

Entwicklung der Griffigkeit
ausgewählter Beobachtungsstrecken in Abhängigkeit von der Zeit

Wege zur Griffigkeitsprognose

Jutta Borek und Volker Rauschenbach, Dresden

Die Griffigkeit von Fahrbahnoberflächen beeinflusst wesentlich die Verkehrssicherheit. Im Bauvertrag werden entsprechende Grenzwerte zur Beurteilung der Deckschichten bezüglich des Seitenkraftmessverfahrens (SKM) angegeben. Gegenwärtig ist es jedoch nicht möglich, die Entwicklung der Griffigkeit eines konzipierten Asphaltmischgutes bereits im Rahmen der Erstprüfungen zu prognostizieren. Das stellt ein Risiko für die Vertragspartner dar. In diesem Forschungsvorhaben wird untersucht, ob bzw. inwieweit sich die Griffigkeitsentwicklung einer Versuchsstrecke mit realistischer Verkehrsbelastung der Bauklasse II eines Straßenabschnittes der B 186 durch das Laborprüfgerät Wehner/Schulze (PWS) und das Polier- und Griffigkeitsmessgerät (PGM) abbilden lässt.

Die Ergebnisse zeigen, dass eine grobe Abschätzung des sich im Beobachtungszeitraum von bisher ca. drei Jahren einstellende SKM-Griffigkeitsniveau durch das PWS-Verfahren möglich ist.

In Deutschland kommt zur Beschreibung des Griffigkeitszustandes der Fahrbahnoberfläche bei Nässe im Rahmen von Bauverträgen das Seitenkraftmessverfahren (SKM) zum Einsatz. In den ZTV Asphalt-StB 07 sind dafür Grenzwerte zum Zeitpunkt der Abnahme und für den Zeitraum bis zum Ablauf der Verjährungsfrist für Mängelansprüche festgelegt. Gegenwärtig ist es jedoch nicht möglich, die Entwicklung der Griffigkeit zu prognostizieren.

Aus diesem Grunde wurde ein Forschungsvorhaben mit dem Titel „Griffigkeit ausge-

wählter Versuchsstrecken im Land Sachsen in Abhängigkeit von der Zeit“ vom Deutschen Asphaltinstitut initiiert und mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. unter der Nummer 14937 BR/1 gefördert.

Aufgabe des Forschungsvorhabens ist es, zu untersuchen, inwieweit bzw. ob sich die Entwicklung der Griffigkeit von Asphaltdeckschichten mit Hilfe des Laborprüfgerätes Wehner/Schulze (PWS) und dem Polier- und Griffigkeitsmessgerät (PGM) bereits im Rahmen von Erstprüfungen vorhersagen lässt.

Dazu wird die zeitabhängige Griffigkeitsentwicklung von Asphaltdeckschichten aus Splittmastixasphalt und Asphaltbeton mit

Rechnen Sie noch oder sparen Sie schon?

Realisieren Sie höhere RC-Zugabemengen an Ihrer Asphalt-Mischanlage durch klassifiziertes Material mit geringen Feinanteilen.



BENNINGHOVEN

Mit der Kompetenz von Heute
auch morgen Ihr Partner!



BENNINGHOVEN RECYCLING GRANULATOR

ERNE SENDEN WIR IHNEN AUSFÜHRLICHES
FORMATIONSMATERIAL ZU.

- | | |
|-------------|-------------|
| ⊗ Mülheim | ⊗ Moskau |
| ⊗ Paderborn | ⊗ Wetzlar |
| ⊗ Rostock | ⊗ Tübingen |
| ⊗ Berlin | ⊗ Ulm |
| ⊗ Wiesbaden | ⊗ Sofia |
| ⊗ Graz | ⊗ Amsterdam |

BENNINGHOVEN GmbH & Co. KG

Industriegebiet - D-54486 Mülheim/Mosel

Telefon 49 (0)6534 - 13 00 - Fax 49 (0)6534 - 09 70

Info@benninghoven.com

www.benninghoven.com

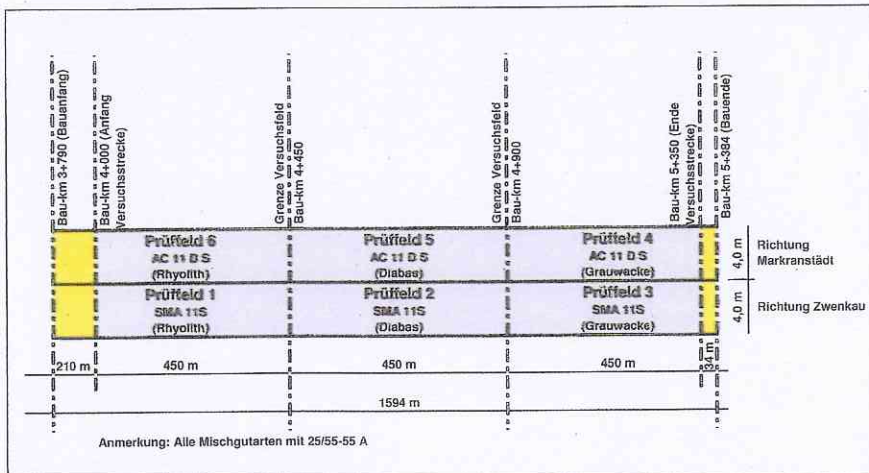


Abbildung 1: Einteilung der Prüffelder

jeweils drei verschiedenen typischen sächsischen Gesteinsarten unter realistischer Verkehrsbelastung einer Bundesstraße mit einer Verkehrslast der Bauklasse II im Rahmen halbjährlich stattfindender Messkampagnen durch die Feldprüfverfahren Seitenkraftmessverfahren (SKM) sowie SRT-Pendel (SRT), Ausflussmesser (AM) und Sandfleckmethode (SF) erfasst. Gleichzeitig wird an entnommenen Bohrkernen der jeweilige Griffigkeitszustand durch die Laborprüfverfahren PWS und PGM festgestellt. Die Auswertung der Zusammenhänge zwischen den Labor- und Feldprüfverfahren erfolgt unter statistischen Gesichtspunkten. Dabei ist aus bauvertraglicher Sicht der Zusammenhang zwischen dem Seitenkraftmessverfahren SKM und den Laborprüfverfahren PWS und PGM von besonderem Interesse.

Einleitung und Problemstellung

Gegenwärtig ist es nicht möglich, die Griffigkeitsentwicklung von Asphaltdeckschichten für den Gewährleistungs- und Nutzungszeit-

raum zu prognostizieren. Das stellt sowohl für die Mischgut herstellende bzw. verarbeitende Industrie als auch für den Straßenbaulasträger eine unbefriedigende Situation dar. Mit den Untersuchungen wird das Ziel verfolgt, die zukünftige Griffigkeitsentwicklung bereits im Rahmen von Erstprüfungen an im Labor hergestellten Probekörpern zu beurteilen. Dafür sind praxisverwertbare Zusammenhänge zwischen den vertragsrelevanten SKM-Werten (Abnahme- und Gewährleistungswert) und geeigneten Prognoseverfahren erforderlich.

Lösungsweg

In Abbildung 1 wird der ca. 1.600 m lange Bauabschnitt auf der B 186 mit der Versuchsstrecke schematisch dargestellt. Die Fertigstellung des Asphaltoberbaus auf der Versuchsstrecke erfolgte im Oktober 2007. Nach Messungen des Straßenbauamtes Leipzig ist der Straßenabschnitt der Bauklasse II zuzuordnen.

