

Einfluss des Sandes auf die Griffigkeit von Betonfahrbahnen

FA 8.164

Forschungsstelle: Technische Universität Berlin, Institut für Bauingenieurwesen, Fachgebiet Straßenwesen
(Prof. Dr. sc. techn. ETH S. Huschek)

Bearbeiter: Böhnisch, S.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen

Abschluss: Juli 2003

1. Aufgabenstellung

Die Eigenschaften der Mineralstoffe, insbesondere aber die Polierresistenz des Sandes des Oberflächenmörtels, haben einen wesentlichen Einfluss auf die Griffigkeit von Betonfahrbahnen. Die Polierresistenz des Sandes wird mit dem Polierversuch nach Wehner/Schulze bestimmt. Zunächst sollte geklärt werden wodurch die Polierresistenz des Sandes bedingt ist (Kornform, Gehalt an Calciumcarbonat). Des Weiteren galt es zu prüfen, in welchem Ausmaß sich die Polierresistenz des Sandes auf die Griffigkeitsentwicklung von Betonfahrbahnen auswirkt. Eigentliches Ziel der Forschungsarbeit waren neue Erkenntnisse hinsichtlich der erforderlichen Polierresistenz bzw. der petrografischen Zusammensetzung der im Beton üblichen Natursande, um die neuen Griffigkeitsanforderungen gemäß ZTV Beton-StB 01 zu garantieren.

2. Untersuchungsmethodik

In die Untersuchung wurden sechs Betonstraßenbaustellen einbezogen. Von diesen Baustellen sind jeweils Zementmörtelproben entnommen und wie folgt untersucht worden:

- Bestimmung der Schichtdicke des Zementmörtels,
- Analyse der Zementmörtelzusammensetzung: Sieblinie, Wassergehalt, Zementgehalt, Luftporengehalt,
- Bestimmung der Mörtelfestigkeit,
- Prüfung der Zementmörteloberfläche hinsichtlich Texturtiefe, mikroskopische Betrachtung mit dem Rasterelektronenmikroskop, Polierresistenz.

Das Untersuchungskollektiv der Sande bestand aus den Sanden der sechs Baustellen und ist um weitere 11 Sande erweitert worden mit dem Ziel, eine möglichst große Spreizung der Ergebnisse zu bekommen. Die Sande sind wie folgt untersucht worden:

- Sieblinie,
- Kornform und Oberflächenbeschaffenheit mit dem REM,
- Bestimmung der Fließzahl,
- Polierresistenz (PWS),
- Gehalt an Calciumcarbonat,
- Petrografische Zusammensetzung.

Die wichtigste Untersuchungsmethode im Rahmen dieser Forschungsarbeit war die Verkehrssimulation nach Wehner/Schulze. Sie wurde nicht nur für die Bestimmung der Polierresistenz der Sande benutzt, sondern auch zur Untersuchung der Griffigkeitsentwicklung der Oberflächen aus Zementmörtel (von der Baustelle entnommenen bzw. im Labor hergestellt).

Schließlich sind mit dieser Methode auch die Oberflächen der von den Baustellen entnommenen Bohrkerngeprüft worden.

3. Ergebnisse

- 1) Die Polierresistenz des Sandes ist der wesentliche Einflussfaktor hinsichtlich der Griffigkeitsentwicklung von Betonfahrbahnen. Wenn die Polierresistenz auch von der Kornform, der Oberflächenbeschaffenheit und dem Gehalt an Calciumcarbonat abhängt, so ist es doch nicht möglich die Polierresistenz aus diesen Eigenschaften abzuleiten, da ein brauchbarer Zusammenhang im Rahmen dieser Untersuchung nicht nachgewiesen werden konnte. Die Polierresistenz ist somit eine originäre Eigenschaft und muss durch ein geeignetes Verfahren z. B. mit dem Verfahren nach Wehner/Schulze geprüft und bewertet werden.
- 2) Zwischen der Polierresistenz des Sandes, ausgedrückt durch den PWS-Wert und der des Zementmörtels (bestehend aus Zementstein und Sand) besteht sowohl für den PWS [1]-Wert als auch für den PWS [3]-Wert eine ausgezeichnete Korrelation (siehe Bilder 1 und 2). Die Absolutwerte sind für den Sand deutlich höher als für den Zementmörtel, was darauf hindeutet, dass der Zementstein (ohne Sand) offensichtlich der "schwächere Partner" ist. Die Polierresistenz des Sandes dominiert im Gemisch und ist deshalb für die mittel- bis längerfristige Griffigkeitsentwicklung unter Verkehr maßgebend.

