

Entwicklung der Oberflächeneigenschaften auf der Versuchsstrecke Bamberg A 70

FA 6.070

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

Bearbeiter: Huschek, S.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn

Abschluss: Juli 2003

1. Aufgabenstellung und Zielsetzung

Dieses Forschungsprojekt ist die Fortsetzung von zwei bereits abgeschlossenen Arbeiten (FA 6.056 "Untersuchungen zum Griffigkeitsverhalten von Asphaltmischungen mit unterschiedlichen Mineralstoffen" und FA 6.061 "Untersuchungen über den Einfluss unterschiedlicher Mineralstoffe auf das Gebrauchsverhalten von Asphaltdeckschichten hinsichtlich Griffigkeit, Querebenheit und Reifengeräuschen").

Diese Arbeiten betreffen Planung und Bau der Versuchsstrecke Bamberg auf der A 70 einschließlich der Dokumentation der Messergebnisse, der ausgewählten Oberflächeneigenschaften der eingebauten Asphaltmischungen bei Verkehrsübergabe im Herbst 1991 und nach einem Jahr Verkehr im Herbst 1992 sowie die weitere messtechnische Beobachtung der Versuchsfelder hinsichtlich Griffigkeit, Querebenheit, Textur und Reifengeräusche von Herbst 1992 bis Herbst 1996, sodass damit Datensätze dieser Parameter über fünf Jahre vorliegen; eine erste umfassende Bewertung der Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der Zielsetzungen konnte damit vorgenommen werden.

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit sollte zunächst der Zusammenhang zwischen dem im Labor messbaren Polierwider-

stand an Splitt 8/11 mm und der Griffigkeitsentwicklung von Asphaltdeckschichten, die diesen Splitt enthalten, durch die Anlage entsprechender Versuchsfelder aufgezeigt werden. Dann sollte vorrangig – ebenfalls durch Anlage von Versuchsfeldern – geklärt werden, ob und wie die Griffigkeit von Asphaltdeckschichten mit Gemischen unterschiedlich polierresistenter Mineralstoffe beeinflusst werden kann und welche Bedeutung dabei die einzelnen Korngruppen bei der Griffigkeitsentwicklung unter Verkehr haben. Als weiteres Teilziel sollte das Ergebnis der Sand-Versuchsstrecke Rottweil, wonach der Sand im Asphalt einen besonderen Einfluss auf die Griffigkeit ausübt, nochmals durch geeignete Feldstudien verifiziert werden. Des Weiteren sollte in Erfahrung gebracht werden, wie sich unterschiedlich starker Verkehr auf die Griffigkeitsentwicklung von Asphaltdeckschichten auswirkt mit dem Ziel, Kriterien für die gewünschte bauklassen- bzw. verkehrsstärkenspezifische Staffelung der Anforderungen an den Polierwiderstand von Mineralstoffen zu finden. Schließlich sollten die Möglichkeiten der Griffigkeitsprognose von Asphaltmischgut im Labor erprobt und im Rahmen der Anlage von Versuchsfeldern für die Praxis überprüft werden.

2. Gemessene Oberflächeneigenschaften

- Griffigkeitsmessungen mit dem SRM
- Griffigkeitsmessungen mit der SCRIM
- Querebenheit mit dem QAG
- Texturmessungen mit dem LTM
- Reifen/Fahrbahngeräusche mit der LMA-Methode
- Reifen/Fahrbahngeräusche mit der SPB-Methode
- Griffigkeitsmessungen mit SRT-Pendel
- Texturmessungen mit dem Ausflussmesser und mit der Sandfleckmethode

3. Griffigkeitsentwicklung, "Verhaltensfunktion"

Die außergewöhnlich günstige Gelegenheit, dass nämlich über eine Zeitdauer von 10 Jahren systematische und kontinuierliche Messreihen vorliegen, wurde benutzt, um die "Verhaltensfunktion" für die Griffigkeit abzuleiten.

