

Die bedeutendste Lärmquelle in der Schweiz ist der Strassenverkehr. Am Tag ist jede siebte, in der Nacht jede achte Person an ihrem Wohnort von schädlichem oder lästigem Strassenverkehrslärm betroffen (1.1 bzw. 1.0 Millionen Menschen) [1]. Das Umweltschutzgesetz verlangt, dass Lärm prioritär durch Massnahmen an der Quelle begrenzt wird. Bei der Bekämpfung des Strassenlärms fokussierten sich die Arbeiten in der Vergangenheit auf den Bau von Lärmschutzwänden, d.h. Massnahmen auf dem Ausbreitungsweg, sowie den Einbau von Schallschutzfenstern. Mit seinem Nationalen Massnahmenplan zur Verringerung der Lärmbelastung will der Bundesrat die Lärmbekämpfung vermehrt an der Quelle angehen. Beim Strassenlärm soll unter anderem der Einsatz und die Weiterentwicklung von lärmarmen Strassenbelägen gefördert werden [2].

Dominante Rollgeräusche

Bereits ab einer konstanten Geschwindigkeit von rund 20 km/h dominieren bei einem Personenwagen die Rollgeräusche [3]. Die Motoren sind in den letzten Jahren zwar tendenziell leiser geworden, jedoch wird diese Verbesserung durch schwerere Autos und breitere Reifen – und dadurch lautere Rollgeräusche – aufgehoben [4][5]. Rollgeräusche entstehen hauptsächlich durch Luftverdrängungs- und Ansaugeneffekte des Reifens in Kontakt mit der Fahrbahn. Hinzu kommen Reifenschwingungen und Reflexionen zwischen Reifen und Strasse (Horneffekt). Reifen- und Fahrbahneigenschaften sind an der Entstehung der Geräusche gleichermaßen beteiligt [6].

Was sind lärmarme Beläge?

Die akustische Eigenschaft eines Strassenbelages hängt hauptsächlich von der Textur und den Hohlräumen der Fahrbahnoberfläche ab: Je feiner die Oberflächentextur und je grösser der oberflächlich zugängliche und miteinander verbundene Hohlraumanteil, desto leiser ist der Belag [7]. Ein Strassenbelag gilt nach der Schweizer Norm VSS 40 425 «Lärmreduzierende Decken» als lärmarm, wenn über seine gesamte Nutzungsdauer mindestens 1 dB weniger Lärm entsteht als bei einem

konventionellen Belag gemäss Strassenlärmmodell StL86+. Zudem muss die Lärmreduktion zu Beginn der Nutzung mindestens 3 dB betragen (Abb. 1), was akustisch einer Halbierung des Verkehrs entspricht. Die Norm unterscheidet verschiedene Asphalttypen, mit welchen die lärmindernde Wirkung erzielt werden kann.

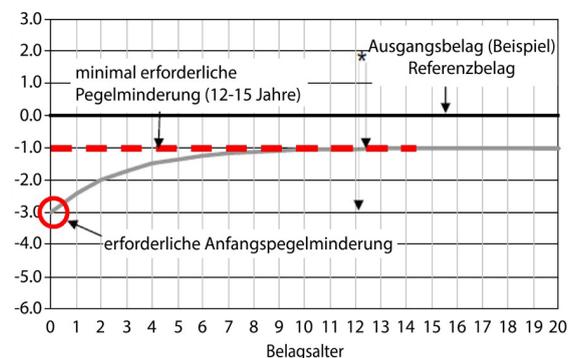


Abb.1: Definition eines dauerhaften, lärmarmen Belages gemäss VSS 40 425 (Quelle: BAFU/ASTRA)

Ziel sind möglichst langlebige lärmarme Beläge

Lärmarme Strassenbeläge reagieren aufgrund ihrer feinen Oberfläche und des grossen Hohlraumgehaltes empfindlicher auf mechanische Belastungen als konventionelle Beläge [8]. Um einen möglichst dauerhaften lärmarmen Belag zu erhalten, ist ein Kompromiss zwischen hoher Beständigkeit und grosser akustischer Wirkung anzustreben (Abb. 2). Gleichzeitig muss der Belag aber immer auch eine ausreichende Griffigkeit aufweisen [9]. In der Schweiz haben sich zwei verschiedene Vorgehensweisen etabliert. Die akustische performance-orientierte Variante wird vor allem in der Westschweiz angewandt. Eigenprodukte von spezialisierten Unternehmen werden mit garantierter Anfangslärmwirkung sowie mit verbleibender Wirkung nach 5 Jahren angeboten. Der Schweizerische Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS) hat seinerseits mit der Regel SNR 640 436 «Semidichtes Mischgut und Deckschichten» Vorgaben bezüglich der Rezeptur, den Einbaubedingungen unter anderem definiert und damit die Voraussetzung für möglichst langlebige Beläge geschaffen.

