

Grindingtexturierte Waschbetondecken zur dauerhaften Wiederherstellung der Oberflächeneigenschaften

FA 8.219

Forschungsstelle: Villaret Ingenieurgesellschaft mbH, Hoppegarten

Bearbeiter: Villaret, S. / Frohböse, B. / Krause, J.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn

Abschluss: Januar 2016

1 Aufgabenstellung

Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, auf Basis von zwei verschiedenen Oberbetonen eine Erhaltungsmaßnahme mit Grinding im Feldversuch durchzuführen. Hierbei soll neben den Eigenschaften Ebenheit und Griffigkeit gezielt eine Lärminderung angestrebt werden. Die Konzipierung der Oberfläche, die Ausführung der Texturierung und die Ergebnisprüfung sind Bestandteile des Vorhabens, wobei hinsichtlich der Ebenheit und Griffigkeit auf die Kontrollprüfungsergebnisse zurückgegriffen wird. Mit der zielsicheren Herstellung dauerhafter Grindingtexturen kann zukünftig eine Erhaltungsmaßnahme bereitgestellt werden, die über eine lange Restnutzungsdauer im Hinblick auf die Lärminderung, Ebenheit und Griffigkeit die Anforderungen erfüllt.

2 Untersuchungsmethodik

Im ersten Schritt sollte eine laufende Baumaßnahme ausgewählt werden. Nach Möglichkeit waren dabei für die Herstellung des Waschbetons zwei verschiedene Gesteinskornzusammensetzungen (stetige und nicht stetige Sieblinie), jedoch mit gleich bleibenden Gesteinsarten, zu verwenden. Bei der Betonherstellung sollte eine definierte, möglichst dünne Oberflächenmörtelschicht eingestellt werden, damit beim Schleifvorgang die grobe Gesteinskörnung angeschliffen und so deren griffigkeitsrelevante Eigenschaften aktiviert werden konnten. Des Weiteren sollte auf diese Weise der empfindlichere Matrixanteil verringert werden, was eine beständigere Textur sicherstellt.

Vor dem Feldversuch waren geeignete Texturen zu konzipieren. Das Schneidwerkzeug war hinsichtlich der Schleiftiefen, Steg- und Rillenbreiten auf die erforderliche Texturgeometrie anzupassen. Anschließend sollten zielsicher Texturen hergestellt werden, die anhand der zuvor durchgeführten Simulationsrechnungen (zum Beispiel mittels SPERoN®) entsprechende Lärminderungseigenschaften erwarten lassen.

Nach Herstellung der Betondecke sollte diese nach den ermittelten Vorgaben texturiert werden. Dabei waren die Anforderungswerte für die Ebenheit und Griffigkeit nach ZTV Beton-StB 07 für einen Neubau zu erfüllen. Der Nachweis dieser Oberflächeneigenschaften wurde im Rahmen der Kontrollprüfungen außerhalb des Forschungsvorhabens geführt. Die ermittelten Messwerte beziehungsweise Ergebnisse sollten dem Forschungsnehmer zu Vergleichszwecken kostenfrei zur Verfügung gestellt werden.

Die lärmindernde Wirkung war mittels CPX- und SPB-Verfahren messtechnisch zu ermitteln und auszuwerten. Zu-

sätzlich sollte die hergestellte Oberflächentextur mit geeigneten Methoden repräsentativ erfasst werden.

Alle Ergebnisse von kontinuierlichen Messungen sollten streckenbezogen vergleichend betrachtet und bewertet werden.

3 Untersuchungsergebnisse

In Zusammenarbeit mit dem Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein konnte im Rahmen der grundhaften Erneuerung BAB A 23 Hohenfelde – Horst, Richtungsfahrbahn Hamburg von km 34+090 bis km 28+180 ein zwei Kilometer langer Teilbereich für dieses Forschungsvorhaben vorgesehen werden.

Damit wurde es erstmalig in Deutschland möglich, eine neu erbaute Betonfahrbahn auf voller Breite und auf einer bis dahin nicht erreichten Länge mit einer Grindingtextur zu versehen und die Auswirkungen des Grindings auf die Ebenheit, die Griffigkeit und das Lärmverhalten zu untersuchen.