Nach Prüfung zahlreicher Funktionen werden die beiden folgenden Funktionen, die hinsichtlich der Korrelationsqualität mit den Messergebnissen praktisch gleichwertig sind, vorgeschlagen (Bild 1).

Potenzfunktion

$$\mu_{SRM 80} = c \cdot (t + 1)^b$$

darin bedeuten :

- c: Anfangswert der Griffigkeit
- b: Kennwert für die Griffigkeitsentwicklung
 - b > 0 Zunahme
 - b = 0 gleich bleibend
 - b < 0 Abnahme
- t: Liegedauer unter Verkehr [Jahre]

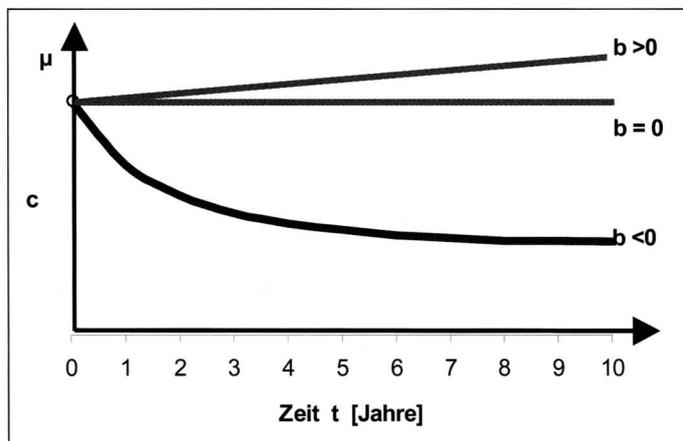


Bild 1: Mathematisches Modell für die Griffigkeitsentwicklung "Verhaltensfunktion"

Die in Tabelle 1 aufgeführten Mischgutvarianten wiesen nach 8- bis 10-jähriger Gebrauchsdauer die auf den Bildern 2 und 3 dargestellten Griffigkeitswerte auf.

4. Ergebnisse und ihre Bewertung

Die Ergebnisse können wie folgt zusammenfassend bewertet werden:

4.1 Verhaltensfunktion

Es ist gelungen, für die Griffigkeitsentwicklung über den beobachteten Zeitraum von 10 Jahren Verhaltensfunktionen abzuleiten. Empfohlen wird der Funktionstyp $\mu_{80} = c \cdot (t + 1)^b$, worin t die Zeit in Jahren, c der Anfangswert der Griffigkeit und b ein Kennwert für die Griffigkeitsentwicklung ist.

Die beobachtete Griffigkeitsentwicklung zeigt in den weitaus meisten Fällen einen sinkenden Verlauf. Sie kann aber auch praktisch gleich bleibend oder sogar leicht steigend sein. Wie zu erwarten, ist die Griffigkeitsabnahme auf dem Fahrstreifen deutlich stärker als auf dem Überholstreifen.

Die Griffigkeitsentwicklung zeigt in allen Fällen eine abflachende Tendenz, d. h. dass die Griffigkeitsabnahme nach einem Zeitraum von ca. 4 bis 5 Jahren nur noch gering ist. Diese Aussagen gelten selbstverständlich nur für den konkreten Verkehr

Tab. 1: Mischgutvarianten

Gruppe	Rezeptur Nr.	Mischgut-Typ/Sorte	Gesteinsart * in der Körnung [mm]				
			8/11	5/8	2/5	0/2	
I Varierte Splittarten	1	SMA 0/11 S	E	E	E	D	
	2	SMA 0/11 S	F	F	F	D	
	3	SMA 0/11 S	A	A	A	D	
	4	SMA 0/11 S	C	C	C	D	
	5	SMA 0/11 S	D	D	D	D	
	6	SMA 0/11 S	B	B	B	D	
II Optimierte Gemische	7	AB 0/11 S	A	A	A	D	
	8	AB 0/11 S	A	A	F	F	
	9	AB 0/11 S	A	F	F	D	
	10	AB 0/11 S	F	A	A	D	
	11	AB 0/11 S	F	F	A	D	
	12	AB 0/11 S	F	F	F	D	
	13	AB 0/8		A	A	D	
	14	AB 0/8		A	F	F	
	15	AB 0/8		F	A	D	
	16	AB 0/8		F	F	F	
	III Einfluß der Korngröße	17	SMA 0/8		E	E	D
		18	SMA 0/5			E	D
19		AB 0/11 S	E	E	E	D	
20		AB 0/8		E	E	D	
21		AB 0/5			E	D	

