte streuen von -5dBA beim leisesten bis +3 dBA bei lautesten Belag. Der leiseste Belag ist somit um 8 dBA leiser als der lauteste!
- Auch innerhalb desselben Belagstyps sind grosse Unterschiede feststellbar; sie betragen bis zu 5 dBA. Mehrere Belagstypen weisen für den Innerortsbereich ein Lärmmin-derungspotential von mehr als 3 dBA gegenüber dem durchschnittlichen schweizerischen Asphaltbelag auf.

4. Evaluation der Belagssorten

Im Auftrag des BUWAL und ASTRA wurden Belagssorten evaluiert, an denen weitergehende Untersuchungen Aufschluss über die entscheidenden Einflussparameter geben sollten:

- Drainbelag
- Splittmastixbelag
- Rauhasphalt (Macrorugueux)
- Dünnschichtbelag

Zur Beurteilung der oben aufgeführten Belagssorten wurden folgende Messungen durchgeführt und ausgewertet:

- **Lärmmessungen:**
Zur Charakterisierung des Lärmes wurden Vorbeifahrpegel einzelner Fahrzeuge des normalen Verkehrskollektiv strassennah gemessen und statistisch ausgewertet.
- **Texturmessung mittels Sandfleckmethode:**
Die mittlere Texturtiefe wird gemessen, indem eine bestimmte Menge eines Standard-Sandes kreisförmig in die Rauigkeit der Oberfläche verteilt wird; je tiefer die Rauhtiefe, desto kleiner der Sandfleck.
- **Texturmessung mittels Ausflussmessung:**
Es wird die Zeit gemessen, die eine bestimmte Wassermenge benötigt, um aus einem Zylinder zwischen einem Gummiring und der Belagsoberfläche auszufließen.
- **Belagstechnische Kennwerte:**
Dabei handelt es sich um übliche Kennwerte, wie Hohlraumgehalt, Verdichtungsgrad und Schichtdicke.

Drainbelag

DRB wurden ursprünglich auf Militärflugplätzen eingebaut, um das Aquaplaning beim Landen zu verhindern. Erst später erkannte man auch deren lärmreduzierende Wirkung; sie wurden von Politikern und Marketingleuten nun auch Flüsterbeläge genannt. Die Baustoffe für die Herstellung von DRB werden derart gewählt, dass 20...25% Hohlräume im Belag entstehen. Seit einigen Jahren gelten DRB als normierte Beläge in der Schweiz [6].

DRB wurden trotz Warnungen der Fachleute, vor allem aus politischen Gründen, auch innerorts verwendet. Die negativen Erfahrungen haben die Befürchtungen der Fachleute bestätigt und können wie folgt zusammengefasst werden:

- Die Verstopfung der Poren eines DRB erfolgt innerorts rascher, da die Verkehrsgeschwindigkeit zu tief ist, um bei Regen den Schmutz aus den Hohlräumen auszuwaschen (der sog. Selbstreinigungseffekt tritt erst bei höheren Geschwindigkeiten auf). Die akustische Nutzungsdauer hat sich als sehr kurz erwiesen.

Da der SMA einer der häufigsten eingebauten Belagssorten ist, wurde eine vertiefte Parameterstudie durchgeführt. Zusammenfassend können folgende Aussagen gemacht werden:

- **Hohlraumgehalt:**
Beim SMA liegt er zwischen 3 und 6 Vol.-%. Der Absorptionsgrad ist klein und beeinflusst die akustischen Eigenschaften nicht.
- **Texturmessungen (Sandfleck und Ausflusszeit):**
Es konnte keine Korrelation zu den akustischen Eigenschaften gefunden werden.
- **Verdichtungsgrad:**
Es konnte keine Korrelation zu den akustischen Eigenschaften gefunden werden.
- **Einbau, Walzenspiel:**
Die Art und Weise des Einbaus (Vorverdichtung durch den Fertiger; Art, Gewicht und Reihenfolge der eingesetzten Walzen; Witterung; Belagstemperatur; Schichtdicke) beeinflusst die Anfangstextur des Belages.
Leider können noch keine allgemeingültigen Hinweise angegeben werden, bei deren Einhaltung eine lärmindernde Oberflächentextur erfolgt.
- **Bindemittelgehalt:**
Es konnte keine Korrelation zu den akustischen Eigenschaften gefunden werden.