Zum Einsatz kamen ein Oberbeton mit stetiger Sieblinie (0/2 und 2/8) und ein Oberbeton mit nicht stetiger Sieblinie (0/2 und 5/8). Folgende Oberbetone und Texturen kamen zur Anwendung:

- km 34+090 bis km 31+155: Oberbeton 0/2 und 5/8, Waschbeton
- km 31+120 bis km 30+115: Oberbeton 0/2 und 5/8, Grindingtextur
- km 30+115 bis km 29+115: Oberbeton 0/2 und 2/8, Grindingtextur
- km 29+115 bis km 28+180: Oberbeton 0/2 und 5/8, Waschbeton

Die für das Grinding zwischen km 31+120 und km 29+115 zur Ausführung kommenden Oberbetone wurden nicht ausgebürtet, jedoch regelgerecht nachbehandelt.

Im Ergebnis der Erstprüfungen konnte festgestellt werden, dass die eingesetzten Gesteine eine hohe Polierresistenz mit PSV = 56 haben. Die Abwitterung der Betonoberfläche durch den CDF-Test liegt bei < 5 M.-%. Somit sind gute Voraussetzungen für die Beständigkeit der vorgesehenen Grindingtextur gegeben.

Die 28-Tage-Werte der Druck- und Spaltzugfestigkeit aus den Erstprüfungen erfüllen für den Oberbeton mit stetiger Sieblinie (0/2 und 2/8) die Anforderungen an eine Straßenbetonklasse StC 35/45 – 3,3 und für den Oberbeton mit nicht stetiger Sieblinie (0/2 und 5/8) die Anforderungen an eine Straßenbetonklasse StC 35/45 – 3,7.

Im Rahmen des FE 08.0211/2011/OGB wurden in Laborversuchen Platten aus unterschiedlichen Betonen hergestellt und mit Grindingtexturen unterschiedlicher Abmessungen versehen.

Die Laboruntersuchungen zeigten, dass Texturen mit geringeren Stegbreiten, erzeugt mit schmalen Distanzscheiben zwischen den Segmenten der Schleifscheiben, einen positiven

Einfluss auf das Lärmverhalten bei hohen Griffigkeitswerten haben.

Zum Zeitpunkt der Grindingmaßnahme auf der A 23 lagen keine weiteren Erfahrungen aus der Praxis mit feineren Texturen vor, die belegen können, dass Stegbreiten < 2 mm nicht dazu führen, die Griffigkeit der Fahrbahnoberfläche zu beeinträchtigen.

Für den Einsatz auf der A 23 wurde deshalb eine Kombination aus den mittels Simulation mit SPERoN® erzeugten Texturen mit folgenden Parametern gewählt:

- Die Segmentbreite beträgt 2,8 mm, damit wird eine Rillenbreite von 2,8 mm erzeugt.
- Der Segmentabstand beträgt 2,2 mm für eine Stegbreite von 2,2 mm.
- Die Rillentiefe sollte ~ 1 mm betragen. Sie ergibt sich aus dem Maß zwischen Rillenboden und Stegoberfläche.

Unabhängig von der für das Anschleifen der groben Gesteinskörnung notwendigen Grindingtiefe wird durch das Wegbrechen der Stege die Rillentiefe ohnehin nicht größer als ~ 1 mm betragen. Eine aktive Einflussnahme auf die Rillentiefe wird nur bei größeren Segmentabständen möglich sein, da mit zunehmender Stegbreite das Wegbrechen verhindert wird.

Die Texturierung der Fahrbahn erfolgte im Modus Ebenheitsgrinding. Im Unterschied zum Konstantabtrag wird hier die gezielte Beseitigung von Unebenheiten in der Fahrbahn beabsichtigt. Fahrkomfort und Nutzungsdauer einer Fahrbahn werden hierdurch entscheidend verbessert.

3.1 Ebenheitsmessung

Für die Bewertung der Ebenheit der mit Grindingtextur versehenen Abschnitte ist das nach dem Verfahren der Mehrfachabtastung mittels Laser-Abstands-Sensoren erzeugte Höhenlängsprofil nicht geeignet.

Die gerichtete Textur der Grindingoberfläche führt dabei zu einem enormen Aufschaukeln der Werte im Höhenlängsprofil. Die statistischen Kennwerte bestätigen die enormen Schwankungen der Messwerte der Ebenheit in den beiden Grindingabschnitten (Tabelle 1).

Tabelle 1: Statistische Kennwerte der Ebenheit

Ebenheit	OB 5/8, WB	OB 5/8, GR	OB 2/8, GR	OB 5/8, WB
Mittelwert [mm]	-8,83	0,60	2,62	0,79
Standardabweichung [mm]	19,33	36,73	43,62	3,19
Variationskoeffizient [%]	-218,88	6 106,55	1 665,61	402,30

Messergebnisse aus weiteren Prüfungen lagen nicht vor.

