

Betonverband Straße, Landschaft, Garten e.V. (SLG)

Geräuschemissionen auf Betonsteinpflaster

Forschungsergebnisse und Planungsempfehlungen

Fassung Februar 1992



DIE WEGBEREITER

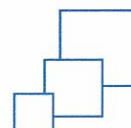
Herausgeber:

Betonverband Straße, Landschaft, Garten e.V. (SLG)

Schloßallee 10 • D-53179 Bonn

E-Mail: slg@betoninfo.de • Internet: www.slg-betonprodukte.de

Februar 1992



Geräuschemissionen auf Betonsteinpflaster

von

Heinrich Steven

FIGE GmbH

Forschungsinstitut Geräusche und Erschütterungen

Kaiserstraße 100, 5120 Herzogenrath

Tel. 02407 - 2089

Fax. 02407 - 6470

**im Auftrag des
Bundesverbandes Deutsche Beton- und
Fertigteilindustrie e.V., Bonn**

Februar 1992

Inhalt**Seite**

Zusammenfassung.....	3
1. Einleitung.....	3
2. Planungsgrundlagen im Innerortsbereich.....	4
3. Verkehrslärm - Einflußparameter.....	4
3.1 Allgemeines	4
3.2 Fahrbahnbelag	5
3.3 Reifen	5
4. Minderungsmöglichkeiten beim.....	7
Fahrbahnbelag	7
4.1 Allgemeines	7
5. Planungsempfehlungen.....	9
Nachwort	12

Zusammenfassung

Moderne Betonsteinpflaster stehen nicht im Widerspruch zur Lärmbekämpfung: im Gegenteil, eine Reihe moderner Produkte aus der Palette des Marktangebots an Betonpflastersteinen können zu einer Pflasterdecke verarbeitet werden, die ebenso leise ist wie innerorts übliche Asphaltbeläge.

Dies ist das Ergebnis eines großangelegten Forschungsvorhabens, das das Forschungsinstitut Geräusche und Erschütterungen, FIGE GmbH, Herzogenrath, im Auftrag des Bundesverbandes Deutsche Beton- und Fertigteilindustrie, Bonn, durchgeführt hat.

Damit dürften zahlreiche Planungsunsicherheiten im Zusammenhang mit der Verkehrslärmschutzverordnung der Vergangenheit angehören.

FIGE führte auf einer Teststrecke in Elbtal (Nähe Limburg/Lahn) schalltechnische Untersuchungen im Geschwindigkeitsbereich bis 50 km/h nach einem mit den zuständigen Behörden abgestimmten Meßverfahren durch.

Dabei wurden zwölf verschiedene Pflastersteinarten untersucht, die so ausgewählt worden waren, daß die gesamte Palette des derzeit handelsüblichen Betonsteinpflasters repräsentiert ist. Es zeigte sich, daß sieben der zwölf Beläge so leise wie innerorts übliche Asphaltbeläge waren.

Die Untersuchung gibt darüber hinaus Aufschluß über die geräuschemäßigen Einflüsse von Oberflächentextur, Steinform, Kantenbeschaffenheit und Verlegemuster. Mit diesen Erkenntnissen kann die Auswirkung einer Betonpflaster-Fahrbahndecke auf den Verkehrslärm bereits im Planungsstudium beurteilt und so der günstigste Kompromiß zwischen Lärminderung und Gestaltungsansprüchen gefunden werden.

1. Einleitung

Mit der Zunahme der Motorisierung hat auch der Lärm an unseren Straßen in den zurückliegenden Jahren ständig zugenommen. Der Verkehrslärm ist inzwischen Spitzenreiter der Belastungsskala geworden.

Die meisten vom Verkehrslärm "Betroffenen" leben an Innerortsstraßen. Hier hat sich das Konzept der Verkehrsberuhigung bewährt und inzwischen auch weitgehend durchgesetzt; dieses Konzept dient nicht nur der Erhöhung der Verkehrssicherheit und der Lärminderung, sondern auch einer attraktiven Gestaltung des Straßenraums. Deshalb werden bei Umgestaltungsmaßnahmen zunehmend Pflasterbeläge eingesetzt. Gerade das Betonsteinpflaster bietet hier dank moderner Herstellungsverfahren vielfältige Möglichkeiten.

Allerdings stoßen Pflasterbeläge mit Hinweis auf höhere Geräuschentwicklung häufig auf Ablehnung, denn ähnlich wie bei anderen Fahrbahnbelägen sind die Rollgeräusche von den Oberflächenunebenheiten abhängig. Diese werden bei Pflasterbelägen aber nicht nur durch die Textur des Steines, sondern auch durch die Fugen bestimmt.

In der Praxis besteht zur Zeit erhebliche Planungsunsicherheit über die Auswirkung auf die Lärmsituation, da die Zusammenhänge zwischen den o.g. Parametern und der Geräuschentwicklung noch nicht genügend geklärt sind. Häufig werden aus Unkenntnis lärmwirksame Planungsfehler gemacht.

So findet man leider immer noch die Unsitte, daß Pflaster als "akustische" Bremse eingesetzt wird, um die Fahrgeschwindigkeiten zu senken. Obwohl alle vorliegenden Untersuchungen zeigen, daß dieses Mittel völlig untauglich ist, führt es doch häufig dazu, daß der Einsatz von Betonsteinpflaster mit Hinweis auf die Lärmerhö-

hung auch dann verhindert wird, wenn dies gestalterisch wünschenswert ist und obwohl aus Lärmsicht bei richtiger Pflasterwahl kein Zielkonflikt zu entstehen braucht.