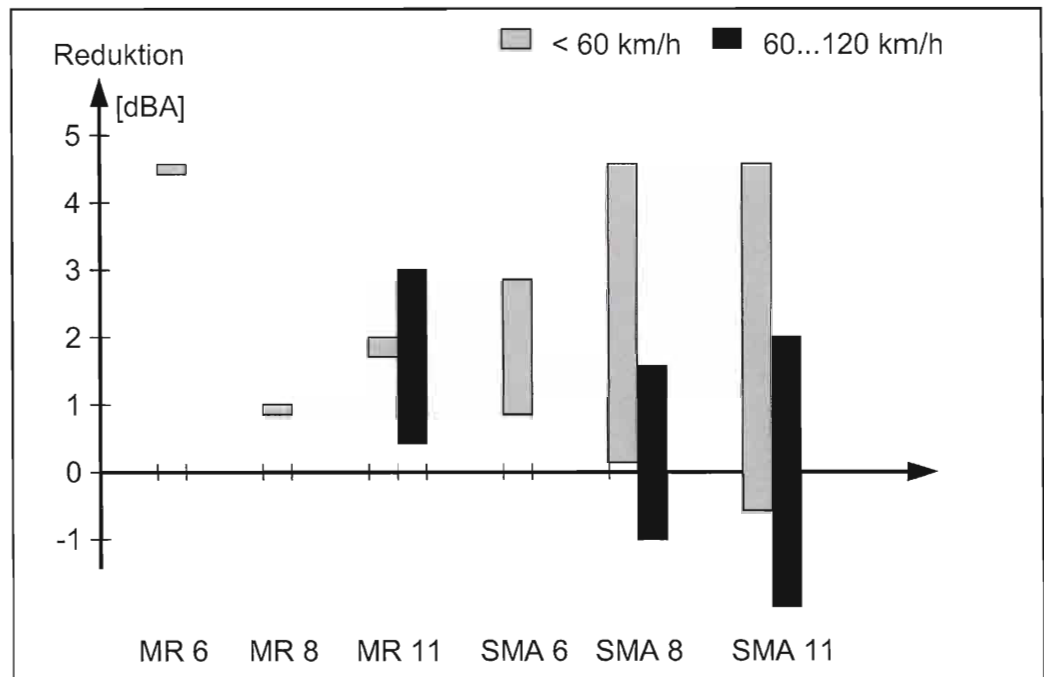
Rauhasphalt MR

MR-Beläge sind aufgrund des ausgeprägten Splittgerüsts sehr verformungs- und verschleissfest. Sie werden in der Westschweiz mit grossem Erfolg inner- und ausserorts eingesetzt [9].

Im Vergleich zu den SMA-Belägen sind die MR etwas offenerporiger; der Hohlraumgehalt liegt in der Grössenordnung von 5...8 Vol.-%.

In der Abbildung 4 sind die wenigen zur Zeit bekannten Lärmpegel-Messungen an MR-Belägen den Messungen an SMA-Belägen gegenübergestellt [8]. MR-Beläge scheinen lärmtechnisch günstiger zu sein als SMA-Beläge. Allerdings ist die Datenbasis noch sehr klein, um darüber eine gesicherte Aussage machen zu können. Ob der MR-Belag tatsächlich bessere akustische Eigenschaften hat bedarf weiterer Abklärungen.

Abbildung 4: Gegenüberstellung des Lärmpegels von MR- und SMA-Belägen bei verschiedenen Geschwindigkeiten [8]



Dünnschicht-Belag DSB

Dünnschicht-Beläge sind in der Schweiz nicht normiert, obwohl sie in den 80-iger Jahren mit grossem Erfolg eingesetzt wurden; der SMA hat den DSB etwas verdrängt.

