

Von lauten zu leisen Betonstrassen

Autor(en): **Werner, Rolf / Egmond, Bram van**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Cementbulletin**

Band (Jahr): **66 (1998)**

Heft 2

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-153834>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.



Unterschichtfertiger mit Dübelsetzgerät (rechts); der Spezialbeton für die anschliessend betonierete Oberschicht wird mit einem Förderband antransportiert.

Foto: Rolf Werner, TFB

Von lauten zu leisen Betonstrassen

Betonbelagsoberflächen werden heute standardmässig lärmindernd hergestellt.

Die unter Verkehr stehenden Betonbeläge auf Schweizer Autobahnen weisen ein durchschnittliches Alter von 27 Jahren auf. Der Eindruck, Betonbeläge seien relativ laut, täuscht nicht, denn bis vor wenigen Jahren wurde diesem Aspekt wenig Beachtung geschenkt.

In der Schweiz sind seit längerer Zeit keine neuen Autobahnbeläge in der Betonbauweise mehr ausgeführt worden. Folglich war es nicht möglich, die heute üblichen verschiedenen Massnahmen zur Verminderung der Lärmentwicklung zu realisieren bzw. zu testen. Der vorliegende Artikel basiert deshalb auf Erkenntnissen und Erfahrungen aus dem Ausland, wo zahlreiche stark belastete Strassen in der Betonbauweise erstellt werden.

Ein aktuelles Beispiel ist das Teilstück Pilsen – Grenzübergang Rozvadov/

Waidhaus der tschechischen Autobahn D 5 mit einer Gesamtlänge von 61,5 km, das im November 1997 dem Verkehr übergeben wurde: Ursprünglich in der Asphaltbauweise ausgeschrieben, entschied man sich für einen Betonaufbau aus 17 cm Unter- und 7 cm Oberbeton. Zur Verminderung der Rollgeräusche wurden die Fahrbahnoberflächen in Längsrichtung texturiert [1].

Anforderungen an Strassenoberflächen

An alle Oberflächen, seien sie nun aus Beton oder aus Asphalt, werden teilweise sich widersprechende Anforderungen gestellt [2, 3]:

- Sie müssen den geometrischen Vorgaben der Planung entsprechen und genügend eben sein, damit der Wasserabfluss gewährleistet und der Fahrkomfort zufriedenstellend ist.
- Ihre Oberflächen müssen griffig sein, damit die Verkehrssicherheit auch bei ungünstigen Witterungsbedingungen gewährleistet ist.
- Sie müssen verschleissfest sein.

- Ihre Oberflächen müssen derart ausgebildet sein, dass möglichst wenig Geräusche entstehen.

Wie Rollgeräusche entstehen

Unter den zahlreichen Lärmreduktionsmöglichkeiten muss die Bekämpfung am Entstehungsort Priorität haben. Beim Strassenverkehr betrifft dies die Reduktion der Antriebsgeräusche sowie der Ansaug- und Auspuffgeräusche der Fahrzeuge und die Reduktion der geschwindigkeitsabhängigen Rollgeräusche. Bei Personenwagen sind die Rollgeräusche bei Geschwindigkeiten > 30 km/h, bei Lastwagen ab 60–70 km/h dominierend [4].

Die Art der Rollgeräusche wird weitgehend durch die Geometrie der Fahrbahn und die Reifen bestimmt (Abbildung 1). Unebenheiten im Abstand von mehreren cm verformen die Reifen. Diese vibrieren und dröhnen, d. h. sie erzeugen vor allem tief-frequente Schwingungen. Ganz glatte Oberflächen verhindern, dass die Luft unter den Reifen ungehindert entweichen kann; die Reifen

zwischen (unangenehme hochfrequente Schwingungen). Dazwischen liegen feinrauhe Oberflächen, die mit einem groben Sandpapier verglichen werden können: Die Körner ragen im Abstand von etwa 5 bis maximal 10 mm gleich hoch aus der Oberfläche heraus. Dadurch werden Reifen weniger zu Vibrationen angeregt, und die Luft kann mehr oder weniger ungehindert entweichen [5].