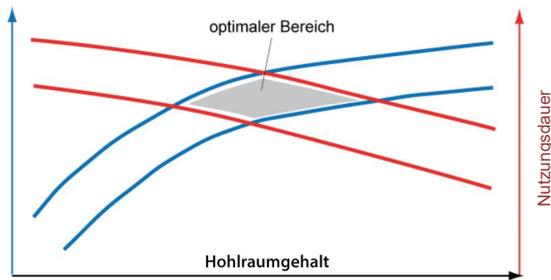


Abb. 2: Zusammenhang zwischen Hohlraumgehalt und akustischer Leistung bzw. Lebensdauer eines Asphaltbelages (Quelle: BAFU/ASTRA)

Offenporige Asphalte (PA)

Offenporige Asphalte (PA) wurden in der Schweiz vor allem in den Neunzigerjahren auf Autobahnen eingebaut. Heute kommen die PA-Beläge seltener zur Anwendung [10]. Bei hohen Fahrgeschwindigkeiten werden die offenen Poren solcher Beläge durch die dabei entstehenden Luftströme teilweise automatisch gereinigt. Bei tieferen Geschwindigkeiten (unter 90 km/h) würden die Poren jedoch verstopfen und die lärmindernde Wirkung würde nachlassen [11].

Semidichte Asphalte (SDA)

Für den Innerortsbereich wurden semidichte Beläge entwickelt. Diese werden mit einem Grösstkorndurchmesser von 4 oder 8 Millimetern (SDA 4 / SDA 8), seltener auch 6 Millimetern (nicht normiert), und mit jeweils verschiedenen Hohlraumanteilen eingebaut.

Verlust der akustischen Wirkung

Im Neuzustand erzielen die wirkungsvollsten Beläge eine Lärmreduktion von über 7 dB (Mischverkehrswert) gegenüber konventionellem Asphalt. Die lärmreduzierende Wirkung nimmt mit den Jahren allerdings ab. Zudem ist die Lebensdauer dieses Belags gegenüber konventionellen Belägen kürzer [12]. Um die akustische, wie auch die belagstechnische Dauerhaftigkeit lärmärmer Innerortsbeläge zu monitoren (Schwerverkehr, Höhenlage...), wurden diverse Messkampagnen durch das BAFU beauftragt [13][14]. Laut Best Practice Liste gibt es viele Beläge, welche im ersten Jahr kleinere Abnahmen verzeichnen. Auch nach 5 Jahren weisen gewisse Beläge einen Wirkungsverlust von nur 1.5 dB (PW-Wert) auf und diese bleiben im Mischverkehrswert

(8%) stabil [15]. Darauf basierend werden die Belagskennwerte regelmässig aktualisiert [16].

Füller und Sandanteil entscheidend

Um eine optimale akustische Wirkung zu erzielen, müssen die Hohlräume eines Belages von der Oberfläche her zugänglich sein. Bei semidichten Belägen hängen Zugänglichkeit und Verbindungsgrad dieser oberflächlichen Hohlräume wesentlich von den Füller- und Sandanteilen der Belagsrezeptur ab. Bei zu hohen Füller- und Sandanteilen wird die Zugänglichkeit und der Verbindungsgrad der Hohlräume eingeschränkt und die akustische Leistung des Belages verringert sich [17] (Abb. 3).

Diese Erkenntnis ist in die VSS-Norm 40 436 (Konkretisierung der Regel SNR 640 436) eingeflossen. Mittlerweile liegen neuere Erkenntnisse vor, welche zur Verbesserung der akustischen Leistung resp. Erfolgsquote eine noch deutlichere Einengung der Siebkurve nahelegen.