Nach der Sechzehnten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung, 16.BImSchV) werden Pflasterbeläge grundsätzlich lauter eingestuft als die meisten anderen Straßenbeläge. Dies bewirkt in der Praxis, daß in vielen Fällen auf den Einsatz von Pflaster selbst dann verzichtet wird, wenn die 16. BImSchV gar nicht zum Tragen kommt.

2. Planungsgrundlagen im Innerortsbereich

Die gebietsbezogenen Geräuschgrenzwerte nach der 16. BImSchV setzen - wie übrigens alle gesetzlichen Grenzwerte - Mindestanforderungen zum Schutz der Bevölkerung fest. In diesem speziellen Fall sollen die Anwohner einer Straße vor unzumutbarer Lärmbelastung geschützt werden.

Das Rechenverfahren für die Ermittlung des Beurteilungspegels ist in der Anlage 1 zur Verordnung sowie in den Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90) des Bundesministers für Verkehr festgelegt. Der mit diesem Verfahren ermittelte Beurteilungspegel wird mit dem Grenzwert verglichen und stellt auf mögliche oder existierende Immissionsorte mit der größten Lärmbelastung ab.

Die Einflußparameter sind so zahlreich und die Zusammenhänge so komplex, daß das Rechenmodell zwangsläufig vereinfachen muß. Damit diese Vereinfachungen nicht zum Nachteil der Betroffenen ausfallen, ist das Verfahren als "worst-case"-Verfahren konzipiert. Das bedeutet aber auch, daß die RLS-90 nur in begrenztem Umfang Hilfestellung bei der Verkehrslärmbekämpfung im Innerortsbereich leisten kann.

Darüber hinaus ist das in der 16. BImSchV vorgesehene Lärmschutzinstrumentarium mit Ausnahme des Fahrbahnbelags vornehmlich auf Maßnahmen am Ausbreitungsweg (Schallschutzwände und -wälle, Schallschutzfenster) ausge-

richtet. Diese Maßnahmen lassen sich im Innerortsbereich nur in begrenztem Maße einsetzen. Hier muß die Verkehrslärmbekämpfung viel stärker auf Maßnahmen ausgerichtet sein, die die Geräuschquellen selbst beeinflussen. (Stichworte: Verkehrsberuhigung, Verkehrsbündelung und Verkehrslenkung, Maßnahmen am Fahrbahnbelag).

Die rechtlichen Grundlagen hierzu liefert nicht die 16. BImSchV, sondern das Straßenverkehrsgesetz, die Straßenverkehrsordnung, die Straßenverkehrszulassungsordnung, das Gemeinde-Verkehrs-Finanzierungsgesetz und ggf. weitere relevante Verordnungen.

3. Verkehrslärm - Einflußparameter

3.1 Allgemeines

Damit innerörtliche Verkehrslärmbekämpfung optimale Wirkung erzielt, muß man die Bedeutung der verschiedenen Quellen und die wesentlichen Wirkungszusammenhänge kennen.

Das von einem Kraftfahrzeug abgestrahlte Geräusch setzt sich überwiegend aus den beiden Anteilen

- Antriebsgeräusch und
- Rollgeräusch

zusammen.

Unter dem Begriff Antriebsgeräusch werden die Geräuschanteile des Ansaugtraktes, der Auspuffanlage, des Motors und seiner Nebenaggregate zusammengefaßt. Das Antriebsgeräusch hängt ursächlich nicht mit der Fahrgeschwindigkeit, sondern mit der Motordrehzahl und der Motorbelastung zusammen. Sein Niveau wird von der Fahrzeugtechnik, seine aktuelle Höhe von der Verkehrssituation und der Fahrweise bestimmt.

Das Rollgeräusch, das man exakter mit Reifen-Fahrbahn-Geräusch bezeichnen sollte, wächst mit der Fahrgeschwindigkeit. Sein Niveau hängt sowohl vom Reifen als auch vom Fahrbahnbelag ab.

3.2 Fahrbahnbelag

Nur auf Straßenabschnitten mit frei fließendem Verkehr bzw. überall dort, wo die Rollgeräusche dominieren, kommt auch dem Fahrbahnbelag aus Lärmsicht große Bedeutung zu; denn die Rollgeräusche entstehen durch das Zusammenwirken von Reifen und Fahrbahn. Auf einem geräuschnäßig ungünstigen Belag (z. B. sehr unebenes Pflaster) und einem geräuschnmäßig günstigen Belag (z. B. offenporige Beläge) können die Fahrzeuggeräusche um mehr als 10 dB(A) differieren (Bild 1).

Prinzipiell beeinflusst die Fahrbahn das Geräusch eines Kraftfahrzeugs durch drei Wirkungsmechanismen:

- Ausbreitungsdämpfung
- Absorption
- Rollgeräuschestehung

Die Ausbreitungsdämpfung ist nur bei Fragen der Meßgenauigkeit und Reproduzierbarkeit von Bedeutung.