3.2 Griffigkeitsmessung

In beiden Messfahrten nach TP Griff-StB 07 (SKM) wurden Mittelwerte des Seitenkraftbeiwerts von $\geq 0,65$ festgestellt; sie liegen deutlich über den Werten der sich an die Grindingstrecke davor und dahinter anschließenden Waschbetonoberfläche. Die Kontrollprüfung wurde damit in Bezug auf die Grenzwerttoleranzen bei Abnahme bestanden.

Signifikante Unterschiede in den Messergebnissen innerhalb der Grindingstrecke zwischen den verwendeten Oberbetonen sind hier nicht erkennbar. Dennoch deuten die statistischen Kennwerte darauf hin, dass sich beim Oberbeton mit stetiger Sieblinie ein einheitlicheres Bild der Griffigkeitswerte ergibt (Tabelle 2).

Tabelle 2: Statistische Kennwerte der Griffigkeit

Griffigkeit	OB 5/8, WB	OB 5/8, GR	OB 2/8, GR	OB 5/8, WB
Mittelwert [mm]	0,53	0,75	0,77	0,46
Standardabweichung [mm]	0,05	0,05	0,02	0,08
Variationskoeffizient [%]	10,32	6,12	2,69	17,98

3.3 CPX-Messungen

Ergebnisse der Nahfeldmessung nach ISO/DIS 11819-2 liegen nur für den Abschnitt mit Ausfallkörnung zwischen km 31+100 – 30+115 und nur für den Reifen P1 vor und sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Ergebnisse der CPX-Messungen

CPX-Pegel	Oberbeton 5/8, km 31+120 bis km 30+115	Oberbeton 2/8, km 30+115 bis km 29+115
CPXP [dB(A)]	96,1	-
S _{CPXP} [dB(A)]	0,1	-
CPXH [dB(A)]	97,5	-
S _{CPXH} [dB(A)]	0,2	-
CPXI [dB(A)]	96,8	-

Für die Bewertung der CPX-Messungen ist ein Vergleichswert nach Stöckert für Betonoberflächen mit Stahlbesenstruktur in Querrichtung herangezogen worden. Dieser Vergleichswert liegt bei 102,2 dB(A).

Mit der Grindingtextur der Betondecke konnte auf diesem Abschnitt somit im Mittel eine Lärminderung für den Reifen P1 von ~ 6 dB(A) gegenüber dem Vergleichswert erreicht werden. Die Standardabweichung ist mit 0,1 dB(A) sehr gering, sodass der Streckenabschnitt als homogen bezeichnet werden kann.

3.4 SPB-Messungen

Für die SPB-Messungen (Statistische Vorbeifahrtmethode) nach DIN EN ISO 11819-1 und GESTRO-92 konnten auf der Grindingstrecke wegen der schwierigen Geländelage (Damm-lage, Bewuchs und fehlende Zuwegungen) nur zwei Messstel-

len ausgewählt werden, die als nicht optimal bezeichnet werden müssen.

Die korrigierten mittleren Pegel L' für Pkw bei 120 km/h und für Lkw bei 80 km/h sind für die Grindingoberfläche in Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 4: Ergebnisse der SPB-Messungen

SPB-Pegel	OB 5/8, WB	OB 5/8, GR	OB 2/8, GR	OB 5/8, WB
L' Pkw [dB(A)]	84,0	83,3	83,3	83,5
L' Lkw [dB(A)]	-	88,5	88,6	89,2

Die Vergleichsmessungen auf den sich davor und danach anschließenden Waschbetonabschnitten erfolgten auf ebenem Gelände ohne Dammlage. Die Ergebnisse enthält ebenfalls Tabelle 4.

Gegenüber dem in ARS 5/2006 und ARS 3/2009 festgelegten SPB-Referenzwert von 85,2 dB(A) für Pkw auf bis zu drei Jahre altem nicht geriffeltem Gussasphalt bei 120 km/h konnte auf der Grindingoberfläche eine Lärminderung von 2 dB(A) erreicht werden.

3.5 Oberflächentextur

In Bezug auf eine anforderungsgerechte Griffigkeit und die erreichten Griffigkeitwerte kann die erzielte Texturtiefe in beiden Oberbetonabschnitten mit Grindingtextur als gut bewertet werden.

Im Abschnitt mit stetiger Sieblinie scheint die Textur hinsichtlich der Texturtiefe homogener zu sein, da Standardabweichung und Variationskoeffizient geringer sind als beim Abschnitt mit Ausfallkörnung (Tabelle 5).