Abb. 3: Zwei semidichte Beläge mit gleichem Grösstkorndurchmesser und Hohlraumanteil (SDA 4-12) aber unterschiedlichen Feinanteilen (Quelle: G+P)

Äussere Faktoren beeinflussen die Wirkung

Die Belagsmischungen sind zwar normiert, doch die äusseren Faktoren, welche das akustische Alterungsverhalten eines Strassenbelages beeinflussen können, sind zahlreich. Schon beim Einbau (Abb. 4) spielen etwa die Witterungsbedingungen, die benutzten Maschinen oder die Erfahrung der Strassenbauer eine Rolle. Später verändert sich ein Belag je nach Verkehrsbelastung, Klima und direkter Umgebung (z.B. erhöhter Schmutzeintrag in der Nähe von Baustellen oder in Landwirtschaftszonen) [9]. In engen Kurven, vor Ampeln (Stop-and-Go), in Steigungen und in Höhenlagen besteht zudem eine erhöhte mechanische Belastung [8].



Abb. 4: Einbau eines lärmarmen Belages (Quelle: TBA ZH)

Belagsfremde Fahrbahnelemente

Vor allem im Innerortsbereich ist die Lärmwirkung belagsfremder Fahrbahnelemente wie Schachtdeckel, Betonelemente (Bushaltestellen und Kreisel in Beton), Strukturmarkierungen für Kernfahrbahnen sowie Fussgängerstreifen und Fahrbahnübergänge nicht zu unterschätzen. Gerade weil das Lärmniveau durch den Einbau eines lärmarmen Belages sinkt, können Impulsgeräusche und Frequenzverschiebungen durch das Überrollen solcher Elemente störender wirken als zuvor. Lösungsansätze hierzu sind u.a. ein möglichst niveaugleicher Einbau von Schachtdeckeln und Betonelementen, sattgefüllte Fugen, homogene Längstextur bei Betonfahrbahnen, Farbmarkierungen anstelle von Strukturmarkierungen sowie Vermeidung von scharfen Fahrbahnübergängen zwischen herkömmlichen und lärmarmen Strassenbelägen [18].

Langzeitmonitoring

Das Langzeitmonitoring der Teststrecken im Projekt «Lärmarme Beläge innerorts» des Bundes hat folgende Erkenntnisse gebracht [9]:

- Im Vergleich zu Standardbelägen lassen sich mit SDA-Belägen sowohl im Neuzustand wie auch nach mehreren Jahren wesentliche Lärmreduktionen erzielen.
- Durch SDA 4-Beläge werden beim Endwert im Vergleich zu den SDA 8-Belägen derselben Hohlraumklasse um ca. 2 dB höhere Lärmreduktionen erreicht, wobei die Anfangswerte noch weiter auseinanderliegen.
- Der Wirkungsunterschied zwischen den Hohlraumklassen beträgt sowohl bei den SDA 4-Belägen als auch bei den SDA 8-Belägen im Neuzustand jeweils ca. 1.5 dB. Bei den SDA 4-Belägen ist dieser

Unterschied auch nach mehreren Jahren noch ersichtlich.

- Bei allen Belägen nimmt die lärmreduzierende Wirkung mit zunehmendem Alter ab. Die Wirkungsabnahme durch Verstopfung der Hohlräume geschieht allmählich, die Wirkungsabnahme durch Verschlechterung der Oberflächentextur abrupter. Eine starke Verschmutzung durch Baustellentransport oder landwirtschaftlichen Verkehr kann ebenfalls zu einer sofortigen Verstopfung der Hohlräume führen.
- Der lärmreduzierende Effekt der Hohlräume in SDA-Belägen bleibt auch mit zunehmender Verstopfung bestehen, solange eine ausreichende Menge an oberflächlich zugänglichen Hohlräumen erhalten bleibt. Diese Hohlraumverbindungen müssen Querschnitte von mindestens 1 mm² aufweisen, damit das dahinterliegende Porenvolumen akustisch wirksam bleibt.
- Zur Erreichung eines möglichst dauerhaften lärmarmen Belages ist ein Kompromiss zwischen möglichst hoher bautechnischer Dauerhaftigkeit durch Minimierung des Hohlraumgehaltes bei gleichzeitiger Sicherstellung von Hohlraumverbindungen und Oberflächentextur zur Beibehaltung der akustischen Wirkung anzustreben.
- Bei der Konzipierung von SDA-Belägen ist eine ebene und verformungsfeste Binderschicht erforderlich.