Spürbare Minderungen durch Absorption von Antriebsgeräuschanteilen setzen hohlraumreiche Schichten großer Dicke (40 cm und mehr) voraus. Bei üblichen Deckschichtdicken (um 4 cm) ist die Absorptionswirkung nur begrenzt. Akustisch spricht man von einem "fehlangepaßten" Absorber.

Der wichtigste Mechanismus ist die Beeinflussung der Rollgeräuschestehung.

Pflasterdecken haben gegenüber anderen Deckschichtarten den prinzipbedingten Nachteil, daß die Fugen den Reifen zusätzlich zu Schwingungen anregen. Eine weitere Schwingungsanregung erfolgt, wenn die einzelnen Pflastersteine "wellig" verlegt sind oder unebene Oberflächen haben. Letzteres gilt natürlich auch für andere Deckschichtarten.

Der Reifen wirkt beim Abrollen auf der Fahrbahn akustisch wie ein Spielmannszug. Sein "Orchester" besteht aus Trommlern und Pfeifern.

Als Trommel wirkt der ganze Reifen. Die "Trommelschläge" üben die Unebenheiten der Straßenoberfläche aus. Sie regen den Reifen zu Radialschwingungen an. Die dadurch hervorgerufene, tieffrequente Geräuschabstrahlung ist um so höher, je "rauer" und unebener die Straßenoberfläche ist.

Als "Pfeifen" wirken die Profilirillen des Reifens. Ihre "Töne" sind um so lauter, je dichter sie von der Fahrbahnoberfläche abgeschlossen werden, also je "glatter" die Oberfläche ist. Die dadurch bewirkte Geräuschabstrahlung ist hochfrequent.

3.3 Reifen

Die durch die Verschärfung der gesetzlichen Geräuschgrenzwerte für Kraftfahrzeuge bewirkten Minderungsmaßnahmen der Fahrzeughersteller waren in den vergangenen Jahren vorwiegend auf die Antriebsgeräusche ausgerichtet. Dieses Konzept war für die zurückliegenden Jahre durchaus folgerichtig, waren doch die Antriebsgeräusche bisher dominierend.

Heute ist nun aber eine Situation erreicht, in der die Dominanz der Antriebsgeräusche nur noch für Anfahr- und Beschleunigungsvorgänge gegeben ist. In allen anderen Situationen ist das Rollgeräusch nahezu gleichwertig oder sogar dominierend. Diese Entwicklung wurde in den vergangenen Jahren durch den Trend zu größeren Höchstgeschwindigkeiten und zu breiten Reifen noch erheblich verstärkt. Er führt über die zunehmende Reifenbreite und härtere Gummimischungen im Mittel auch zu höheren Rollgeräuschpegeln (Bild 2).

Aus dem vorstehend Gesagten ergibt sich eine wesentliche Schlußfolgerung für die Verkehrslärmbekämpfung:

Lärminderung an der Quelle ist überall da, wo der Verkehr fließt, ohne die Verwendung leiser Fahrbahnbeläge unwirksam.