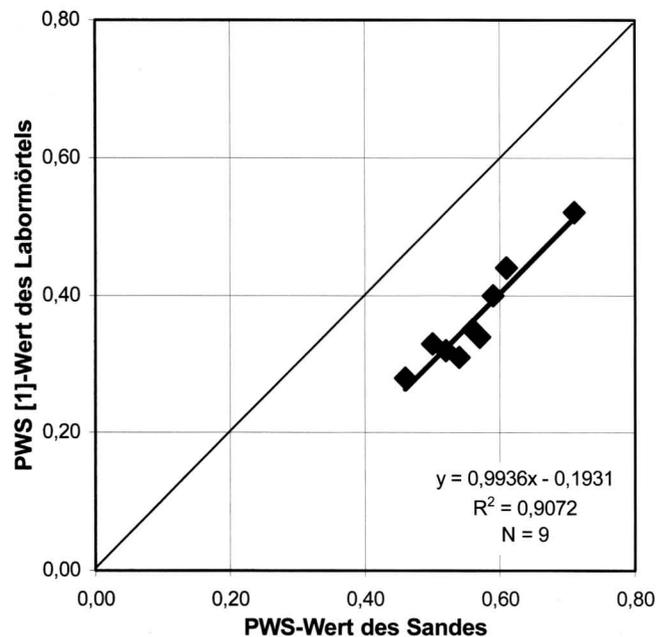


Bild 1: PWS [1]-Wert des Labormörtels in Abhängigkeit vom PWS-Wert des Sandes

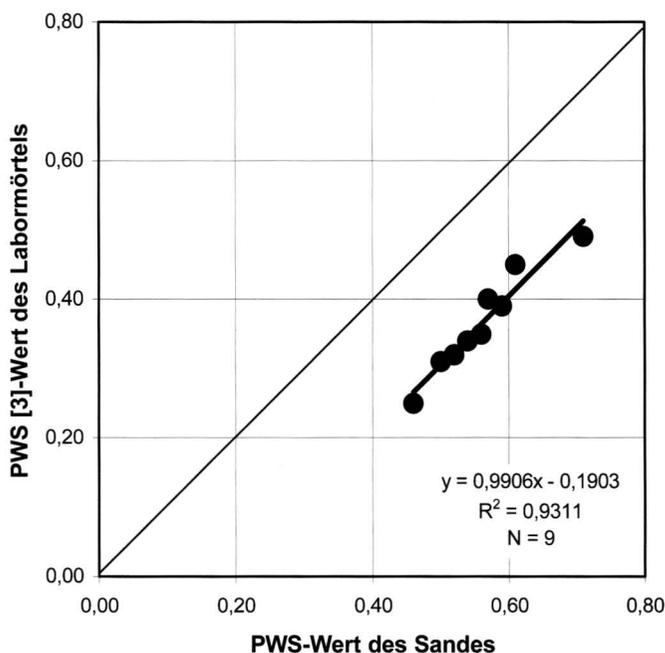


Bild 2: PWS [3]-Wert des Labormörtels in Abhängigkeit vom PWS-Wert des Sandes

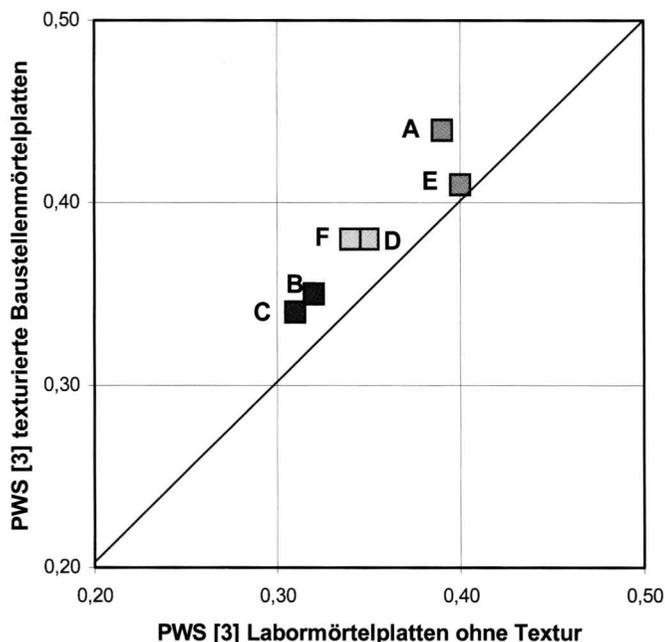


Bild 3: Vergleich von PWS [3]-Werten der Zementmörtelplatten ohne Textur (mit Lineal abgezogen) mit den texturierten Zementmörtelplatten