* Gesteinsart:

- A = Grauwacke
- B = Kiessplitt 2
- C = Kiessplitt 1
- D = Diabas
- E = Basalt
- F = Dolomit

der Versuchsstrecke, nämlich für eine Verkehrsbeanspruchung anfänglich der Bauklasse I und später der Bauklasse SV.

Aus dem Griffigkeitsverlauf der Versuchsstrecken geht hervor, dass sich nach einem längeren Zeitraum (ca. 8 bis 10 Jahre) ein stabiler Griffigkeitszustand einstellt. Dieser ist das Ergebnis aus den polierenden, glättenden Einwirkungen und den aufrauenden Wirkungen infolge Witterung (saurem Regen), Alterung und Verschleiß. Das Niveau dieses Gleichgewichtes hängt in erster Linie von den Eigenschaften der Mineralstoffe, von der Verkehrsbeanspruchung und von den Witterungseinflüssen ab. Dies gilt unter der Voraussetzung, dass es im Laufe der Nutzungsdauer zu keinen Bindemittelanreicherungen an der Fahrbahnoberfläche kommt.

4.2 Einflüsse auf die Griffigkeitsentwicklung

Alle Messergebnisse zeigen generell und deutlich den Einfluss der Polierresistenz der Mineralstoffe auf die Griffigkeitsentwicklung unter Verkehr. Besonders deutlich geht dies aus dem Griffigkeitsverhalten der Felder 1 bis 6 (alles SMA 0/11S-Mischungen) hervor, das der im Labor ermittelten Polierresistenz der Splitte entspricht. Dies gilt grundsätzlich auch für die Versuchsfelder aus AB 0/11S (Vergleich der Felder 7 und 12). Voraussetzung für den dominierenden Einfluss der Polierresistenz der Mineralstoffe ist allerdings, dass die Asphaltrezepturen grif-

figkeitsmindernde Mörtelanreicherungen an der Fahrbahnoberfläche ausschließen. Dies war auf der Versuchsstrecke Bamberg überall der Fall.

Der Einfluss des Größtkorns ist für SMA-Mischungen auf den Feldern 1, 17 und 18 und für AB-Mischungen auf den Feldern 19, 20 und 21 geprüft worden. Beide Messverfahren SRM und SCRIM weisen bei den SMA-Feldern (1, 17, 18) übereinstimmend eine deutliche Zunahme der Messwerte mit abnehmendem Größtkorn (11, 8, 5 mm) auf. Dies gilt übereinstimmend für die Messungen in den Jahren 1998, 1999 und 2001. Bei den AB-Feldern (19, 20, 21) fällt dieser Zusammenhang nicht so überzeugend aus, kann aber zumindest tendenziell auch festgestellt werden.

4.3 Mineralstoffgemische

Die Felder 7 bis 16 waren zur Erprobung von AB-Mischungen aus Fraktionen mit unterschiedlicher Polierresistenz angelegt. Dabei wurde ein besonders polierresistenter Partner (Grauwacke) mit einem schwachen Partner (Dolomit) fraktionsweise kombiniert. Die neueren Messergebnisse haben die Aussage bestätigt, dass nämlich die Polierresistenz der feineren Fraktion (< 5 mm) die Griffigkeit stärker beeinflussen kann, als die Polierresistenz der gröberen Splittfraktionen (> 8 mm). Diese für AB-Mischungen generell geltende Feststellung kann nicht ohne weiteres auf SMA-Mischungen übertragen werden, da hier wegen des hohen Splittgehaltes die Grobfraktion an der Fahrbahnoberfläche dominiert.