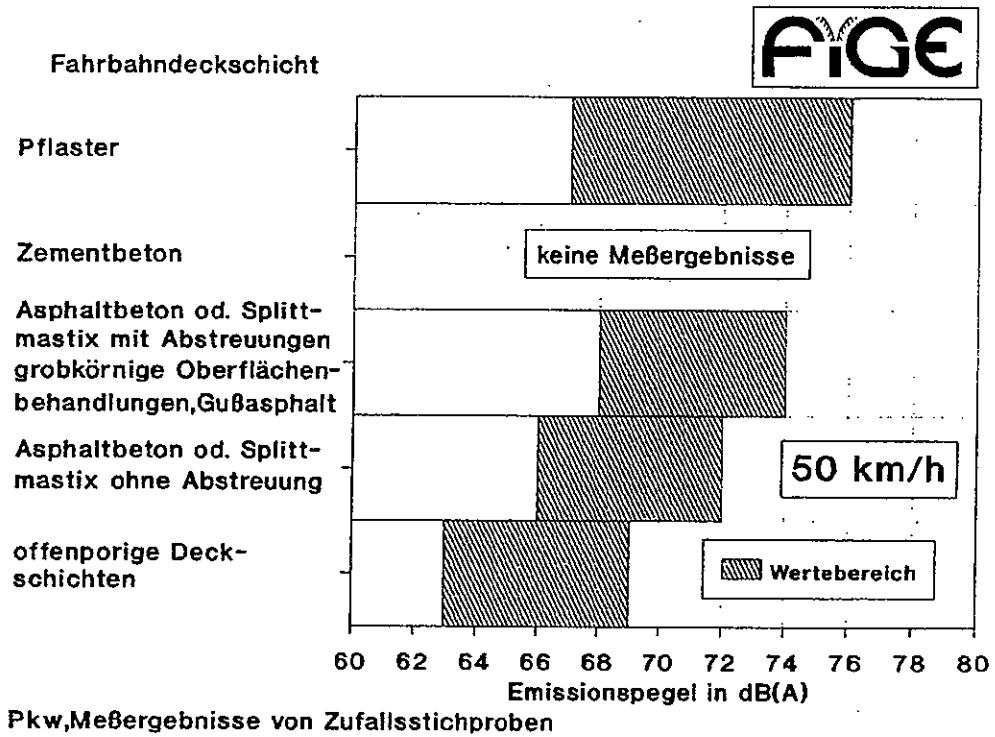


Bild 1 a: Geräusche auf verschiedenen Belägen bei 50 km/h

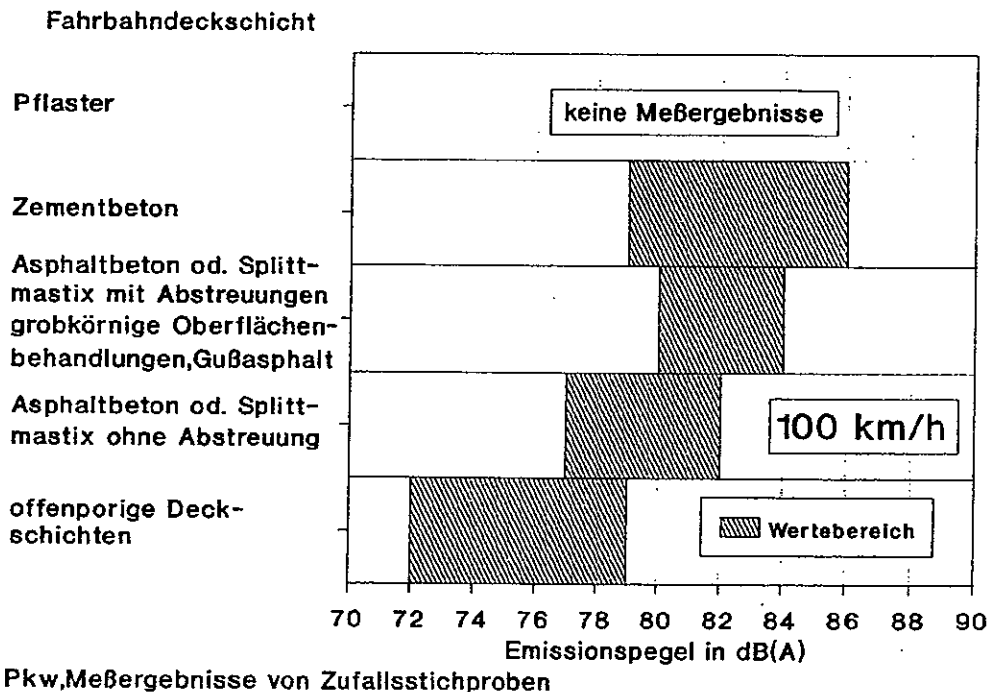


Bild 1 b: Geräusche auf verschiedenen Belägen bei 100 km/h

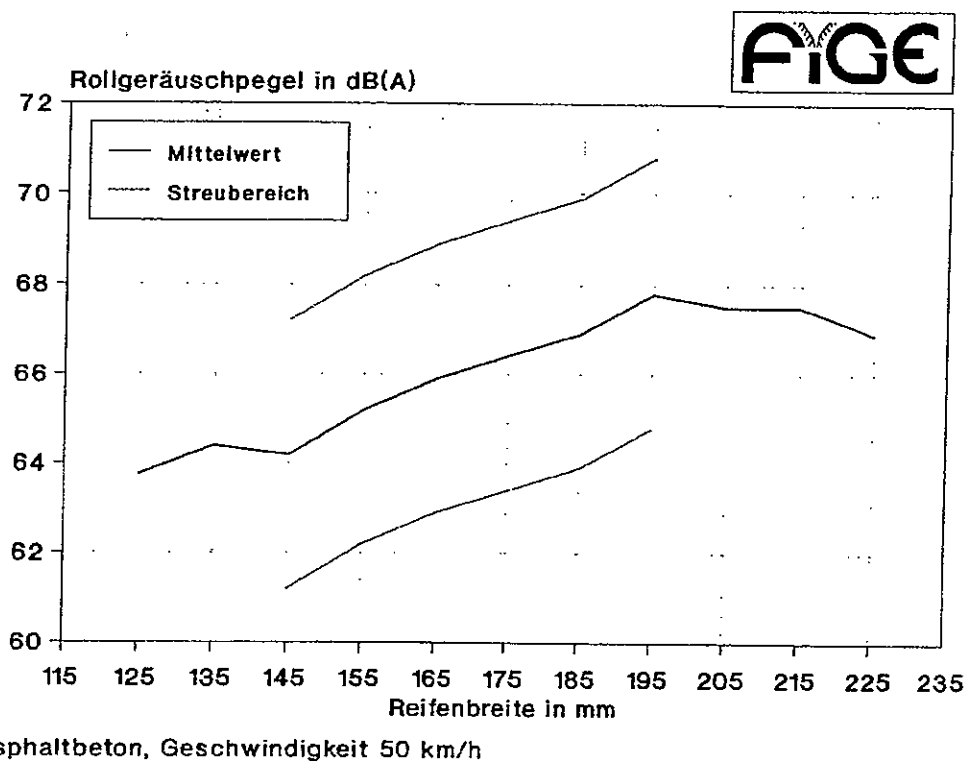


Bild 2: Rollgeräusch und Reifenbreite

4. Minderungsmöglichkeiten beim Fahrbahnbelag

4.1 Allgemeines

Am wirksamsten werden die Profilresonanzen des Reifens durch hohlraumreiche Deckschichten gemindert. Hohlraumreiche Deckschichten haben aber prinzipbedingt eine unebenere Oberfläche und regen somit die tieffrequenten Reifenschwingungen stärker an als vergleichbare dichtere Deckschichten. Deshalb darf der Splittanteil aus Lärmgründen nicht zu grobkörnig gewählt werden.