- 3) Im unbeanspruchten bis wenig beanspruchten Zustand ist im Fall der texturierten Zementmörteloberfläche die Griffigkeit in hohem Maße durch die eingeprägte Makrotextur bedingt. Die Polierresistenz des Sandes ist in diesem Zustand nur von geringem Einfluss.
- 4) Die Makrotextur ist nur von beschränkter Dauer. Je nach Mörtelfestigkeit und Verkehrsbeanspruchung kann sie nach schätzungsweise 2 bis 4 Jahren weitgehend eingeebnet sein. Dann ist die Griffigkeit überwiegend durch die Mikrotextur des Zementmörtels, d. h. durch die Polierresistenz des Sandes, bedingt. Dies bedeutet, dass die Griffigkeit einer Betonfahrbahn am Ende der Gewährleistung (4 bis 5 Jahre Verkehrsbeanspruchung) in erster Linie durch eine entsprechend hohe Polierresistenz des Sandes angestrebt werden muss. Eine möglichst hohe Verschleißfestigkeit des Zementmörtels wäre dabei von großem Vorteil. Die heute üblichen Mörtelfestigkeiten reichen aber für einen dauerhaften Bestand der Makrotextur nicht aus, was auch aus der deutlichen Abnahme der mittleren Texturtiefe infolge Verkehrssimulation im Rahmen dieser Arbeit sichtbar wird.
- 5) Wie zu erwarten, liegt der W/Z-Wert im Zementmörtel, wie er sich auf der frischen Betonfahrbahnoberfläche bildet, deutlich höher als im Beton. Bei den Laborversuchen hat ein zunehmender W/Z-Wert im Zementmörtel das Griffigkeitsverhalten unter der Verkehrssimulation günstig beeinflusst. Des weiteren ist auch der Einfluss der Fließmittelmenge auf die Griffigkeitsentwicklung unter Verkehrssimulation geprüft worden mit dem Ergebnis, dass mit zunehmendem Gehalt an Fließmittel die Anfangsgriffigkeit beeinträchtigt werden kann. Beide Einflüsse auf die Griffigkeitsentwicklung, konnten zunächst nur im Labor nachgewiesen werden.

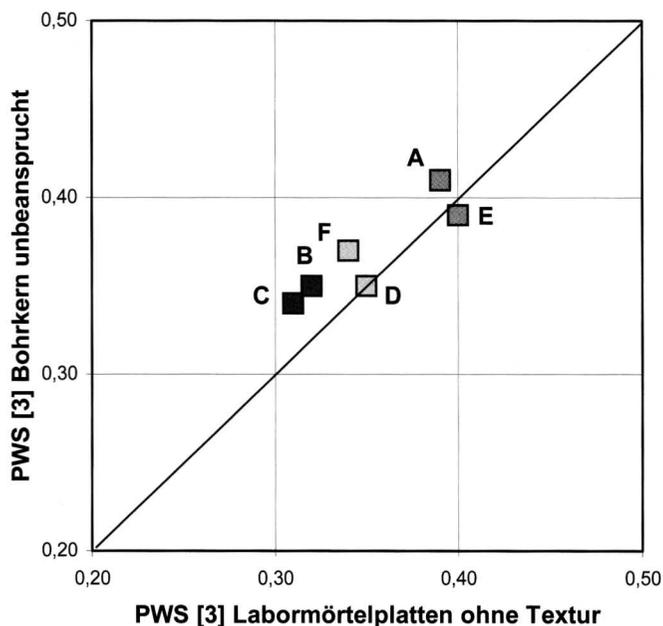


Bild 4: Vergleich von PWS [3]-Werten der Labormörtelplatten ohne Textur (mit Lineal abgezogen) mit den unbeanspruchten Bohrkernoberflächen