Die Strecke wurde je Fahrtrichtung in drei Prüffelder von 450 m Länge eingeteilt. In

Fahrtrichtung Zwenkau wurde der Splittmastixasphalt 11 S (Prüffelder 1, 2 und 3), in Fahrtrichtung Markranstädt der AC 11 D S (Prüffelder 4, 5, und 6) mit den jeweils drei sächsischen Gesteinsarten Rhyolith, Diabas und Grauwacke eingebaut. Als Bindemittel wurde ein 25/55-55 A verwendet. Innerhalb jedes Prüffeldes wurden die einzelnen Messstellen entsprechend der Abbildung 2 angeordnet. Jeweils zwei Bohrkern wurden für die Laboruntersuchungen mit dem PWS bzw. PGM aus der linken Rollspur entnommen, um Fehlmessungen durch Unebenheiten mit dem SKM weitgehend auszuschließen. Die Feldprüfungen wurden in der rechten Rollspur durchgeführt. Mit einer Prüfgeschwindigkeit von 60 km/h erfolgte die Griffigkeitsmessung mit dem SKM. Die übrigen Feldprüfverfahren SRT-Pendel, Ausflussmessung und Sandfleckmethode dienen der zusätzlichen Beschreibung des Griffigkeitszustandes der Fahrbahnoberfläche. Für die Auswertung der Griffigkeitsmessungen mit dem SKM werden 20-m-Werte herangezogen, da bei den 1-m-Werten die Streuungen zu groß (siehe auch [6]) und die üblicher Weise vereinbarten 100-m-Werte durch die Mittelwertbildung zu ungenau sind. Die 20-m-Werte können somit dem Bereich der Bohrkernentnahme in jedem Prüffeld entsprechend der Abbildung 2 eindeutig zugeordnet werden.

Im Folgenden werden die Labor- und Feldprüfverfahren beschrieben, die im Rahmen des Forschungsprojektes zum Einsatz kamen.

Aus physikalischer Sicht sind korrelative Beziehungen zwischen den Laborprüfverfahren PWS und PGM und dem Feldprüfverfahren SKM zu erwarten, da ähnliche Griffigkeitseigenschaften der Asphaltoberfläche angesprochen werden. Auf angrenzender Oberfläche wird bei den Laborprüfverfahren PWS und PGM ein Bremschlupf durch ein blockiertes, rutschendes Rad und beim Feldprüfverfahren SKM ein Seitenschlupf durch ein schräg gestelltes abrollendes Messrad aktiviert.

Prüfverfahren

Prüfverfahren Wehner/Schulze (PWS)

Die Prüfanlage nach Wehner/Schulze simuliert den Verzögerungsablauf eines Kraftfahrzeuges, das auf nasser Fahrbahn nach schlagartigem Blockieren der Räder bis zum Stillstand abgebremst wird. Die Prüfung erfolgt entweder an Laborprobekörpern oder an Bohrkernen mit einem Durchmesser von 225 mm aus der vorhandenen Fahrbahndeckschicht. Durch das Prüfverfahren wird diskontinuierlich das jeweilige Griffigkeits-

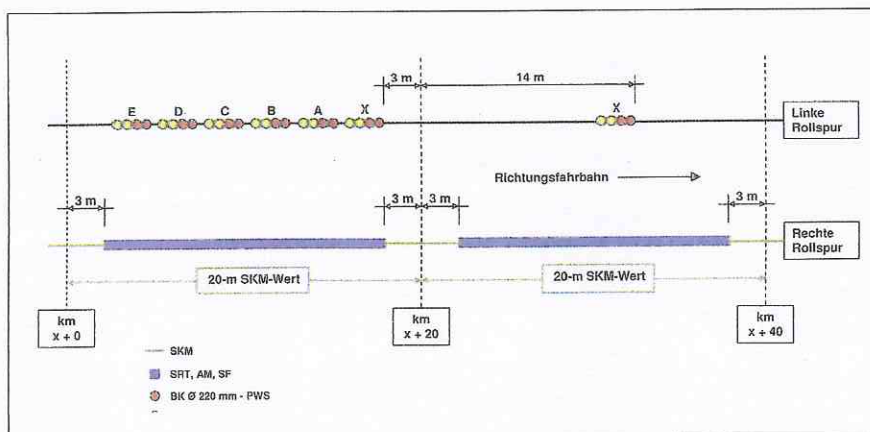


Abbildung 2: Anordnung der Messstellen und Bohrkernentnahmen je Prüffeld

niveau zu bestimmten Zeitpunkten der Beanspruchung ermittelt.

Beim Prüfvorgang wird über die gemessene Reibungskraft der Reibwert, auch Gleitwert oder PWS-Wert genannt, auf nasser Prüfoberfläche bei 60 km/h bestimmt. Dabei wird die Prüfspindel (Bild 1) zunächst langsam auf eine Umlaufgeschwindigkeit von 100 km/h beschleunigt. Die Messgummis werden unter ständiger Wasserzufuhr auf die Probenoberfläche aufgesetzt und durch die Oberflächenrauheit bis zum Stillstand abgebremst.

Beim Poliervorgang wird eine Verkehrsbelastung auf der Probenoberfläche simuliert, die durch die Anzahl der Überrollungen in der Höhe variiert werden kann. Dabei verhalten sich die drei umlaufenden, konischen Polierrollen (Bild 2) wie nicht angetriebene Räder, denen ein leichter Bremsschlupf aufgeprägt ist.

Polier- und Griffigkeitsmessgerät (PGM)
Das Polier- und Griffigkeitsmessgerät (PGM) ist nach entsprechenden Weiterentwicklungen geeignet, auch die Griffigkeitsentwicklung von Asphalt- und Betondeckschichten an der Oberfläche von Laborprobekörpern oder Bohrkernen (aus Deck-

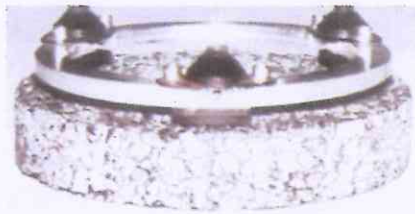


Bild 1: PWS-Prüfspindel mit Messgummis [1]

schichten einer Straße) mit einem Mindestdurchmesser von 120 mm zu beschreiben. Der Messvorgang erfolgt bei einer stationären Position des rotierenden Messsystems über dem Probekörper. Rotierende Gummipnappen werden mit einer Drehzahl von 800 U/min unter Wasserzufuhr auf die Probenoberfläche aufgesetzt. Dadurch wird ein blockierter und rutschender Fahrzeugreifen simuliert.

Die beim Rutschen übertragene Kraft wird gemessen, in ein Drehmoment umgerechnet und daraus der Reibungsbeiwert μ ermittelt. Der Poliervorgang wird an einer durch Sandstrahlen vorbehandelten Probenoberfläche durchgeführt. Dabei befindet sich der Polierteller nicht stationär über der Probe, sondern bewegt sich horizontal in einer Pendel-



Bild 2: PWS-Polierkopf mit Polierrollen

bewegung über die Probenoberfläche. Das Polieren, das in der Praxis durch den Schlupf eines Autoreifens verursacht wird, wird im Versuch durch die Bewegung der Poliergummis auf der Probe simuliert.

In den Poliergummis selbst ist ein Quarzsand eingemischt, der durch die Reibung auf der Probenoberfläche freigelegt wird und damit als Schleifmittel dient.

Das Versuchsprinzip des Polier- und Griffigkeitsmessgerätes ist in Abbildung 3 dargestellt.