Bei dichten Deckschichten können die Profilresonanzen verringert werden, wenn die Oberflä-

chentextur wie Schmirgelleinen gestaltet ist (feinkörnige Splittspitzen auf ebener Oberfläche).

Eine dritte Möglichkeit für einen lärmarmen Straßenbelag besteht darin, eine Deckschicht mit relativ "glatter" und ebener Oberfläche mit schmalen "Kanälen" (Breite < 5 mm, Tiefe > 10 mm) zu versehen, die längs oder diagonal zur Fahrtrichtung verlaufen.

Die vorstehend beschriebenen Minderungsmöglichkeiten sind prinzipiell nicht auf einzelne Belagsarten beschränkt, auch wenn bestimmte Kombinationen bisher noch technologische Vorteile aufweisen (z. B. Hohlraumreichtum - bituminöse Deckschichten, Schmirgelleinenoberfläche - Betondecken).

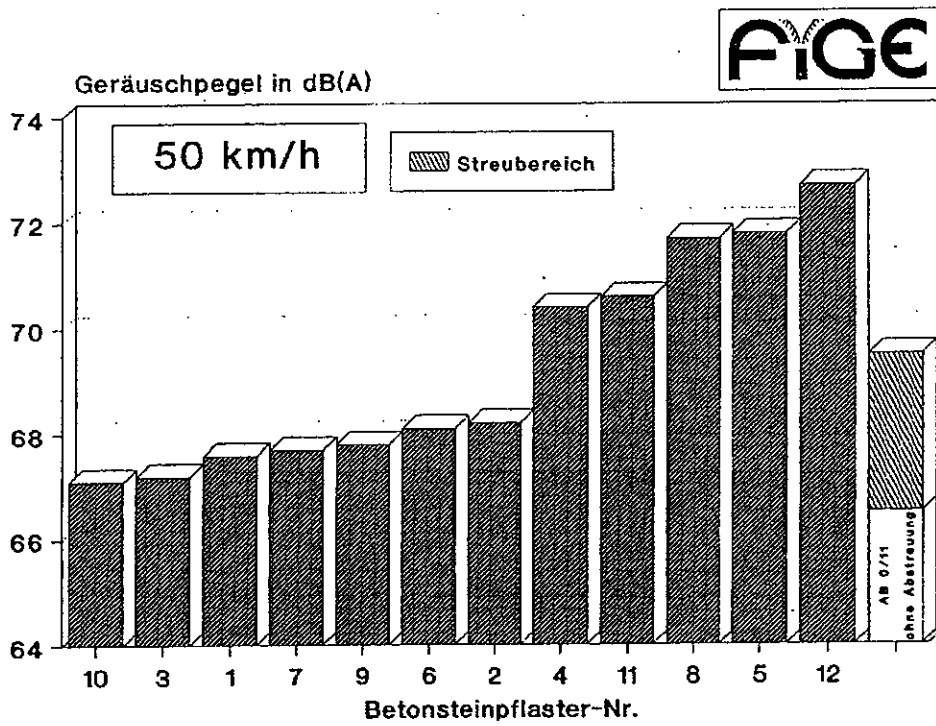


Bild 3 a: Meßergebnisse bei 50 km/h

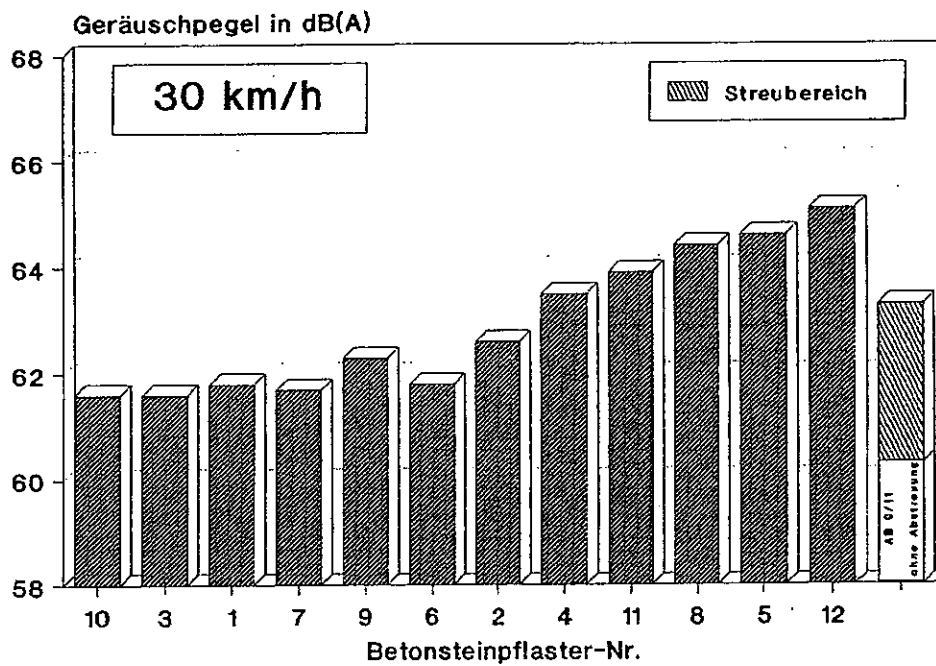


Bild 3 b: Meßergebnisse bei 30 km/h

4.2 Einsatz von Betonsteinpflaster

Die dritte Minderungsmöglichkeit läßt sich zum Beispiel dazu nutzen, leise Betonsteinpflasterdecken zu realisieren. Dies ist das Ergebnis des Forschungsvorhabens des Bundesverbandes Deutsche Beton- und Fertigteilindustrie, Bonn, das vom Forschungsinstitut Geräusche und Erschütterungen, FIGE GmbH, Herzogenrath, durchgeführt wurde.