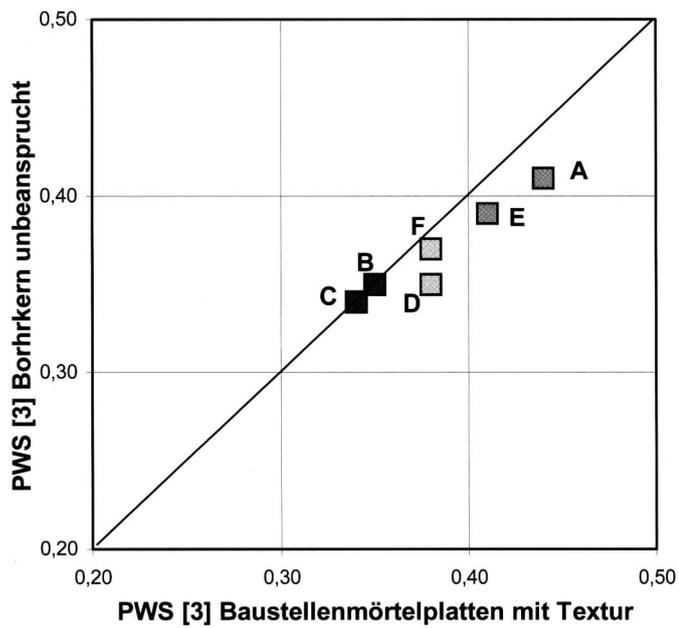


Bild 5: Vergleich von PWS [3]-Werten der Zementmörtelplatten mit Textur und den unbeanspruchten Bohrkernoberflächen

- 6) Es ist gelungen, die auf der Baustelle erzeugten Oberflächentexturen im Labor von Hand recht gut zu imitieren und zwar sowohl hinsichtlich der mittleren Texturtiefe als auch bezüglich der Griffigkeitsentwicklung bei der Verkehrssimulation (siehe Bilder 3 bis 6).
- 7) Im Hinblick auf die Griffigkeitsanforderungen am Ende der Gewährleistung gemäß ZTV Beton-StB 01 kann im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nur grob geschätzt werden. Es waren keine Griffigkeitsmessungen mit der SCRIM vorgesehen und zudem war das Untersuchungskollektiv mit nur 6 Baustellen eindeutig zu gering. Die Abschätzung führt zu einer erforderlichen Polierresistenz des Sandes (siehe Bild 6) von mindestens PWS = 0,56–0,58. Damit ist der im "Merkblatt für die Herstellung von Oberflächentexturen auf Fahrbahndecken aus Beton" empfohlene PWS-Wert von $\geq 0,55$ eher als die unterste Grenze einer Mindestanforderung zu betrachten. Die Empfehlung eines PWS-Wertes $\geq 0,55$ ist seinerzeit weitgehend aus der Häufigkeitsverteilung der vorliegenden Prüfergebnisse, also aus der allgemeinen Verfügbarkeit der Sande abgeleitet worden. Neue, verbindliche Anforderungen an die Polierresistenz des Sandes können nur auf der Basis eines hinreichenden Untersuchungskollektives und entsprechender SCRIM-Messungen festgelegt werden.

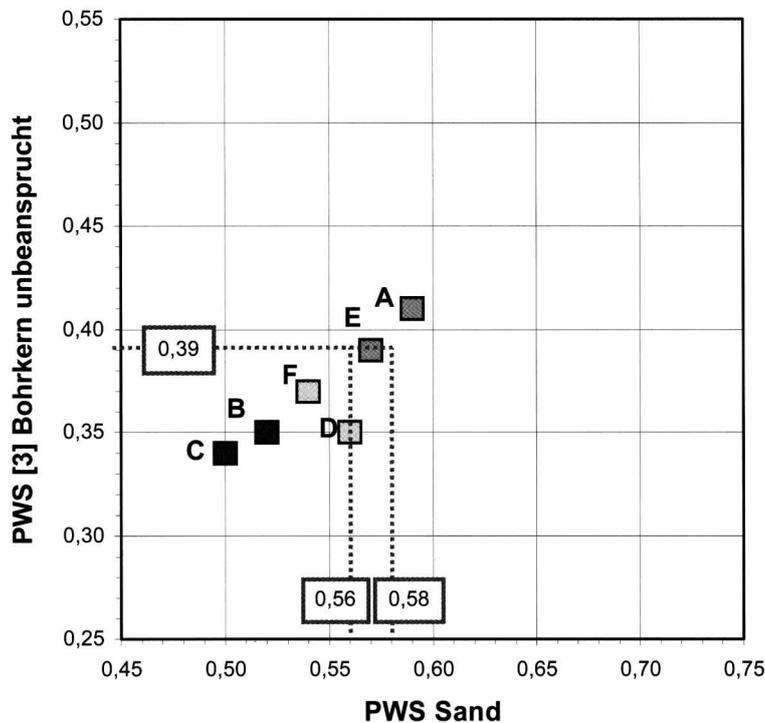


Bild 6: Zusammenhang zwischen der Polierresistenz des Sandes (PWS Sand) und dem PWS [3]-Wert von unbeanspruchten Bohrkernoberflächen