Seitenkraftmessverfahren (SKM)

Das SKM basiert auf dem Messprinzip des schräg gestellten, unter Seitenschlupf abrollenden Messrades. Mit einem profillosen Messreifen, der in der Radspur zwischen



SüBit®

gebrauchsfertige, modifizierte Bitumen

- temperaturabgesenkte Bauweise
- Walz- und Gussasphalte
- für hochstandfeste Asphalte
- farbige Asphalte



GKG
MINERALOEL HANDEL

- Straßenbaubitumen • Oxydationsbitumen
- SüBit VR • SüBit GA • SüBit PmB-NT • SüBit Color

GKG MINERALOEL HANDEL GMBH & CO. KG
LIEBKNECHTSTRASSE 50 • 70565 STUTTGART (VAIHINGEN)
TEL.: 0711 / 7868-370 • FAX: 0711 / 7868-244 • www.gkg-oel.de/bitumen

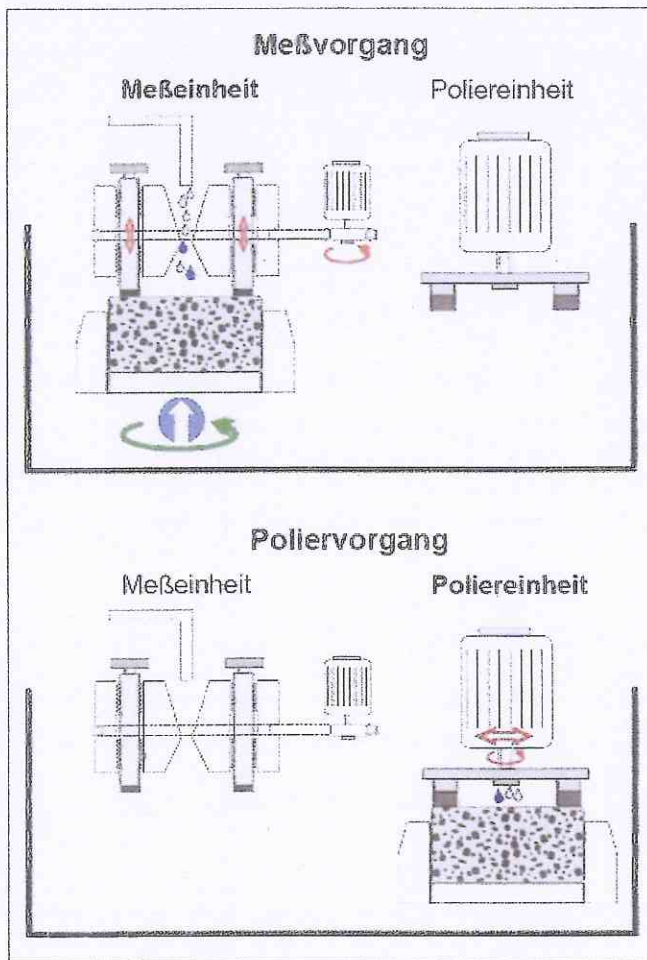


Abbildung 3: PGM-Versuchsprinzip [2]

Vorder- und Hinterachse eines Lkw unter einem Schräglaufwinkel von 20° angeordnet ist, wird unter definiertem Annässen der Fahrbahnoberfläche der Seitenkraftbeiwert μ_{SKM} ermittelt (Abbildung 4). Er stellt den Verhältniswert zwischen der durch Reibung aktivierten Seitenkraft zur Normalkraft des Messrades dar und ist für die jeweils ausgeschriebene Messgeschwindigkeit als 100 m-Mittelwert aus 100 1-m-Einzelwerten zu bestimmen.

SRT-Pendel (SRT)

Durch die Prüfung der Griffigkeit mit dem Skid Resistance Tester (SRT-Pendel) wird die Mikrorauheit der Oberfläche angesprochen.

Dabei gleitet die Kante eines Gummikörpers, der an einem Pendelarm befestigt ist, mit einer Geschwindigkeit von ca. 10 km/h über die angenässete Prüffläche. Das Pendel erreicht nach Auslösen aus der horizontalen Ausgangslage und nach dem Gleiten über die Prüffläche eine bestimmte Steighöhe, die mit einem Schleppzeiger gemessen wird. Diese ist umso größer, je kleiner der Energieverlust beim Gleitvorgang war. Der Energieverlust ist identisch mit der Reibungsarbeit und

somit ein Maß für die Griffigkeit der Prüffläche.

Ausflussmesser nach Moore (AM)

Der Ausflussmesser nach Moore dient der Unterscheidung von Oberflächen ohne Grobheit von solchen mit geringer Grobheit.

Dabei handelt es sich um einen Acrylzyylinder mit Gewichtsrings, an dessen Unterseite ein Gummiring angebracht ist. Der Zylinder wird auf die Prüffläche gestellt, mit Wasser gefüllt und anschließend die Zeitdauer gemessen, in der ein bestimmtes Wasservolumen zwischen Gummiring und Fahrbahn ausfließt. Über das relative Drainagevermögen wird unter definierten Randbedingungen so die Ausprägung der Makrorauheit der Fahrbahnoberfläche erfasst.

Sandfleckmethode (SF)

Mit Hilfe dieses volumetrischen Verfahrens wird durch Verteilung einer definierten Glassandmenge auf der Prüffläche die Makrotexturtiefe eines Fahrbahnbelages bestimmt.

Auf die trockene und saubere Messfläche werden 25 cm^3 genormter Glassand kegelförmig aufgeschüttet und mit einer flachen Scheibe unter sich spiralförmig erweiternden Kreisbewegungen in die Hohlräume der Fahrbahnoberfläche verteilt. Anschließend wird der Durchmesser des meist nicht exakt kreisförmigen Sandflecks an mindestens vier Stellen gemessen und gemittelt.

Die mittlere Oberflächentexturtiefe MTD, als Kriterium für die Makrorauheit der Oberfläche, ergibt sich aus dem Quotienten des Sandvolumens V und des mittleren Durchmessers D der erfassten Sandfläche zu.

Einfluss der Probekörperart auf die Griffigkeit

Da bei der Erstellung der Erstprüfung keine Bohrkern aus der Straße zur Verfügung stehen, muss die Prognostizierung der Griffigkeitsentwicklung an Bohrkernen erfolgen, die aus Probeplatten (mit Walzsektor-Verdichtungsgerät hergestellt) entnommen wur-

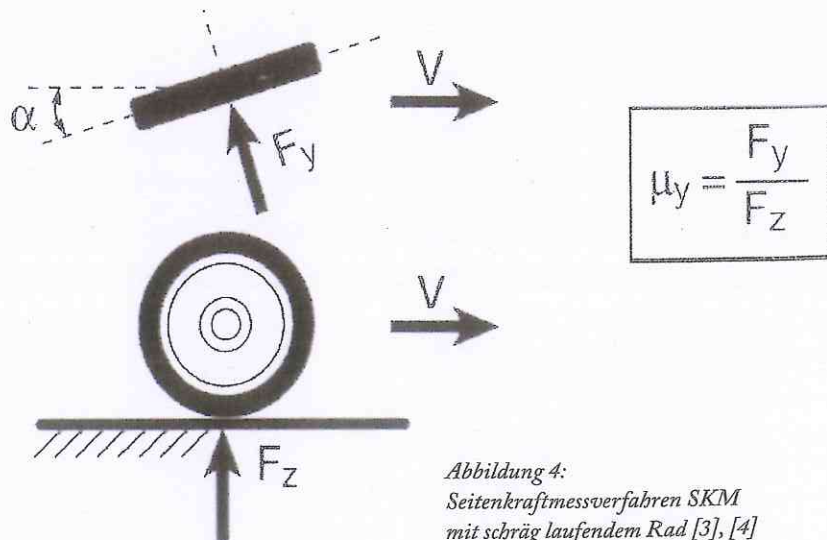


Abbildung 4:
Seitenkraftmessverfahren SKM
mit schräglaufendem Rad [3], [4]