FIGE führte auf einer Teststrecke in Elbtal (Nähe Limburg/Lahn) schalltechnische Untersuchungen im Geschwindigkeitsbereich bis 50 km/h nach einem vom Bundesverkehrsminister genehmigten Meßverfahren durch. Dabei wurden zwölf verschiedene Pflastersteinarten untersucht, die so ausgewählt worden waren, daß die gesamte Palette des derzeit handelsüblichen Betonsteinpflasters repräsentiert ist. Es zeigte sich, daß sieben der zwölf Beläge so leise wie innerorts übliche Asphaltbeläge waren (Bild 3).

Die Forschungsergebnisse bestätigen im vollen Umfang vorausgegangene theoretische Überlegungen. Moderne Betonsteinpflaster stehen also nicht im Widerspruch zur Lärmbekämpfung. Damit dürften zahlreiche Planungsunsicherheiten auch im Zusammenhang mit der Verkehrslärmschutzverordnung der Vergangenheit angehören. Denn gerade moderne Betonsteinpflaster bieten dank variabler Bearbeitungsmethoden günstige Voraussetzungen für eine geräuschkindernde Oberflächengestaltung.

5. Planungsempfehlungen

Die Untersuchung gibt darüber hinaus Aufschluß über die geräuschkünftigen Einflüsse von Oberflächentextur, Steinform, Kantenbeschaffenheit und Verlegemuster. Mit diesen Erkenntnissen kann die Auswirkung auf den Verkehrslärm bereits im Planungsstadium beurteilt und so der günstigste Kompromiß zwischen Lärminderung und Gestaltungsansprüchen gefunden werden.

Selbst bei Steinen mit kleiner Fase fielen die Fahrzeuggeräusche durch Verwendung großer-Formate (ca. 30 Steine je m²) und Diagonalverlegung nicht höher aus als auf innerorts üblichen

Asphaltbeton-Decken. Ohne Fase konnte sogar auf die Diagonalverlegung verzichtet werden.

Der Planer hat es somit in der Hand, durch die Wahl des Pflasters die Geräuschemission der Fahrbahnoberfläche zu beeinflussen bzw. darüber zu entscheiden.

Tabelle 1 faßt den derzeitigen Erkenntnisstand hinsichtlich der Fahrzeuggeräusche auf Pflasterdecken in Abhängigkeit von Art, Verlegung u. a. Parametern zusammen.

Verallgemeinernd kann man für den Planer im Hinblick auf den Verkehrslärm folgende Empfehlungen geben:

Bei Geschwindigkeiten von 20 km/h oder darunter ist die Verwendung von Pflaster im Hinblick auf die Geräusche völlig unkritisch. Bei diesem Geschwindigkeitsniveau sind die Unterschiede im Rollgeräusch nicht von Bedeutung. Hier können die Einzellemente aus der Sicht des Lärmschutzes nach dem Motto gestaltet werden: Erlaubt ist, was gefällt". In verkehrsberuhigten Bereichen (Schrittgeschwindigkeit) und in Zonen mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 10 oder 20 km/h muß daher nur sichergestellt sein, daß die Höchstgeschwindigkeit eingehalten wird.

Im Geschwindigkeitsbereich von 20 - 30 km/h kann es auf Pflasterbelägen zu erhöhten Verkehrsgerauschen kommen. Wenn die durch das Pflaster bewirkte Geräuscherhöhung nicht durch ergänzende Maßnahmen kompensiert werden kann, sollten nur geräuschgünstige Pflasterbeläge verwendet werden.

Kompensation bedeutet, daß die durch eine geräuschgünstige Pflasterdecke gegenüber Asphaltbelägen verursachten höheren Rollgeräusche durch eine entsprechende Geschwindigkeitsdämpfung ausgeglichen werden.

Größere Vorsicht ist geboten, wenn die Geschwindigkeiten zwischen 30 und 50 km/h liegen. In diesem Fall sollten nur solche Pflasterbeläge verwendet werden, auf denen die Fahrzeuggeräusche nicht höher liegen als auf Asphaltbeton.