Der Vergleich der Griffigkeitswerte für die Felder 7 und 8 (AB 0/11S) sowie 13 und 14 (AB 0/8) lässt auf den Einfluss des Sandes schließen. Beide Messverfahren SRM und SCRIM weisen übereinstimmend den negativen Einfluss einer schwachen Polierresistenz des Sandes nach. Dies gilt übereinstimmend für die Messungen der Jahre 1998, 1999 und 2001. Damit sind frühere Forschungsergebnisse betreffend den erheblichen Einfluss der Polierresistenz des Sandes bestätigt worden.

Die Kombination von Mineralstofffraktionen mit unterschiedlicher Polierresistenz bietet die Möglichkeit auch weniger polierresistente Gesteine in Asphaltdeckschichten in einem, dem Nutzungszweck (Verkehrsbeanspruchung) entsprechenden Verhältnis zu verwenden.

4.4 Entwicklung der Makrotextur

Die Texturmessungen mit der LTM-Methode sind erstmals 1994 durchgeführt worden. Im Nutzungszeitraum von 1994 bis 2001 hat sich die mittlere Texturtiefe (MPD) der gemessenen 8 Oberflächen von 0,42 mm auf 0,49 mm, also um ca. 7 %, vergrößert. Dies deutet darauf hin, dass im vorliegenden Fall die Ausmagerungsprozesse gegenüber eventuellen Einebnungsvorgängen leicht dominiert haben.

Nur in den Jahren 1999 und 2001 ist auf allen Feldern auch die mittlere Texturtiefe mit der Sandfleckmethode bestimmt worden.

Der Vergleich der Mittelwerte beider Jahre ergibt eine ganz leicht abnehmende Tendenz der Makrotextur. Insgesamt kann also festgestellt werden, dass die Makrotextur – nachdem die primäre Entmörtelung durch den Verkehr erfolgt ist – dann über lange Zeiträume weitgehend unverändert bleibt.

Des Weiteren geht aus den mit der Sandfleckmethode erzielten Ergebnissen hervor, dass die Makrotexturtiefe für die SMA 0/11 Felder verglichen mit den AB 0/11 Feldern erheblich größer ist, nämlich um ca. 0,2 bis 0,3 mm.

4.5 Verformungen im Querprofil

Mit einer Ausnahme lag das Verformungsverhalten aller Deckschichtvarianten im üblichen Rahmen, das heißt, dass sich nach einer 10-jährigen Nutzungsdauer Spurrinntiefen von 3,3 mm bis 6,5 mm eingestellt haben. Die Felder mit kleinerem Größtkorn haben sich keineswegs ungünstiger verhalten. Im Gegenteil: die vier AB 0/8-Felder wiesen nach 10 Jahren im Mittel eine etwas kleinere Spurrinntiefe auf als die sechs AB 0/11S-Felder.

Die einzige Ausnahme bildete das AB 0/11S-Feld 19. Zitat aus der Literatur: "Hier haben sich im Rahmen der zulässigen Toleranzen liegende Abweichungen in der Mischgutzusammensetzung ungünstig überlagert und zu einem für die vorliegende Beanspruchung verformungsanfälligen Mischgut geführt: Bitumen- und Füllergehalt liegen etwas erhöht vor, mit der Folge eines auf 2,4 Vol.-% reduzierten Hohlraumgehaltes am Marshall-Probekörper bei einem Ausfüllungsgrad von 86,5 %. Erfahrungsgemäß ist ein derartiges Mischgut bei hoher Verkehrsbeanspruchung verformungsanfällig."