Wo grosse Lärmreduktionen erforderlich sind, werden die akustisch besseren SDA 4-Beläge eingesetzt. Wo jedoch die mechanische Beanspruchung grösser ist, machen die robusteren, aber akustisch weniger wirkungsvollen SDA 8-Beläge mehr Sinn. Noch Forschungsbedarf besteht in der Fragestellung, ob 6-Millimeter-Beläge ein sinnvoller Kompromiss zwischen akustischer Wirkung und mechanischer Belastbarkeit sein könnten [9]. Zudem werden in einigen Kantonen auch weitere zum Teil nicht normierte Beläge mit guter Lärmwirkung eingebaut (z.B. DASK 4).

Grosses Potenzial

Lärmarme Strassenbeläge stellen eine wirksame Massnahme zur Reduktion des Strassenverkehrslärms an der Quelle dar. Im Neuzustand kann die Lärmreduktion bei SDA 8-Belägen einer Halbierung des Verkehrs

entsprechen, bei SDA 4-Belägen gar einer Verkehrsabnahme um mehr als drei Viertel [9]. Dennoch gilt es die akustische und belagstechnische Dauerhaftigkeit lärmarmen Beläge zu optimieren. Während konventionelle Deckbeläge eine durchschnittliche Lebensdauer von 20 Jahren aufweisen, muss die Deckschicht bei einem SDA 4-Belag nach rund 10 bis 15 Jahren erneuert werden. Dies führt schliesslich zu höheren Unterhaltskosten. Im Gegenzug entfallen beim Einsatz von lärmarmen Belägen die Kosten für andere lärmindernde Massnahmen wie Lärmschutzwände oder Schallschutzfenster als Ersatzmassnahme.

Mit herkömmlichen Reinigungsmassnahmen lässt sich die akustische Wirksamkeit von Belägen bisher kaum wiederherstellen [8]. Eine präventive Reinigung mit Flächenreiniger hilft hingegen, ein Verstopfen der Poren zu verlangsamen. Weiterhin Forschungsbedarf besteht zum Beispiel beim Abschleifen/Grinding von Deckbelägen.

Mit dem nationalen Massnahmenplan zur Verringerung der Lärmbelastung wurde eine gute Grundlage für weitere Forschungsprojekte geschaffen. In Kombination mit anderen quellenseitigen Lärmschutzmassnahmen wie Temporeduktionen und leiseren Reifen, besteht ein grosses Potential zum Schutz der Bevölkerung vor übermässigem Strassenverkehrslärm.

Bei einer Kombination von einem lärmarmen Belag und einer Temporeduktion kann zusätzlich zum lärmreduzierenden Effekt des Belages ein Wert für die Reduktion der Geschwindigkeit addiert werden. Die Herabsetzung von 50 km/h auf 30 km/h bringt auf einem herkömmlichen Belag im Mittel eine Reduktion von 3 Dezibel, auf einem lärmarmen Belag um 2 Dezibel, wenn gewisse Voraussetzungen gegeben sind (kein allzu grosses Gefälle, Anteil Schwerverkehr und landwirtschaftlicher Verkehr nicht zu hoch etc.). Zusätzlich zu diesem Gewinn werden die Lärmspitzen gebrochen.

Fazit

- Zur Entstehung von dominanten Rollgeräuschen tragen Fahrbahn- und Reifeneigenschaften gleichermaßen bei.
- Die Wirkung eines Belags hängt von seiner Textur ab. Je feiner und offenporiger ein Belag ist, desto lärmärmer ist seine Wirkung.
- Ein lärmarmen Belag muss definitionsgemäss anfänglich eine Wirkung von mindestens -3 dB und langfristig von mindestens -1 dB zeigen.
- Die Wirkung von lärmarmen Belägen ist nach Einbau am grössten und nimmt mit der Zeit ab.
- Ein lärmarmen Belag hat verglichen mit einem normalen Belag eine kürzere (akustische) Lebensdauer.
- Äussere Faktoren können das Alterungsverhalten eines lärmarmen Strassenbelags beeinflussen.