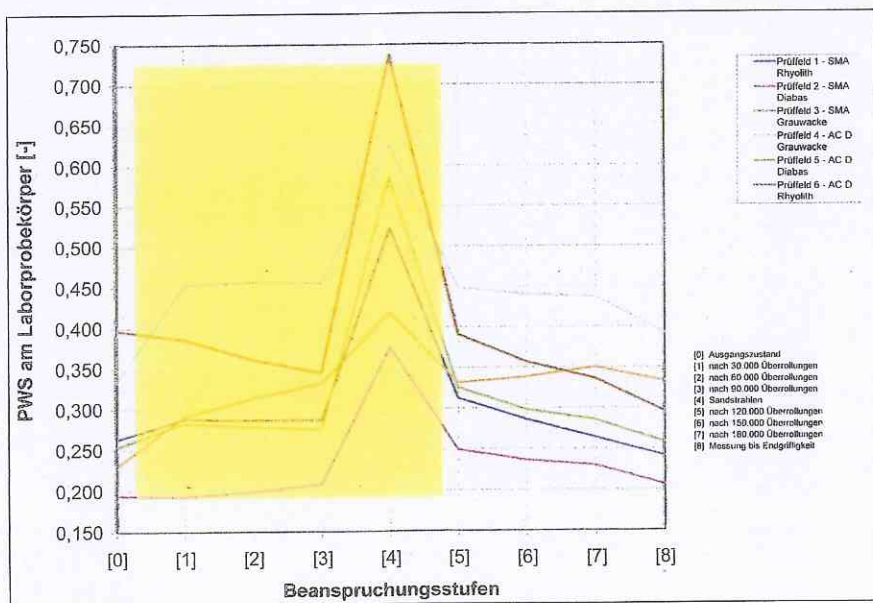


Abbildung 5: Griffigkeiten nach Prüfverfahren PWS an Laborprobekörpern

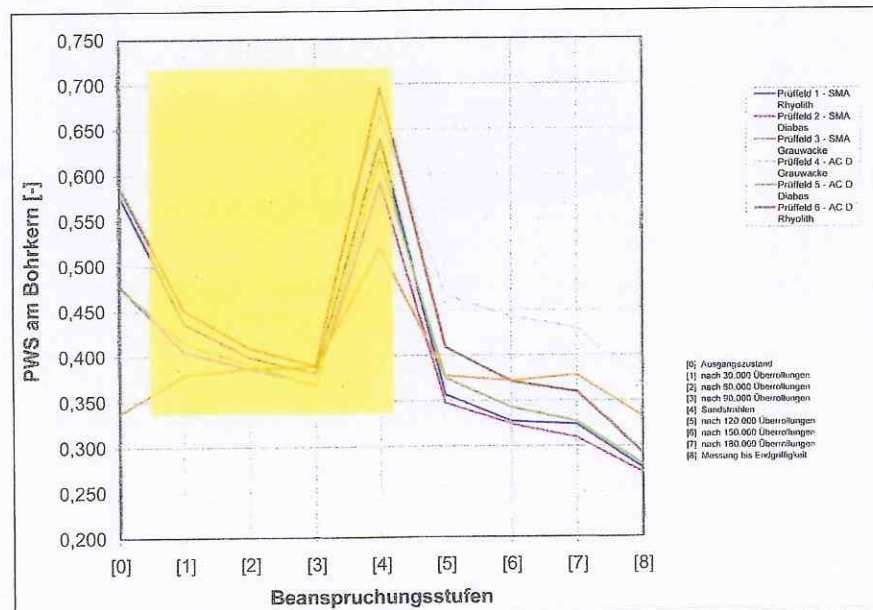


Abbildung 6: Griffigkeiten nach Prüfverfahren PWS an Bohrkernen

den. Diese werden im Folgenden als Laborprobekörper bezeichnet.

Zur Feststellung möglicher Griffigkeitsunterschiede zwischen auf der Straße entnommenen Bohrkernen und den Laborprobekörpern wurde der sich einstellende Griffigkeitsverlauf nach den jeweiligen Arbeitsanleitungen für die Laborprüfverfahren PGM und PWS untersucht. Das dafür benötigte Asphaltmischgut und die Bohrkern wurden während bzw. unmittelbar nach dem Mischguteinbau vor der Verkehrsfreigabe (Zeitpunkt X) in jedem Prüffeld entnommen. Bei beiden Laborprüfverfahren konnten tendenziell höhere Griffigkeiten an den auf der Straße entnommenen Bohrkernen gegenüber den Griffigkeiten der Laborprobekörper

festgestellt werden. Die Ursache ist in der unterschiedlichen Art ihrer Herstellung zu suchen.

Zum einen wurden die Laborprobekörper im Gegensatz zur Straße nicht abgestreut. Zum anderen wurden die Probeplatte höher verdichtet (Verdichtungsgrad von 100 %), was zu einer ebeneren Oberfläche der Laborprobekörper führt.

Die Ergebnisse der Laborprüfungen PWS und PGM sind im Folgenden zusammengefasst. Es wurden jeweils vier Laborprobekörper bzw. Bohrkern geprüf, um eine höhere statistische Sicherheit zu erhalten. In den Abbildungen 5 bis 10 sind jeweils die Mittelwerte aus den vier Probekörpern dargestellt.

Die PWS-Werte sind in den Abbildungen 5 und 6 für die jeweiligen Beanspruchungsstufen entsprechend der Arbeitsanleitung dargestellt. Da die in den Beanspruchungszuständen [1] bis [4] gemessenen Anfangsgriffigkeiten (gelb hinterlegter Bereich) nur bedingt von praktischem Interesse sind und verstärkt zufallsabhängige Messunregelmäßigkeiten am Anfang auftreten, erfolgt eine Auswertung erst ab Beanspruchungszustand [5]. Mit den verbleibenden Messergebnissen wurde eine Korrelation zwischen den Laborprobekörpern und den Bohrkernen (Abbildung 7) ermittelt. Dabei wurden aus Gründen der Praktikabilität die untersuchten Deckschichten aus Splittmastixasphalt und Asphaltbeton und die verwendeten unterschiedlichen Gesteinskörnungen mit vergleichbar hohem Niveau der Polierresistenz einer gemeinsamen statistischen Betrachtung des Zusammenhangs zwischen den Griffigkeitswerten an Laborprobekörpern und Bohrkernen unterzogen.

Auf Grund dieser Festlegungen stehen zur Ermittlung einer Korrelation zwischen den Griffigkeitswerten an Laborprobekörpern und Bohrkernen 24 Wertepaare (vier gemittelte Wertepaare $\times$ sechs Prüffelder) zur Verfügung. Nach der Bestimmung der Regressionsgeraden $y = 0,6878x + 0,1318$ mit einem Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,8172$ wurden Bereichsschätzungen durch das Anlegen eines Konfidenz- bzw. Vertrauensintervalls ermittelt. Das sich mit dem gewählten Vertrauensniveau von 5 % ergebende breite Vertrauensintervall weist auf einen geringen Stichprobenumfang hin.

Aus dem Vertrauensintervall lassen sich gleichzeitig Rückschlüsse auf die statistische Signifikanz ziehen. Der p-Wert als Ergebnis des statistischen Signifikanztestes (auf $\alpha = 0$ in $y = ax + b$) ist mit $1,406 \text{ E-}7$ % deutlich kleiner als 5 % (gewähltes Niveau des Tests) und weist auf eine signifikante Korrelation zwischen den Prognosewerten hin. Die statistischen Betrachtungen wurden mit dem Statistikprogramm Prediction Intervals der Johnson Graduate School of Management, Cornell University [5] durchgeführt.

Die Griffigkeitsergebnisse mit dem Prüfverfahren PGM sind in den Abbildungen 8 und 9 dargestellt. Auch hier werden die Anfangsgriffigkeiten (gelbe Bereiche – bis 15 min. Polierdauer) bei der Erstellung von korrelativen Beziehungen nicht berücksichtigt.

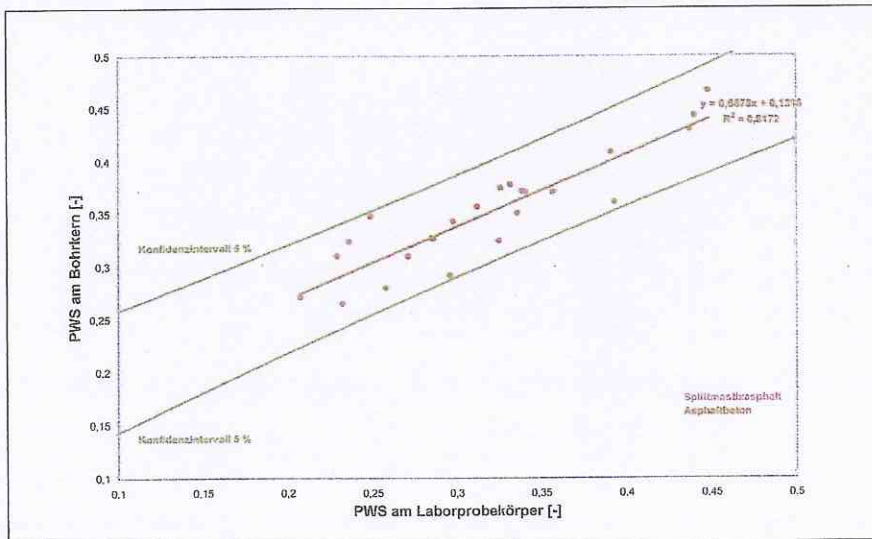


Abbildung 7: Einfluss der Probekörperart auf die Griffigkeit beim Prüfverfahren PWS