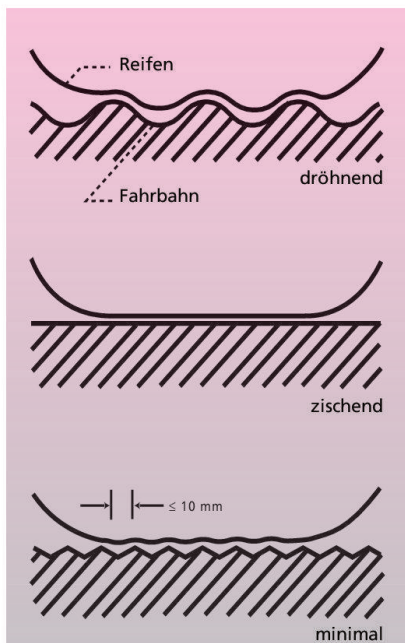


Abb. 1 Rollgeräusche und Geometrie von Fahrbohlenoberflächen nach [5].

Zeichnung: TFB



Längsglätter in Aktion.

Foto: Rolf Werner, TFB

Offenporige Beläge (Drainbetone und Drainasphalte) bewirken zudem eine Verschiebung der Geräusche nach tieferen Frequenzen, auf die der Mensch mit geringerem Lautheitsempfinden reagiert [4]. Verfechter bestimmter lärm-mindernder Bauweisen argumentieren vielfach mit Geräuschpegelver-minderungen im Bereich von einigen dB (A). Solche Werte sind mit Vorsicht zu betrachten, da sie sehr stark von der Messmethodik und den Umgebungsbedingungen abhängen. Im Kasten «Lärm-messung» ist mehr darüber zu erfahren.

Einfache Verbesserungen

Betonstrassen werden zunehmend in einer zweischichtigen, unbewehrten Bauweise frisch auf frisch erstellt: Zuerst wird der Unterbeton in der vorgesehenen Höhe eingebaut und mit Innenvibratoren verdichtet. Dübel und Anker werden in der Regel automatisch einvibriert. Der zweite Gleitschalungsfertiger baut anschliessend den Oberbeton ein; verdichtet wird ebenfalls mit Vibrier-nadeln.

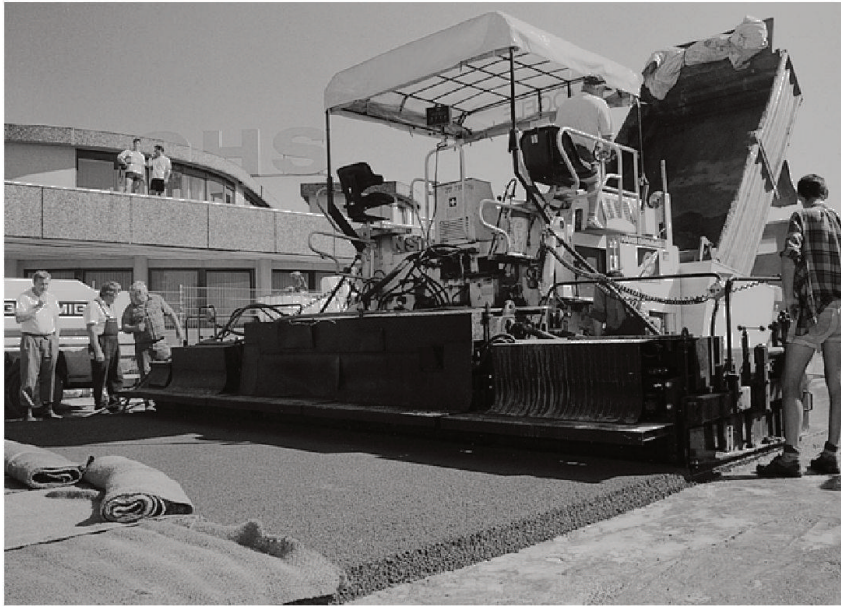
Die Quer- oder die diagonalen Wellen in der Betonoberfläche (Mega-textur) werden unmittelbar an-

schliessend durch einen Längsglätter «ausgebügelt». Dadurch lässt sich bereits eine gewisse Geräusch-minderung erzielen.

Mittels einer Längstexturierung kann mit relativ kleinem Aufwand eine weitere Verbesserung erreicht werden. In Deutschland geschieht dies durch das Nachziehen eines Jute-tuches. In Spanien setzt man auf das Abziehen mit einer Kombination aus Jutetuch und Kunststoffkamm [5]. Das Lärmverhalten von Betonbelägen mit Längstextur kann mit demjenigen von Splittmastixbelägen gleichgesetzt werden.

Waschbetone

Betonoberflächen, aus denen in geringen Abständen spitze Zuschlagkörner herausragen, erniedrigen den Lärmpegel im Vergleich zu glatten Oberflächen nachhaltig. Untersuchungen in Österreich [6] haben gezeigt, dass derartige Waschbetone am besten mit Ausfall-körnungen 4/8 mm hergestellt werden und eine Rauftiefe (Abstand zwischen der durch die Profilsitzen beschriebenen Ebene und der Zementsteinoberfläche) von 0,8 bis 0,9 mm aufweisen sollten. Erfahrungen mit Waschbetonober-



Einbau von Drainbeton.