Zusätzliche Informationen zu den Lärmarmen Strassenbelägen finden Sie auf cerclebruit.ch im Themenordner.

Quellen

- [1] Bundesamt für Umwelt BAFU, 2015: sonBASE – Lärmdatenbank Schweiz
- [2] Bundesrat Schweizerische Eidgenossenschaft, 2017: Nationaler Massnahmenplan zur Verringerung der Lärmbelastung. Bericht des Bundesrats in Erfüllung des Postulats 15.3840 Barazzone vom 14. September 2015.
- [3] Heutschi K, Locher B, 2018: sonROAD18 - Berechnungsmodell für Strassenlärm, EMPA
- [4] Rieder S., Hauenstein J., Haefeli U. & Landis F., 2015: Wirkungsanalyse Lärmbekämpfung. Übersicht über die Entwicklung der Lärmbelastung und Vertiefung in den Bereichen Lärm von bestehenden Strassen und Alltagslärm. Luzern: Interface, Ernst Basler + Partner AG.
- [5] Hammer E., Bühlmann E., 2018: Veränderung der Lärmemissionen von Fahrzeugen auf Schweizer Strassen, Grolimund + Partner AG
- [6] Beckenbauer T., 2008: Physik der Reifen-Fahrbahn-Geräusche. Geräuschmindernde Fahrbahnbeläge in der Praxis – Lärmaktionsplanung, 4. Informationstage. Allschwil: Müller-BBM Schweiz AG.
- [7] Würmli S., Perret J. & Bolli J.-P., 2017: Positive Bilanz für das Forschungspaket «Lärmarme Beläge innerorts». STRASSE UND VERKEHR 9/2017, S. 6-13.
- [8] Gattlen N., 2016: Schallschluckender Asphalt hat ein grosses Potenzial. umwelt 2/2016, S. 44-48.
- [9] Bühlmann E., Bürgisser P., Ziegler T., Angst C. & Beckenbauer T., 2017: Forschungspaket Lärmarme Beläge innerorts. Teilprojekt (TP) 3: Langzeitmonitoring. Schlussbericht. Oberbuchsitzen, Bern, Allschwil: IMP Bautest AG, Grolimund + Partner AG, Müller-BBM Schweiz AG.
- [10] Hammer E., Bühlmann E. & Ziegler T. 2016. Forschungspaket Lärmarme Beläge innerorts, EP 8: Akustische Wirkung betrieblicher Reinigungsmaßnahmen bei lärmarmen Belägen. Bern: Grolimund + Partner AG.
- [11] Gloor H., 2014: Linderung für Lärmgeplagte. UMWELT AARGAU Nr. 65, S. 19-22.
- [12] Stalder W., 2017: Aus- und Weiterbildungskurs «Lärm- und Schallschutz».
- [13] Bühlmann E., Hammer E., Saurer T., 2017: Aktualisierung Belagskennwerte 2016 im Innerortsbereich, Grolimund + Partner AG
- [14] Bühlmann E., Saurer T., Probst B., Gafner L., 2021: CPX-Messungen Strassenbeläge Messbericht 2021, Grolimund + Partner AG
- [15] Bundesamt für Umwelt BAFU, 2019: Liste der besten Leisen Beläge innerorts in der Schweiz. Stand 18.07.2019. <https://www.bafu.admin.ch/> (Abgerufen am 26.08.2022).
- [16] Bundesamt für Umwelt BAFU, 2022: Leitfaden Strassenlärm - Vollzugshilfe für die Sanierung Anhang 1b > Belagskennwerte - Anwendungshilfe für die Belagsakustik
- [17] Bühlmann E., Hammer E., Bueche N. & Perret J., 2017: Ausführungsbestimmungen Akustik für semidichte Asphalte – Auswertung physischer Parameter. Bern, Ecublens: Grolimund + Partner AG, Nibux SÀRL.
- [18] Egger S., Gloor H. & Bühlmann E., 2017: Kritische Faktoren für den erfolgreichen Einsatz lärmarmen Beläge im Innerortsbereich. Bern, Aarau: Grolimund + Partner AG, Departement Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau, Abteilung Tiefbau.