Als DSB werden Beläge bezeichnet, die in einer Schichtdicke eingebaut werden, die ca. dem 1,5-fachen des Grösstkorns entspricht. Sie werden splittreich rezeptiert und mit polymermodifizierten Bitumen PmB aufbereitet.

Im angrenzenden Ausland werden sie als LDD (Österreich; Lärmmindernde Dünnschichtdecke) oder BBUM (Frankreich; Bétons bitumineux ultra minces) bezeichnet.

Aufgrund der dünnen Schichtdicke ergeben sich relativ hohe Hohlraumgehalte von bis zu ca. 10...12 Vol.-%.

Die in der Schweiz eingebauten Beläge wurden nicht systematisch auf ihre akustischen Eigenschaften hin untersucht, da infolge der mangelnden Normierung eine Vielfalt an verschiedenen Varianten besteht.

In Frankreich werden sie in grossem Stil erst seit einigen Jahren verwendet. Die Beläge weisen im Neuzustand sehr gute akustische Eigenschaften auf. Das Langzeitverhalten ist jedoch bis heute noch nicht bekannt.

Österreichische Lärmmessungen beziehen sich ausschliesslich auf den Neuzustand; Zeitreihen sind kaum vorhanden [5]. Die Lärmpegelreduktion im Neuzustand liegt in der gleichen Grössenordnung wie beim DRB (5...6 dBA).

5. Empfehlungen für lärmarme Beläge innerorts

Wie oben aufgeführt eignen sich einschichtige, offenporige DRB innerorts nicht. Zweischichtige DRB könnten aufgrund entsprechender Berichte aus dem Ausland evtl. in Frage kommen; allerdings fehlen nicht nur die langjährigen Erfahrungen sondern die grundlegenden Vorbehalte bleiben bestehen:

- Bauliche Massnahmen im Randbereich erforderlich
- Ungenügender Selbstreinigungseffekt; dieser muss durch periodische Reinigungen ersetzt werden. In der Schweiz fehlen die entsprechenden Erfahrungen.

Da die DRB innerorts nicht in Frage kommen, müssen für den Bereich niedriger Geschwindigkeiten geschlossene Beläge mit einem Hohlraumgehalt in der Grössenordnung von max. 10 Vol.-% verwendet werden.

Das Anfangspotential geschlossenenporiger lärmindernder Beläge liegt bei ca. 3 bis 4 dBA.

Leider können zur Zeit für geschlossene, lärmindernde Beläge keine Patentrezepte angegeben werden. Immerhin zeichnen sich einige Entwicklungstendenzen auf, aus denen Empfehlungen für den Bau lärmarmen Beläge abgeleitet werden können:

- **Grösstkorn:**
Verschiedene unabhängige Studien zeigen, dass das Grösstkorn einen markanten Einfluss auf die Lärmentwicklung hat; je feinkörniger der Belag ist, desto leiser verhält er sich. Allerdings dürfen Beläge aus Gründen der Verkehrssicherheit (Griffigkeit) nicht allzu fein sein.
Beläge mit einer Korngrössenverteilung im Bereiche von **0/8 oder 0/6** sind zu empfehlen.
- **Eigenschaften des Mastix:**
Unter dem Begriff „Mastix“ ist das Gemisch Bindemittel + Filler + Feinsand zu verstehen. Im Rahmen der Untersuchung wurde verschiedentlich festgestellt, dass lärmarme Beläge ihre anfänglich guten Eigenschaften schon nach wenigen Jahren verlieren. Diese Feststellung lässt sich nur dadurch erklären, dass oberflächliche strukturelle Veränderungen stattfinden.
Obwohl diese Vermutung noch nicht belegt ist (entsprechende Langzeit Messreihen mit geeigneten Messverfahren fehlen), sollten lärmindernde Beläge meines Erachtens **nur noch mit polymermodifizierten Bindemitteln PmB und hochversteifenden Spezialfillern** (Anforderungen analog SMA) eingebaut werden.
- **Poröse Mineralstoffe** haben einen positiven Einfluss auf die Geräuschemission.
- **Polierresistenz PSV:**
Um die akustischen Eigenschaften über eine längere Zeitspanne aufrecht zu erhalten, dürfen nur polierresistente Mineralstoffe verwendet werden. An sich ist diese Anforderung in den geltenden SN-Normen geregelt; es empfiehlt sich die höheren Anforderungen an S-Beläge generell für alle lärmarmen Beläge anzuwenden (PSV > 50).