Foto: Heidelberger Zement

flächen wurden bisher vor allem in Österreich und in den Niederlanden gemacht. Vielfach wird auf einen etwa 22 cm dicken Unterbeton konventioneller Zusammensetzung ein 4 cm dicker Oberbeton aufgebracht, der beispielsweise folgendermassen zusammengesetzt sein kann [7]:

Zement	450 kg/m ³
Sand 0/2 mm	590 kg/m ³
Kies 4/8 mm	1140 kg/m ³
Verzögerer	0,9–1,3 kg/m ³
W/Z-Wert	0,38

Unter- und Oberbeton werden im gleichen Arbeitsgang entweder mit einem kombinierten Fertiger oder mit zwei unmittelbar hintereinanderlaufenden Fertigern eingebaut. Vereinfacht ergeben sich dabei die folgenden Arbeitsgänge [3, 4, 6]:

- Einbau und Verdichten des Unterbetons mit erstem Gleitschalungsfertiger
- Setzen der Dübel und Anker
- Aufgabe des Oberbetons durch Förderband
- Verteilen und Verdichten des Oberbetons mit kombiniertem Gleitschalungsfertiger oder mit zweitem Gleitschalungsfertiger, Verbesserung der Ebenheit durch Längsglätter

- Aufsprühen von Verzögerer
- Abdecken mit Folie oder Aufsprühen eines Verdunstungsschutzes
- Schneiden der Querfugen (Zeitpunkt hängt von Rezeptur und Temperatur ab)
- Ausbürsten auf etwa 0,9 mm Tiefe

(18–30 Std. nach Einbringen des Betons)

- Nachbehandlung

Bei Untersuchungen mit einem Lärmessanhänger wurden in Österreich Pegelminderungen um 7 dB (A) im Vergleich zu «konventionellen» Betonoberflächen gemessen. Im Bereich oberhalb 1000 Hz, der für das

Lärmmessung

Rollgeräusche lassen sich auf verschiedene Arten erfassen.

- Bei der sogenannten Vorbeifahrtmethode wird der maximale Vorbeifahrtpegel mit ortsfesten Mikrofonen gemessen, die im Abstand von 7,5 m von der Fahrbahnachse und in einer Höhe von 1,2 m am Strassenrand aufgestellt werden. Dieses Verfahren wird u.a. in Deutschland eingesetzt.
- In Österreich und in der Schweiz werden Geräuschpegel bevorzugt mit einem Lärmessanhänger gemessen: Mikrophone in unmittelbarer Nähe der standardisierten Messreifen liefern einen statistischen Mittelwert.

Das Ohr verarbeitet akustische Eindrücke ungefähr logarithmisch. Dies ist verständlich, denn es erfasst einen Schalldruckbereich von 2×10^{-5} N/m² bis 2×10 N/m². Auch der Schallpegel wird in einem logarithmischen Massstab angegeben:

$$\text{Schallpegel } L = 20 \times \log(p/p_{\text{ref}}) \text{ [dB]}$$

p_{ref} entspricht dabei dem kleinsten wahrnehmbaren Schalldruck, nämlich 2×10^{-5} Pa.

Die Skala erstreckt sich von der Hörschwelle ($L = 0$ dB) bis zur Schmerzgrenze ($L = 120$ dB). Das Ohr kann Unterschiede erst ab 3 dB wahrnehmen. Verschiedene Schallquellen werden logarithmisch addiert bzw. subtrahiert. Eine Verdoppelung des Schallpegels (zwei identische Schallquellen) bewirkt deshalb lediglich eine Pegelzunahme um 3 dB.

Der Mensch nimmt Töne von verschiedener Frequenz, aber gleichem Schallpegel unterschiedlich laut wahr. Deshalb werden die Messwerte in den verschiedenen Frequenzbereichen korrigiert, wobei auch die Art und Stärke verschiedener Lärmquellen berücksichtigt werden. Von den vier resultierenden Frequenzbewertungskurven wird fast ausschliesslich die Kurve A eingesetzt; die Lärmpegel werden deshalb in dB (A) angegeben.

menschliche Ohr besonders unangenehm ist, betragen die Pegelminde- rungen 6–10 dB (A) [5].