Tabelle 5: Statistische Kennwerte der Oberflächentextur

Oberflächentextur	OB 5/8, WB	OB 5/8, GR	OB 2/8, GR	OB 5/8, WB
Mittelwert [mm]	0,75	0,80	0,82	-
Standardabweichung [mm]	0,11	0,08	0,06	-
Variationskoeffizient [%]	14,64	9,65	7,77	-

4 Folgerungen für die Praxis

Zusammenfassend kann für die durchgeführte Grindingmaßnahme festgestellt werden:

- Die Griffigkeitwerte der Grindingabschnitte liegen deutlich über den Werten auf der sich anschließenden Waschbetonoberfläche und liegen deutlich über dem Sollwert bei Abnahme.
- Die für die Auswertung vorliegenden Ergebnisse der CPX-Messungen liegen mit 6 dB(A) unter dem Vergleichswert nach Stöckert.
- Nach dem SPB-Verfahren konnte trotz der nicht anforderungsgerechten Standortvoraussetzungen der Messungen eine Lärminderung von 2 dB(A) gegenüber

dem in ARS 5/2006 und ARS 3/2009 festgelegten SPB-Referenzwert erreicht werden.

- Die repräsentativ erfasste Texturtiefe ist in Bezug auf eine anforderungsgerechte Griffigkeit und auf die erzielte Lärminderung als gut zu bewerten.
- Das nach dem Verfahren der Mehrfachabtastung mittels Laser-Abstands-Sensoren erzeugte Höhenlängsprofil ist für die Beurteilung der Längsebenheit einer Grindingtextur nicht geeignet.
- Der Einsatz eines Oberbetons mit stetiger Sieblinie führt durch den Grindingprozess zu einem einheitlicheren Niveau der Griffigkeit und Texturtiefe als ein Oberbeton mit Ausfallkörnung.

Für eine bleibend hohe Griffigkeit der gegrindeten Betondecke sowie die konstante Lärminderung ist die Dauerhaftigkeit der Grindingtextur von entscheidender Bedeutung.

Bisher liegen zur zeitlichen Entwicklung von Grindingtexturen hinsichtlich der Einflüsse aus Verkehr und Witterung nur wenige langfristige Erkenntnisse vor.

Es sollte deshalb die Chance genutzt werden, die auf diesem Streckenabschnitt der A 23 aufgebrachte Grindingtextur langfristig in festzulegenden Intervallen auf ihr Griffigkeits-, Ebenheits- und Lärmverhalten sowie auf die Entwicklung der Texturtiefe zu überprüfen.

5 Literatur

[FE 08.0211/2011/OGB] Villaret, Alber, Beckenbauer, Frohböse, Skarabis: Akustische Optimierung von Betonoberflächen mit verbesserten Grinding-Verfahren

[STÖCKERT] Stöckert, U.; Wieland M.; Kley A.: "Waschbeton – Lärmtechnische Verbesserung?", Straße und Autobahn, März 2011

6 Verwendete Regelwerke

[ARS 5/2006] Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 5/2006 vom 17.02.2006 (S 13/7144.4/ 01, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) zu Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen – RLS-90 ; mit Anlage: Statuspapier Deckschichten aus Waschbeton der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) vom 03.11.2003

[ARS 3/2009] Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 3/2009 vom 31.03.2009 (S 13/7144.2/02-09/ 1005908, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) zu "Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen RLS-90" und Fahrbahnoberflächen-Korrekturwerte D_{Stro} für offenporige Asphalte; mit Anlage: Statuspapier Offenporige Asphaltdeckschichten (OPA) vom 10.02.2009

[ISO/DIS 11819-2] Acoustics – Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise – Part 2: The close-proximity method. Norm-Entwurf vom 30.08.2012

[DIN EN ISO 11819-1] Akustik-Messung des Einflusses von Straßenoberflächen auf Verkehrsgeräusche – Teil 1: Statistisches Vorbeifahrtverfahren (ISO 11819-1:1997); Deutsche Fassung EN ISO 11819-1:2001

- [GEGStO-92] Verfahren zur Messung der Geräuschemission von Straßenoberflächen (GEGStO), herausgegeben durch den Bundesminister für Verkehr, Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 16/1992, Bonn, 1992
- [TP Griff-StB 07 (SKM)] Technische Prüfvorschriften für Griffigkeitsmessungen im Straßenbau, Teil: Seitenkraftmessverfahren (SKM), Ausgabe 2007, FGSV, Köln
- [ZTV Beton-StB 07] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton, Ausgabe 2007, FGSV, Köln