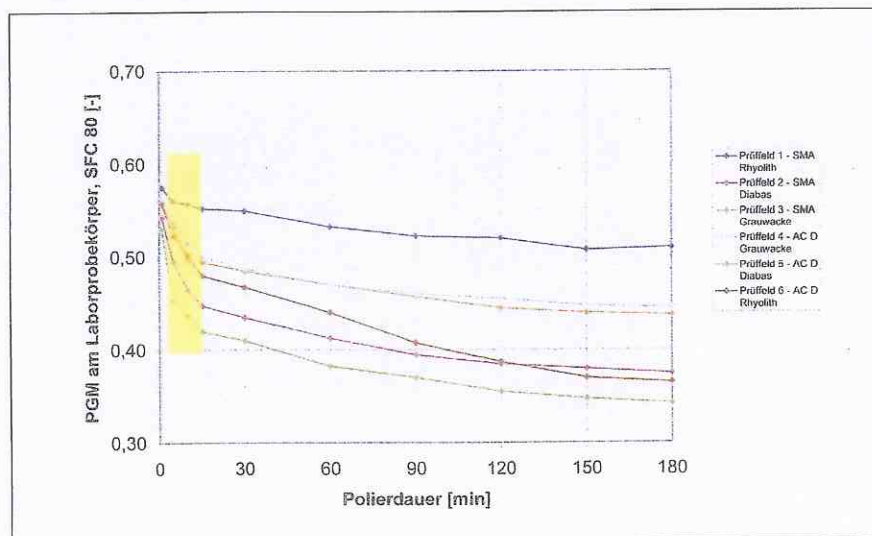


Abbildung 8: Griffigkeiten nach Prüfverfahren PGM an Laborprobekörpern

Für die Bestimmung der Korrelation standen ebenfalls wieder 24 Wertepaare zur Verfügung (Abbildung 10).

Im Ergebnis ergibt sich eine Regressionsgerade $y = 0,5576x + 0,2334$ mit einem

Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,6979$. Es wurden Bereichsschätzungen durch das Anlegen eines Konfidenzintervalls von 5 % ermittelt. Der p-Wert als Ergebnis des statistischen Signifikanztestes (auf $a = 0$ in $y = ax + b$) liegt

mit $5,9647 \cdot 10^{-10}$ % deutlich unter dem gewählten Niveau des Vertrauensbereiches von 5 % und weist auf eine signifikante Korrelation zwischen den Prognosewerten hin.

Die tatsächliche Griffigkeitsentwicklung vor Ort auf der Fahrbahnoberfläche wurde im Rahmen halbjährlich stattfindender Messkampagnen (Tabelle 1) mit dem SKM und anderen Feldprüfverfahren untersucht. Diese wurden den Laborprüfergebnissen von PWS und PGM an Bohrkernen (Entnahmeort siehe Abbildung 2) gegenübergestellt.

Die erste Messkampagne (A) mit den Feldprüfverfahren erfolgte ca. sechs Wochen nach Verkehrsfreigabe im Dezember 2007. Die weiteren Messkampagnen B, C, D und E fanden jeweils im April und Oktober statt. Damit wurde sichergestellt, dass vergleichbare Witterungsbedingungen vorherrschten. In den Abbildungen 11 bis 13 sind die Ergebnisse des Feldprüfverfahrens SKM sowie die Ergebnisse von PWS und PGM an Bohrkernen aus den Messkampagnen A bis E dargestellt.

Betrachtet man die Ergebnisse von der Versuchsstrecke, so lassen sich sowohl mit dem Feldprüfverfahren SKM als auch mit den Laborprüfverfahren PWS und PGM bekannte Zusammenhänge der Griffigkeit tendenziell gleichermaßen abbilden. Es ist erkennbar, dass Asphaltbeton-Deckschichten tendenziell eine höhere Griffigkeit aufweisen als Splittmastixasphalt-Deckschichten. Es zeigt sich, dass sich bei Verwendung von sandreichen und splittärmeren Mischgutsorten wie Asphaltbeton eine höhere Griffigkeit als bei einem sandarmen und splittreicheren Splittmastixasphalt einstellt.

Tendenziell kann auch die gleiche Reihung des Griffigkeitsniveaus in Abhängigkeit von den Gesteinsarten Grauwacke – Rhyolith – Diabas sowohl über das Feldprüfverfahren SKM als auch über die Laborprüfverfahren PGM und PWS beobachtet werden. In Abbildung 14 werden die in Sachsen vorkommenden Gesteinsarten bezüglich ihres PSV-Bereiches dargestellt [7]. Rot gekennzeichnet sind die für die Versuchsstrecke ausgewählten Gesteinsarten. Die im Rahmen des Forschungsprojektes konkret bestimmten PSV-Werte von 58 für Grauwacke und 53

Messkampagne		Verkehrsbelastung	PWS	PGM	SKM	SRT, AM, SF
A	12/2007	I	2 Bohrkern je Prüffeld	2 Bohrkern je Prüffeld	2 Messfahrten je Prüffeld	2 Messlinien je Prüffeld
B	04/2008	II	2 Bohrkern je Prüffeld	2 Bohrkern je Prüffeld	2 Messfahrten je Prüffeld	2 Messlinien je Prüffeld
C	08/2008	II	2 Bohrkern je Prüffeld	2 Bohrkern je Prüffeld	2 Messfahrten je Prüffeld	2 Messlinien je Prüffeld
D	4/2009	II	2 Bohrkern je Prüffeld	2 Bohrkern je Prüffeld	2 Messfahrten je Prüffeld	2 Messlinien je Prüffeld
E	10/2009	II	2 Bohrkern je Prüffeld	2 Bohrkern je Prüffeld	2 Messfahrten je Prüffeld	2 Messlinien je Prüffeld

Tabelle 1: Messkampagnen auf der Versuchsstrecke

*) Vorgezogene Messkampagne aufgrund von Baumaßnahmen und daraus resultierender Sperrungen im Anschlussbereich zur Versuchsstrecke