Betonsteinpflaster-Spezifikationen									
Gruppe	Pegeldifferenz in dB(A) Bezug: Asphaltbeton 0/11 ohne Abstreifung		Verlegung	Art	Fugenbreite einschließlich Fuge in mm	Bedarf je Quadratmeter	Oberfläche Textur		
	30	50							
I	0,0	0,0	a) beliebig	Rechteck	bis 8mm	über 150mm	max. 36 Steine	eben	glatt, mikrorau, sand- o. wassergestrahlt
				Sechseck Verbundstein		über 150mm	max. 36 Steine		
b) diagonal				Rechteck	bis 12mm	über 150mm	max. 36 Steine	eben	glatt, mikrorau, sand- o. wassergestrahlt
				Sechseck Verbundstein		über 110mm	max. 39 Steine		
II	1,5	2,5	a) Läufer	Rechteck	bis 12mm	über 150mm	max. 36 Steine	eben	glatt, mikrorau, sand- o. wassergestrahlt
				Sechseck Verbundstein		über 110mm	max. 39 Steine		
b) diagonal				Rechteck	12 bis 20mm	über 150mm	max. 36 Steine	eben	glatt, mikrorau, sand- o. wassergestrahlt
				Sechseck Verbundstein		über 110mm	max. 39 Steine		
III	3,0	5,0	a) Läufer	Rechteck	bis 12mm	unter 150mm	mehr als 36 Steine	eben	beliebig
				Sechseck Verbundstein		unter 150mm	mehr als 36 Steine		
b) beliebig				Rechteck	bis 8mm	unter 110mm	mehr als 39 Steine	uneben	beliebig
				Sechseck Verbundstein		über 150mm	max. 36 Steine		
c) beliebig				Rechteck	über 20mm	über 110mm	max. 39 Steine	eben	beliebig
				Sechseck Verbundstein		über 150mm	max. 36 Steine		
IV	4,5	7,5	a) beliebig	Rechteck	über 20mm	unter 150mm	mehr als 36 Steine	eben	beliebig
				Sechseck Verbundstein		unter 150mm	mehr als 36 Steine		
b) beliebig				Rechteck	beliebig	unter 150mm	mehr als 36 Steine	uneben	beliebig
				Sechseck Verbundstein		unter 150mm	mehr als 36 Steine		
c) beliebig				Rechteck	über 20mm	unter 110mm	mehr als 39 Steine	uneben	beliebig
				Sechseck Verbundstein		unter 110mm	mehr als 39 Steine		

Tabelle 1 : Emissionspegeldifferenzen von Betonstein-Pflasterdecken (nach DIN 18501) gegenüber Asphaltbeton
(Die entsprechenden Werte für eine Geschwindigkeit von 40 km/h können durch lineare Interpolation
zwischen den Werten für 30 und 50 km/h bestimmt werden)

Erläuterungen zur Tabelle 1:

Verlegung:

* Diagonal:

Zur Diagonalverlegung zählen alle Verlegemuster, bei denen die Steinlängsachse mit der Fahrbahnachse einen Winkel von 30° bis zu 60° bildet. Alle anderen Verlegemuster werden dem Läuferverband quer zur Fahrtrichtung zugerechnet. Sechsecksteine gelten als "diagonal" verlegt, wenn zwei gegenüberliegende Steinkanten parallel zur Fahrbahnachse verlaufen.

* Läuferverband: (quer zur Fahrtrichtung)

Insbesondere auch die folgenden Verlegemuster werden dem Läuferverband zugerechnet, wenn die Fugen nicht diagonal verlaufen:
Fischgrätverband, Parkett-, Mittelstein-, und Kassettenverband.

Fugen + Fasen-Breite: Für die Rollgeräuscherzeugung ist die Gesamtbreite aus der Fuge und den Fasen der angrenzenden Steine maßgebend. Beim Läuferverband führen Gesamtbreiten über 8 mm zu erhöhten Geräuschen, bei Diagonalverlegung sind Gesamtbreiten über 12 mm geräuscherhöhend. Die genannten Zahlen sind Istwerte der fertig verlegten Fläche, gemessen senkrecht zum Fugenverlauf. Sie stellen sich ein, wenn Sollfugen nach DIN 18 318 vorgegeben werden.

Fugenabstand:

Fugenabstände von weniger als 150 mm (Rechteck- oder Sechsecksteine) bzw. 110 mm (Verbundsteine) führen zu Geräuscherhöhungen. Selbst bei Fugen + Fasen - Breiten unter 8 mm bzw. 12 mm können derart geringe Fugenabstände zu "Welligkeiten" in der Fahrbahnoberfläche führen (vergl. "Ebenheit"). Bei breiteren Fugen erhöht sich zusätzlich die Anzahl der akustischen "Störstellen".

Bedarf je m^2 :

Steinformate, die Stückzahlen von mehr als 36 Steine je m^2 (Rechteck- oder Sechsecksteine) bzw. 39 Steine je Quadratmeter (Verbundsteine) ergeben, sind im allgemeinen geräuscherhöhend. Steine mit Scheinfugen oder entsprechend strukturierten Oberflächen werden mit der Anzahl der Strukturelemente je Stein multipliziert. Für die Anzahl der Strukturelemente ist die Anzahl der Scheinfugen diagonal und/oder quer zur Fahrtrichtung maßgebend.

Ebenheit:

Der Begriff "Ebenheit" bezieht sich auf Rauheitswellenlängen zwischen 20 mm und 200 mm. Werden in diesem Wellenlängenbereich Rauhtiefen von mehr als ± 1 mm erreicht, so werden die Beläge als "uneben" eingestuft, da diese Welligkeit geräuscherhöhend wirkt.

Im übrigen muß besonders darauf hingewiesen werden, daß die fachgerechte Herstellung der Unterlage ausschlaggebend für die Ebenheit der Fahrbahnoberfläche und damit auch für das Geräuschverhalten ist. Hierzu sei auf die einschlägigen technischen Vorschriften und Regelwerke verwiesen. (ZTVE-StB, ZtVV-StB, ZTVT-StB, RStO 86, DIN 18 318)

Oberflächentextur:

Fein aufgeraute (Körnung bis 2/5) oder sand- bzw. wassergestrahlte - aber nicht gestockte - Oberflächen sind glatten Oberflächen vorzuziehen. Dies gilt vor allem bei Fugenbreiten über 8 mm bzw. 12 mm und Läuferverbänden.