Betonbeläge mit einer Waschbeton- oberfläche sind damit bedeutend leiser als beispielsweise Splittmastix- beläge. Erfahrungen in Österreich zeigen, dass dieser Effekt über viele Jahre bestehen bleibt. Darin unter-

scheiden sich Waschbetonober- flächen von Drainspaltbelägen, deren Lärminderung anfänglich grösser ist, aber im Verlauf weniger Jahre verschwindet (siehe Kasten «Drainspalt»).

Dünne Beschichtungen

Alte Betonbeläge, die zu grosse Geräuschemissionen verursachen und/oder deren Griffigkeit zu niedrig ist, können mit einer Kunststoff- Oberflächenbehandlung [8] dauer- haft saniert werden. Als Haftbrücke und Bindemittel dienen Epoxidharze, in die polierresistenter Splitt 3/4 mm oder 2/3 mm eingestreut wird. Neben einer beträchtlichen Minde- rung des Lärmpegels – publiziert sind Abnahmen um 3 bis 8 dB (A) [5, 9] – und einer Abnahme der hochfre- quenten Töne hat dieses Verfahren den Vorteil, dass es fahstreifenweise anwendbar ist. Zudem sind keine Höhenanpassungen erforderlich, und Markierungen werden nicht tangiert.

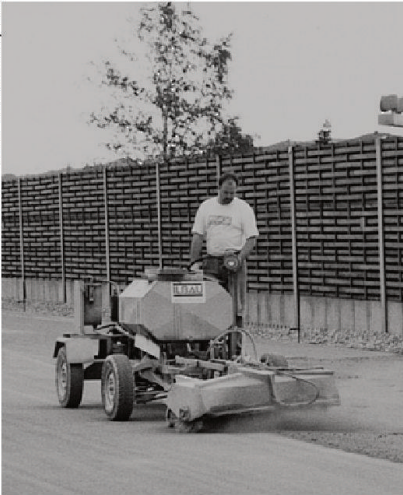
In der Schweiz wurden dünne Be- schichtungen in Nationalstrassentun- nels zwecks Verbesserung der Griff- figkeit von Betonbelägen verwen- det; die gleichzeitig realisierte Lärm- reduktion ist ein willkommener Nebeneffekt.

Drainbetone

Drainbetone bzw. offenporige Beto- ne führen nicht nur Oberflächenwas- ser ab, sie wirken auch lärmreduzie- rend. Erfahrungen mit Drainbetonen wurden bisher vor allem in den Nie- derlanden gesammelt [5]. In den letzten Jahren hat das Interesse an

Literatur

- [1] **Fleischer, W.**, und **Steffen, H.**, «Über 60 km Autobahn in Betonbauweise», *Beton* **48** [1], 18–24 (1998).
- [2] **Huschek, S.**, «Zur Optimierung der Oberflächeneigenschaften von Beton- fahrbahnen», *Strasse und Autobahn* **41** [1], 22–27 (1990).
- [3] **Fleischer, W.**, und **Freudenstein, S.**, «Neue Technologien beim Bau von Be- tonfahrbahndecken», *TIS Tiefbau – In- genieurbau – Strassenbau* **38** [8], 4–14 (1996).
- [4] **Mager, G.**, «Lärmindernde Strassen- decken in Wien», *Perspektiven* **1995** [1], 45–48.
- [5] **Vollpracht, A.**, «Lärminderung mit Betonfahrbahndecken», *Strassen- und Tiefbau* **45** [12], 15–18 (1991).
- [6] **Sommer, H.**, «Optimierung der lärm- mindernden Waschbetonoberfläche», *Strassenforschung*, Heft **447**, heraus- gegeben vom Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, Wien (1995).
- [7] **Krenn, H.**, «Generalsanierung einer Betonautobahn am Beispiel des Bau- loses Thalgau an der A 1», *Zement und Beton* **1992** [2], 26–29.
- [8] Norm SN 640736: «Erhaltung von Be- tonbelägen» (Dezember 1995).
- [9] **Pichler, W.**, «Erfahrungen mit lärm- mindernden Oberflächen für alte Be- tondecken», *Berichte in deutscher Sprache*, 7. Internationales Betonstras- sen-Symposium, Wien, 3.–5. Oktober 1994, Seiten 51–54.
- [10] **Hermann, K.**, «Sickerbeton», *Cement- bulletin* **61** [14], 1–7 (1993).
- [11] **Weyringer, H. W.**, «Ökonomische und ökologische Gesichtspunkte bei der Reinigung von offenporigen Asphalt- deckschichten», *Die Asphaltstrasse* **27** [8], 14–17 (1993).
- [12] **Özkul, O.**, «Langzeitverhalten von bituminösen Drainbelägen – Teil 2: Funktionalitäts- und Gebrauchsdauer», Bericht zum Forschungsauftrag 3/87 auf Antrag der Vereinigung Schwei- zerischer Strassenfachleute (Zürich, November 1996).
- [13] **Isenring, T.**, «Langzeitverhalten von bituminösen Drainbelägen – Teil 1: Lärmverhalten von Drainbelägen», Zwischenbericht zum Forschungsauf- trag 3/87 auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (Zürich, August 1991).