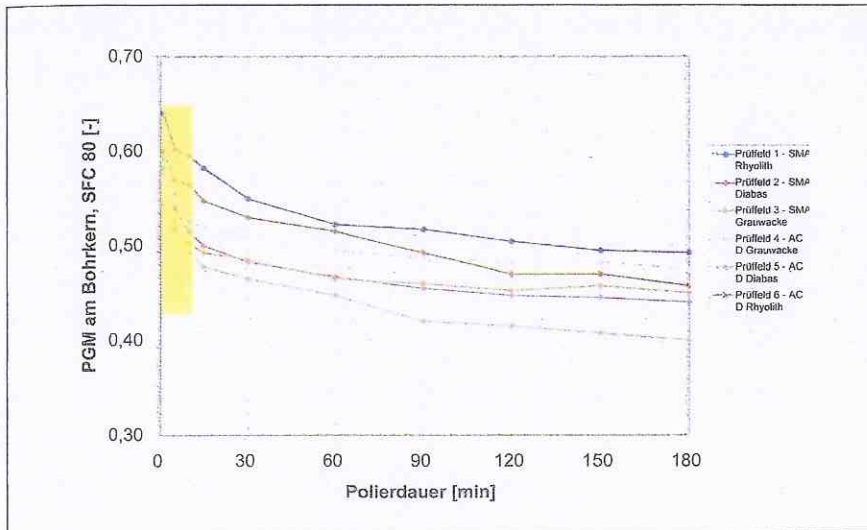


Abbildung 9: Griffigkeiten nach Prüfverfahren PGM an Bohrkernen

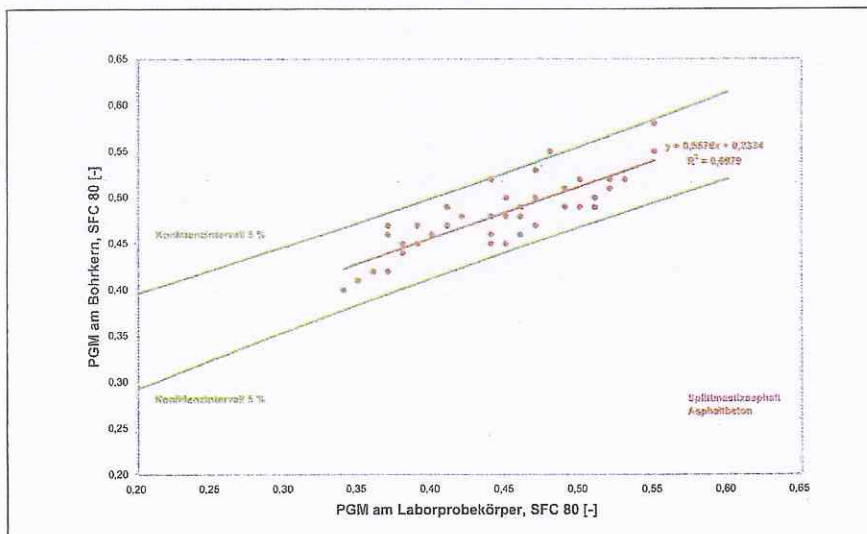


Abbildung 10: Einfluss der Probekörperart auf die Griffigkeit beim Prüfverfahren PGM

für Rhyolith und Diabas bestätigen die vorgenannte Reihung. Auf einen solchen Zusammenhang verweist u.a. Huschek [8]. Zur Untersuchung von korrelativen Zusammenhängen werden zunächst die praxisrelevanten Wertepaare ausgesucht. Für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) ist die Griffigkeitsentwicklung unmittelbar nach dem Einbau (gelbe Bereiche in den Abbildungen 11 bis 13) praktisch von geringem Interesse. Außerdem kann der Einfluss der Abstreue durch die Laborprüfverfahren nur unzureichend beschrieben werden. Es werden deshalb zur Einschätzung des sich einstellenden Griffigkeitsniveaus nur die Messkampagnen C, D und E einbezogen.

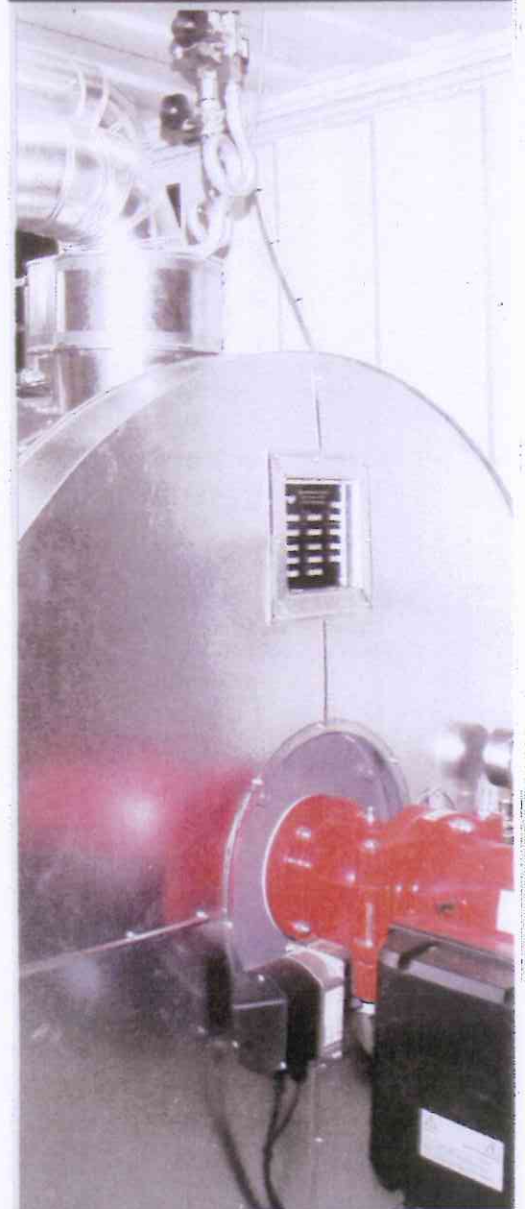
Die statistische Betrachtung der Ergebnisse erfolgt analog der Auswertung zum Zeitpunkt X über alle Prüffelder. Damit stehen 18 Wertepaare (drei Messkampagnen x sechs Prüffelder) zur Verfügung.

Die Regressionsgerade wurde mit $y = 0,3069x + 0,488$ und einem Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,2442$ ermittelt. Anschließend erfolgten Bereichsschätzungen durch das Anlegen eines Konfidenzintervalls zum Niveau 5 % (Abbildung 14). Das sich mit dem gewählten Vertrauensniveau von 5 % ergebende breite Vertrauensintervall liegt auch hier vor allem in dem geringen Stichprobenumfang begründet.

Die Auswertung hinsichtlich einer statistischen Signifikanz (auf $a = 0$ in $y = ax + b$)

Anlagenbau für Bitumen nach besonderer Vorgabe

- Bitumenlagerbehälter
- Steuerungen zur Dosierung
- Erhitzer in Sondercontainern
- Mobilanlagen für Polymerbitumen
- Emulsionsanlagen im Container
- Anlagen für Gummibitumen



Westhydraulik-Becker GmbH

Ulrich-von-Hassel-Str. 64

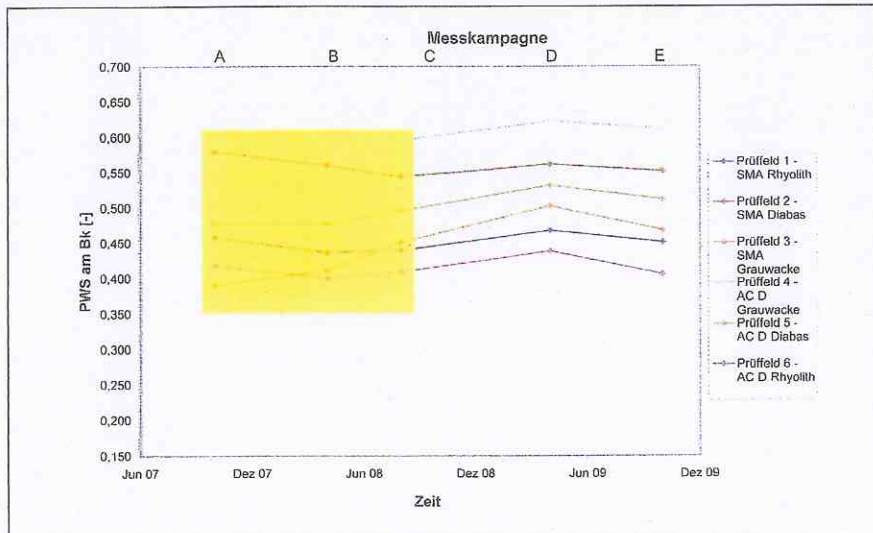
D-53123 Bonn

Tel.: +49 228 33 83 35-0

Fax: +49 228 33 83 35-35

www.westhydraulik.de

info@westhydraulik.de



ergab einen p-Wert von 3,71 %. Dieser liegt unterhalb des gewählten Niveaus des Signifikanztests von 5 % und weist damit auf eine signifikante Korrelation zwischen PWS und SKM hin.

Die Auswertung des statistischen Zusammenhangs beim Laborprüfverfahren PGM zwischen am Bohrkern und den SKM-Mes-

sungen ergab die Regressionsgerade $y = 0,3135x + 0,4311$ mit einem Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,1101$. Hier wurde allerdings das gewählte Niveau des Signifikanztests (auf $a = 0$ in $y = ax + b$) von 5 % deutlich überschritten ($p = 17,88 \%$). Damit lässt sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt kein verwertbarer signifikanter Zusammenhang darstellen.