- **Gummizusätze:**

Der Ersatz eines Teils der feinen Mineralstoffe durch Gummigranulat vermindert die Steifigkeit des Belages und verbessert dessen akustische Eigenschaften. Ein ähnlicher Effekt kann auch durch die Verwendung eines Gummi-Bitumens (Rubberized Asphalt) erzielt werden.

Aus [10] ist bekannt, dass bituminöse Strassenbeläge bei höheren Temperaturen leiser sind als bei tieferen Temperaturen; dies lässt sich nur mit dem weicheren Asphalt im Sommer erklären. Generell weichere Asphalt zu bauen wäre jedoch im Hinblick auf eine langjährige Erhaltung einer gleichbleibenden Oberflächenstruktur falsch. Mit dem Einsatz von Gummizusätzen werden elastischere Beläge erreicht, bei denen die Struktur sich nicht plastisch verändert.

- **Einbautechnik:**

Es ist offensichtlich, dass das Walzenspiel einen Einfluss auf die anfängliche Textur der Belagsoberfläche hat. Es ist nicht gleichgültig ob eine Gummirad- oder Glattmantel-Walze den Belag verdichtet. Auch spielen Gewicht und Reihenfolge der eingesetzten Walzen eine Rolle. Leider ist zu diesem Thema sehr wenig bekannt; insbesondere können keine Hinweise gegeben werden, wie Beläge einzubauen sind.

- **Ebenheit:**

Schlaglöcher, Flickstellen, Schachtdeckel, Verkehrsberuhigungsmassnahmen (Schwellen), architektonische Gestaltungen (Pflästerungen, etc.), Fahrbahnübergänge bei Brücken haben einen grossen, negativen Einfluss auf die akustischen Eigenschaften. Oft werden neu eingebaute, konventionelle AB-Beläge als lärmarm empfunden, nur weil sie im Vergleich zur vorherigen Situation ebener sind.

Literatur

- [1] H.J. Grolimund
R. Attinger
A. Meister Lärmarme Strassenbeläge innerorts und ausserorts; ASTRA und BUWAL Bern; in Vorbereitung
- [2] P. Bar
Y. Delanne Réduire le bruit pneumatiques-chaussées. Les couches de roulement à faible émission sonore. Collection du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, Paris, 1993.
- [3] R. Stenschke
M. Jäcker Einfluss von Reifen und Fahrbahnen auf das Reifen-/Fahrbahngeräusch von Kraftfahrzeugen und administrative Massnahmen zur Verminderung. Zeitschrift für Lärmbekämpfung, Heft 43, 1996, Seiten 153 bis 157.
- [4] J. Tonhauser Einfluss des Reifen-/Fahrbahngeräusches auf das Aussengeräusch von PKW – Stand der Technik; Zeitschrift für Lärmbekämpfung, Heft 43, 1996, Seiten 158 bis 163.
- [5] S. Ullrich Akustische Erfahrungen mit lärmindernden Texturen – Eine Zwischenbilanz; Strasse + Autobahn, Heft 8, 1996, Seiten 432 bis 435.
- [6] SN 640 433 Drainasphaltschichten; Konzeption, Anforderungen, Ausführung
- [7] SN 640 432 Splittmastixasphalt-Deckschichten; Konzeption, Anforderungen, Ausführung
- [8] Ch. Angst 20 Jahre Splittmastixasphalt in der Schweiz; Strasse und Verkehr; 01/01
- [9] SN 640 435 Rauhasphalt-Deckschichten; Konzeption, Anforderungen, Ausführung
- [10] M. Shojaati
A. Blötz
M. Horat
M. Caprez Lärmverhalten verschiedener Belagsoberflächen; Schlussbericht Forschungsauftrag 16/92 ; ASTRA Bern November 2000