Erstellen der lärmindernden Waschbetonoberfläche durch maschinelles Ausbürsten.

dieser Bauweise auch in Deutschland zugenommen.

Drainbetone weisen einen Hohlraumgehalt von 20–25 % auf. Dies wird durch die Verwendung von Ausfallkörnungen (beispielsweise 5/8 mm) und wenig Sand erreicht. Auf die Zugabe von Kunststoffdispersionen kann nicht verzichtet werden. Sie verbessern die Frosttausalzbeständigkeit sowie die Biegezugfestigkeit der Drainbetone und vermindern den Wasseranspruch der Frischbetone [10].

Der Einbau von Drainbetonen erfordert viel Erfahrung und ausgedehnte Vorversuche. Er kann mit herkömmlichen Fertigmern erfolgen. Für die Ver-

dichtung wurden allerdings spezielle Hochverdichtungsbohlen entwickelt. Die Drainbetonschichten sind um 5 cm dick. Sie werden auf verschiedene Arten von Unterbetonen, auch auf Altbetone, eingebaut. Anzustreben ist ein zweischichtiger Einbau frisch auf frisch ohne Haftbrücken. Drainbetone sind bezüglich Geräuschpegelhöhe und Frequenzverteilung kaum von Drainasphalten zu unterscheiden. Bei beiden Belagsarten stehen positiven Effekten auch negative Eigenschaften gegenüber:

- Die Hohlräume verschmutzen relativ schnell, und damit nehmen die lärmindernde Wirkung und die Entwässerungsfähigkeit ab.

- Bei feuchter und kalter Witterung besteht schnell Vereisungsgefahr; der Salzverbrauch ist höher als bei geschlossenen Fahrbahndecken.

- Drainbetonbeläge können nur schlecht repariert werden.

Die bisher gemachten Erfahrungen mit Drainbetonbelägen reichen noch nicht aus für ein abschliessendes Urteil über ihre Verwendbarkeit. Wahrscheinlich werden ähnliche Schlussfolgerungen wie bei Drainasphalbelägen gezogen werden können (siehe Kasten «Drainasphalt»), von denen 1992 europaweit etwa 70 Mio. m² eingebaut waren [11].

*Rolf Werner
und Bram van Egmond, TFB*

Drainasphalt

Offenporige Asphaltdeckschichten (Drainasphalte, bituminöse Drainbeläge) werden als etwa 5 cm dicke, hohlraumreiche Deckschichten eingebaut. Ihr Korngerüst ist eng abgestuft, und die Zuschlagstoffe weisen eine hohe Kantenfestigkeit sowie einen hohen Polierwiderstand auf. Die Drainagefähigkeit ist hauptsächlich für die Reduktion des Aquaplanings und der Sprühhahnenbildung verantwortlich. Die Hohlräume vermindern wie bei Drainbetonbelägen die Rollgeräusche.

In der Schweiz sind mehr als 1 Mio. m² bituminöse Drainbeläge eingebaut worden, Grund genug, um ihr Langzeitverhalten zu untersuchen [12, 13]. Bezüglich der Dauerhaftigkeit und Funktionalität wurden unter anderem folgende Schlüsse gezogen [12]:

- gute Griffigkeit, über 60 km/h kaum Unterschiede zu konventionellen Belägen
- Abnahme der Durchlässigkeit mit zunehmendem Alter; Dauerhaftigkeit von Drainage- und Lärmverminderungsvermögen bei Kantonsstrassen auf 5–6, bei Autobahnen auf 8–10 Jahre beschränkt
- Winterdienst muss angepasst werden
- Versuche, Durchlässigkeit von Drainbelägen zu erhöhen, praktisch erfolglos
- Reparatur von Drainbelägen praktisch nicht möglich

In Ergänzung dazu gilt bezüglich der Lärminderung [13]:

- eindeutig niedrigere Lärmpegel als bei geschlossenen Oberflächen nur bei höheren Geschwindigkeiten
- Lärmpegel nimmt mit zunehmendem Alter der Beläge zu
- Einbau auf Strecken mit niedrigerem Geschwindigkeitsniveau «nicht unbedingt sinnvoll»