Abbildung 11: PWS-Werte am Bohrkern in Abhängigkeit von der Zeit

Prognostizierung am Beispiel

Im Folgenden wird beispielhaft ein möglicher Verfahrensweg zur Abschätzung des sich einstellenden SKM-Griffigkeitsniveaus anhand eines PWS-Prognosewertes an Laborprobekörpern im Rahmen der Erstprüfung beschrieben.

Folgende Schritte sind durchzuführen:

- Schritt I: Eintragen des ermittelten PWS-Wertes am Laborprobekörper bei der Erstellung der Erstprüfung in Abbildung 16, z.B. 0,35 und rote Linie zeichnen,
- Schritt II: Bestimmung der PWS-Werte am Bohrkern entsprechend des Konfidenzintervalls: 0,324 – 0,421
- Schritt III: Übertragen der ermittelten PWS-Werte 0,324 – 0,421 aus Abbildung 16 (Y-Achse) in Abbildung 17 (x-Achse) – blaue Linien
- Schritt IV: Ermittlung des Wertebereiches der SKM-Werte: 0,491 bis 0,702 in Abbildung 17 – orange Linien.

Die Abschätzung des SKM-Wertes ergibt einen Wertebereich zwischen 0,49 und 0,70, d. h., der Anforderungswert bis zum Ablauf der Verjährungsfrist für Mängelansprüche von $\mu_{SKM} \geq 0,46$ wird erfüllt.

Eine Abschätzung der SKM-Werte im unteren Bereich ist zum jetzigen Zeitpunkt sehr ungenau, da aufgrund der vertragsgerechten Bauausführung im Bereich der Versuchsstrecke keine „schlechten“ Griffigkeitszustände ermittelt wurden. Die geringe Spreizung der Griffigkeitsergebnisse aus den Prüffeldern decken somit nur einen Teil möglicher korrelativer Beziehungen ab. Erst durch Einbeziehung „schlechter“ Griffigkeitszustände von Straßen, die vergleichbare Randbedingungen wie die Versuchsstrecke aufweisen, wird es möglich sein, die Aussagekraft der aufgestellten Beziehungen weiter zu verbessern.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Ergebnisse der SKM-Messung weisen ein ausreichendes und sich einer Asymptote näherndes Griffigkeitsniveau im Verlauf der fast 2,5-jährigen Nutzung der B 186 für alle Mischgutvarianten aus. Dabei ist das Griffigkeitsniveau bei Deckschichten aus Asphaltbeton tendenziell höher als bei Deckschichten aus Splittmastixasphalt. Damit wird bestätigt, dass bei Verwendung gleicher Gesteinsarten sandreiche und splittärmere

Verband Europäischer Straßenfräsunternehmen e. V.



Europäische Fräsdienstleister aus Deutschland, der Schweiz, den Benelux-Staaten und Frankreich sowie Maschinenhersteller und Hersteller spezifischer Verschleißteile haben sich im VESF e. V. organisiert.

Der Verband

- ist die Plattform für regelmäßigen Erfahrungsaustausch in der Fräsbranche
- organisiert Fachvorträge und -tagungen
- vertritt die Interessen der Fräsunternehmer bei nationalen sowie internationalen Behörden und Gremien.

Hier treffen Sie uns:
Frühjahrstagung 2011 des VESF
vom 31. März - 02. April 2011
in Ulm

VESF e. V.
Ringstraße 21
56651 Niederdürenbach
Deutschland

Telefon: +49 (0) 2636 94 19 118
Fax: +49 (0) 2636 94 19 040
E-Mail: info@vesf-ev.com
Internet: www.vesf-ev.com

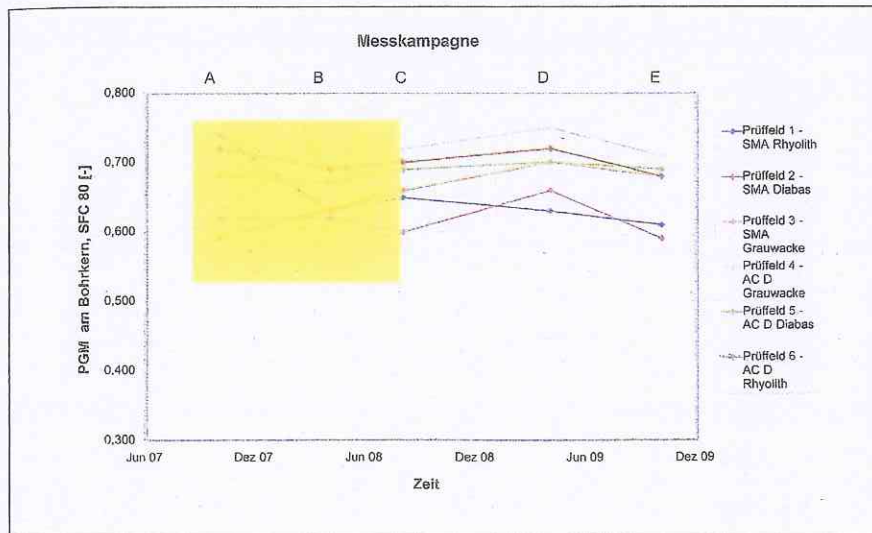


Abbildung 12: PGM-Werte am Bohrkern in Abhängigkeit von der Zeit

Mischgutsorten wie Asphaltbeton eine höhere Griffigkeit besitzen als sandarme und splittreichere Mischgutsorten wie Splittmastixasphalt.

Über die Feld- und Laborprüfverfahren kann tendenziell in gleicher Reihung der Einfluss der untersuchten Gesteinsarten bezüglich

des Griffigkeitsniveaus nachgewiesen werden. Die sich einstellende Reihung der Gesteinsarten Grauwacke – Rhyolith – Diabas spiegelt den unterschiedlich stark auftretenden Selbstschärfungseffekt der Gesteine wider. Splitttriger Quarz im Gesteinsgerüst der Grauwacke sorgt nicht nur für eine hohe

Anfangsgriffigkeit, sondern auch für eine hohe Gebrauchsgriffigkeit. Hier werden bei Abrieb stets neue Quarzsplitter freigelegt. Ein ähnliches Verhalten weist auch der Rhyolith auf.

Die Prüfergebnisse aus den Messkampagnen zeigen, dass sowohl das SKM-Verfahren als auch die Laborprüfverfahren PWS und teilweise PGM in ähnlicher Weise die Griffigkeitsentwicklungen abbilden. Mit den ermittelten korrelativen Beziehungen kann im Rahmen der Erstellung von Erstprüfungen an Laborprobekörpern grob abgeschätzt werden, ob ein bauvertraglich vorgegebener Griffigkeitsgrenzwert eingehalten wird.

Diese Beziehungen gelten ausschließlich für die vorliegenden Randbedingungen (Mischgutsorte, Gesteinsart, Bauklasse, Witterung) der Versuchsstrecke. Für andere Randbedingungen sind weitere Versuchsstrecken anzulegen und auszuwerten.

Gegenwärtig werden weiterführende Untersuchungen im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) vertreten durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) bis über die Verjährungsfrist für Mängelansprüche hinaus durchgeführt. Dadurch wird es möglich sein, einerseits die statistische Sicherheit zu verbessern und andererseits die Griffigkeitsentwicklung im Vertragszeitraum der kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) genauer zu beschreiben.