Nachwort

Das Forschungsvorhaben "*Lärmmission von Betonsteinpflaster*" des Bundesverbandes Deutsche Beton- und Fertigteilindustrie e. V., Bonn, wurde von nachstehenden Unternehmen gefördert:

Basamentwerke Böcke GmbH & Co. KG,	4200 Oberhausen
BEHATON GmbH & Co. KG,	4390 Gladbeck
Betonwerk Lieme GmbH & Co. KG,	4920 Lemgo
Betonwerk Linden,	8333 Herbertsfelden
Betonwerk Lintel GmbH & Co.,	4840 Rheda-Wiedenbrück
Betonwerke Munderkingen GmbH,	7932 Munderkingen/Donau
Betonwerk Porta Westfalica GmbH & Co. KG,	4952 Porta Westfalica
Beton- und Verbundsteinwerke GmbH,	4236 Hamminkeln
Birkenmeier KG GmbH + Co.,	7802 Merzhausen b. Freiburg
Blatt GmbH + Co. KG, Adolf,	7125 Kirchheim/Neckar
BVO Beton-Vertriebs-Ost GmbH,	2120 Lüneburg
Bree, Theodor, Baustoff- und Cementwaren GmbH & Co.,	5000 Köln
Briloner Betonsteinwerk GmbH u. Co. KG,	5790 Brilon
Ebert GmbH, Karl,	7148 Remseck 5
Gültig GmbH & Co. KG, Ch. Heinrich,	7100 Heilbronn
Hötzel-Beton-GmbH, Betonsteinwerke,	7514 Eggenstein-Leopoldshafen
Isarbaustoff GmbH & Co. KG,	8300 Landshut
Kann GmbH, Baustoffwerke,	5413 Bendorf
Katzenberger KG, Betonwerk und Garagenbau.	8000 München
Klostermann GmbH & Co. KG, Heinrich,	4420 Coesfeld
Kronimus AG,	7557 Iffezheim
v. Langsdorff, Bauverfahren GmbH,	7550 Rastatt
Metten Produktions- und Handels-GmbH,	5063 Overath 1
NH-Beton GmbH, Betonfertigteilerwerke,	5241 Niederdreisbach

Opper Bau GmbH,	6255 Dornburg-Frickhofen
Peter KG, Betonsteinwerk,	7597 Rheinau
Pfenning KG, Betonwerk,	6840 Lampertheim
Röckelein KG, Kaspar,	8602 Wachenroth
Ruf Baustoffe-Beton Fertigtbau GmbH,	8801 Wilburgstetten-Dünkelsbühl
Steinwerke Kupferdreh GmbH,	4300 Essen
Uhl, Kies- und Transportbeton,	7601 Schutterwald
Weinzierl GmbH & Co., Kies u. Beton KG,	8070 Ingolstadt/Donau 2
Willeck GmbH & Co. KG, Hermann,	6334 Werdorf b. Asslar
Zapf KG, Werner,	8580 Bayreuth

Außerdem vom:

Bayerischen Industrieverband Steine und Erden e. V.,	8000 München
Bundesminister für Verkehr,	5300 Bonn
Fachverband Beton- und Fertigteilewerke Baden-Württemberg e. V.	7000 Stuttgart
Forschungsinstitut der Zementindustrie,	4000 Düsseldorf

Bei der Vorbereitung des Forschungsvorhabens fand der BDB besondere Unterstützung durch den

**Arbeitsausschuß Straßenbauerzeugnisse
unter der Obmannschaft von Dipl.-Ing. Unterlechner, Gladbeck**

und durch die vorbereitende Kommission, bestehend aus den Herren:

- Bock,	Dornburg
- Dornbusch,	Köln
- Böcke,	Oberhausen
- Eickschen,	Düsseldorf
- Kronimus jun.,	Iffezheim
- Neck,	Düsseldorf

- | | |
|-----------------|-------------------|
| - Unterlechner, | Gladbeck |
| - Steven, | Herzogenrath |
| - Willeck, | Werdorf b. Asslar |

Bei der Durchführung der Baumaßnahmen zur Erstellung der Teststrecke halfen namentlich die Herren:

- | | |
|--|---------------------------------|
| - Lenz, Bürgermeister der Gemeinde Elbtal | (Genehmigungsverfahren) |
| - Bock, Opper Bau GmbH, Dornburg | (Bauausführung) |
| - Willeck, Hermann Willeck GmbH & Co. KG,
Werdorf b. Asslar | (Koordinierung und Überwachung) |
| - Jost, Hess. Straßenbauamt, Weilburg | (Bauabnahmen) |

Die schallschutztechnischen Messungen wurden unter Leitung von Dipl.-Ing. Pauls, FIGE, Herzogenrath, vorgenommen.

Allen Beteiligten sei für ihre beispielhafte Zusammenarbeit und die effektive Unterstützung des BDB aufrichtig gedankt.

Bonn, den 18. November 1991

**Bundesverband Deutsche Beton-
und Fertigteilindustrie e. V., Bonn**

Pesch