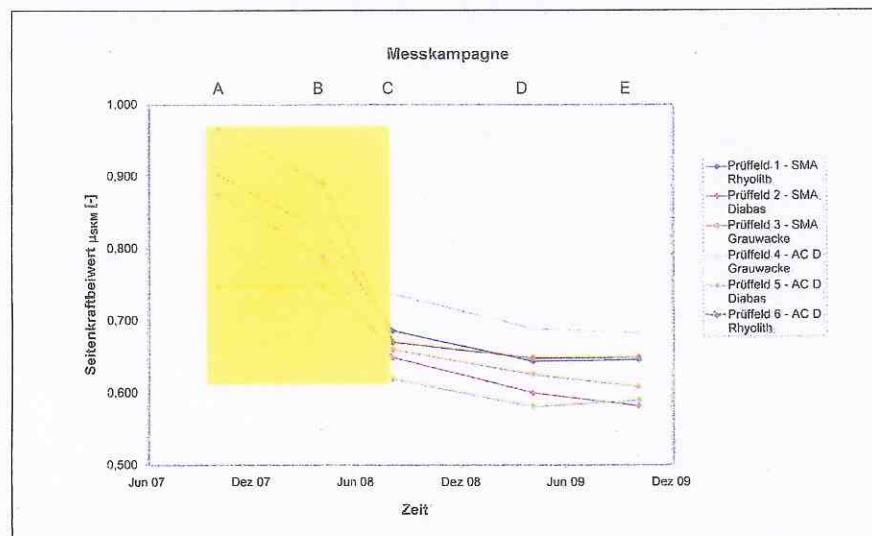


Abbildung 13: Seitenkraftbeiwert μ_{SKM} in Abhängigkeit von der Zeit



Die Farbe kommt von uns.

Pigmente zur dauerhaften Asphalteinfärbung:

- Eisenoxidpigmente, Chromoxidgrün, Titandioxid
- in rückstandsfrei schmelzenden Plastiksäcken
- qualifizierte Anwendungstechnik

Harold Scholz & Co GmbH
Tel: 0 23 61 - 98 88-0
info@harold-scholz.de



www.harold-scholz.de

abweichende Farbwiedergabe möglich

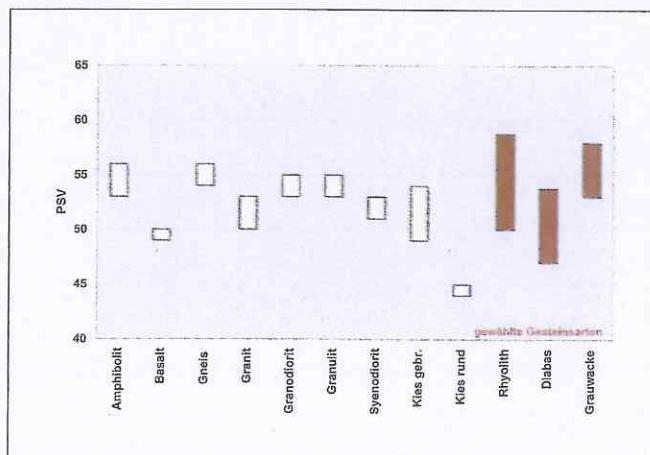


Abbildung 14: PSV-Werte

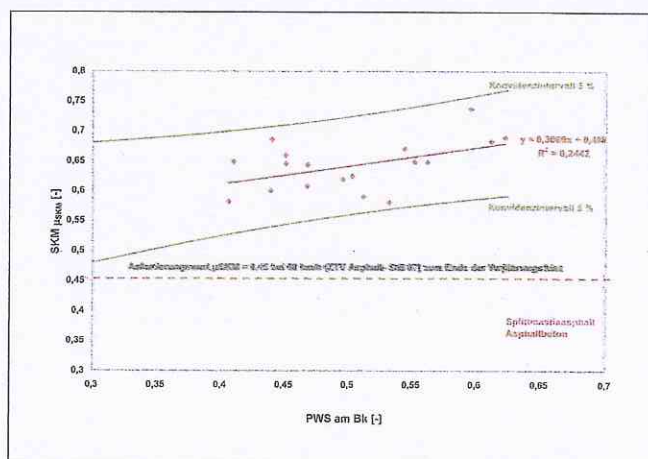


Abbildung 15: Zusammenhang der Griffigkeit zwischen PWS am Bohrkern und SKM (Messkampagnen) sächsischer Gesteine [7]

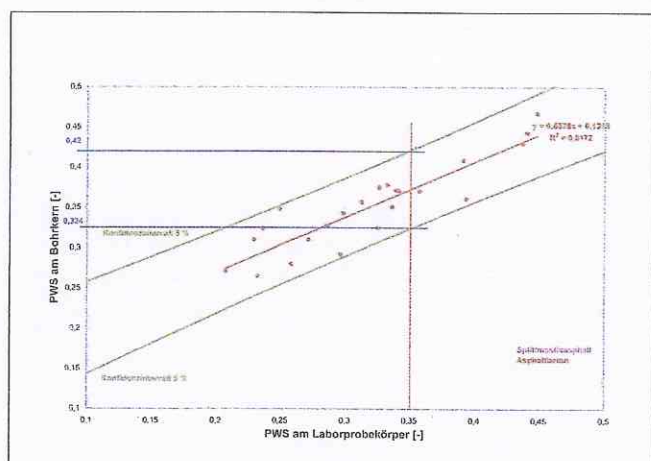


Abbildung 16: Abschätzung von PWS-Werten an Bohrkernen aus einem PWS-Wert am Laborprobekörper

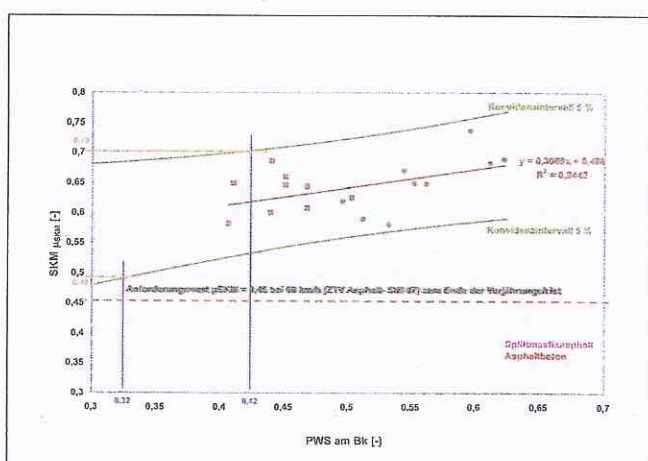


Abbildung 17: Abschätzung von SKM-Werten aus PWS-Werten am Bohrkern

Literatur

- [1] Huschek, S.: „Griffigkeitsprognose mit der Verkehrssimulation nach Wehner/Schulze“, Zeitschrift Bitumen, 64. Jahrgang, Heft 1/2002
- [2] Gauer, P. K., Schmalz M.: „Polier- und Griffigkeitsuntersuchungen an Asphalten im Laboratorium zur Prognostizierung der Griffigkeit von Asphaltoberflächen“, Forschungsbericht FE 10689 N 1 PGM, 08.1999
- [3] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: „Technische Prüfvorschriften für Griffigkeitsmessungen im Straßenbau, Teil: Seitenkraftmessverfahren SKM, TP Griff-StB (SKM)“, Ausgabe 2007
- [4] Göpfert, F.-H.: „Die L1st – Dienstleister für das Straßen- und Verkehrswesen des Freistaates Sachsen“, Vortrag 21.06.2006, Dresden
- [5] PredInt.xls Version 8. Regression with Prediction Intervals, Johnson Graduate School of Management Cornell University Ithaca NY 148533, 06 December 2007

- [6] Bundesanstalt für Straßenwesen (bast): Forschungsprogramm Straßenwesen FE 07.204/2003/ EGB, „Bewertungshintergrund für Prüfverfahren zur Griffigkeitsprognose“
- [7] Sächsisches Amtsblatt, SMWA, Sonderdruck Nr. 4/2007 vom 08.01.2007
- [8] Huschek, S.: „Polierwiderstand und Griffigkeit“, Straße + Autobahn, Heft 9/2004

Anschriften der Verfasser:

Dipl.-Ing. Jutta Borek
Zentrum für angewandte Forschung und Technologie e. V. an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden
Fakultät Bauingenieurwesen/Architektur
Friedrich-List-Platz 1
01069 Dresden
borek@htw-dresden.de

Prof. Dr.-Ing. Volker Rauschenbach
Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden
Fakultät Bauingenieurwesen/Architektur
Friedrich-List-Platz 1
01069 Dresden
rauschenbach@htw-dresden.de

Für **eilige** Anzeigen:

FIX
per MAIL

anzeigen@giesel.de