4.6 Reifen/Fahrbahngeräusche

Die mit der SPB-Methode erzielten Ergebnisse schwanken uneinheitlich und lassen keine gesicherten Schlussfolgerungen zu. Die mit der LMA-Methode erzielten Ergebnisse sind hingegen in sich plausibel und das Gesamtbild ist von Jahr zu Jahr wiederholbar. Die aus den LMA-Ergebnissen abgeleiteten Aussagen lauten:

- Während der ersten vier Betriebsjahre werden alle Fahrbahnoberflächen tendenziell lauter, danach konnten keine signifikanten Veränderungen mehr festgestellt werden.
- Mit zunehmendem Größtkorn werden die Reifen/Fahrbahngeräusche lauter. Dieser Einfluss ist bei SMA-Deckschichten deutlich ausgeprägt, bei AB-Deckschichten nur tendenziell erkennbar.
- Gleiches Größtkorn vorausgesetzt, sind die SMA-Deckschichten etwas lauter als die AB-Deckschichten. Dies kann mit der größeren Makrotextur der SMA-Deckschichten erklärt werden.

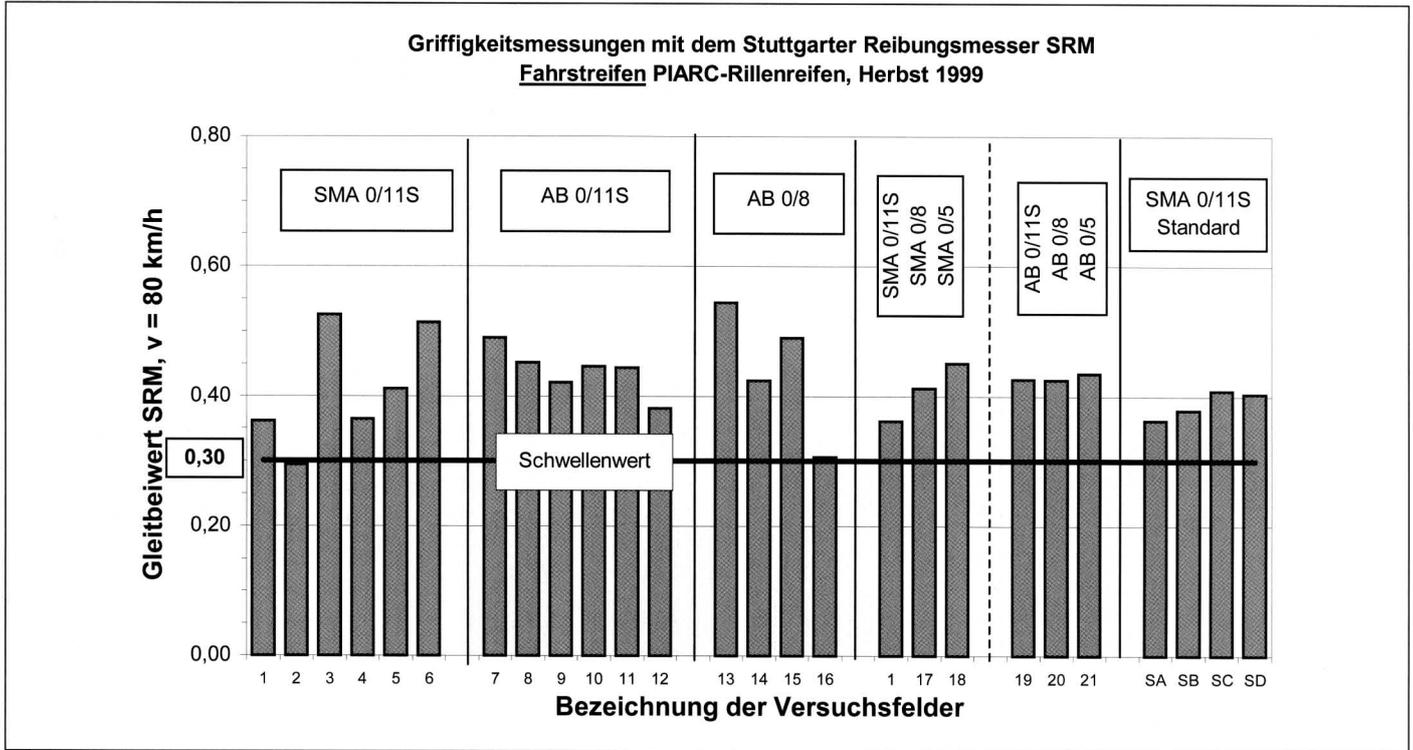
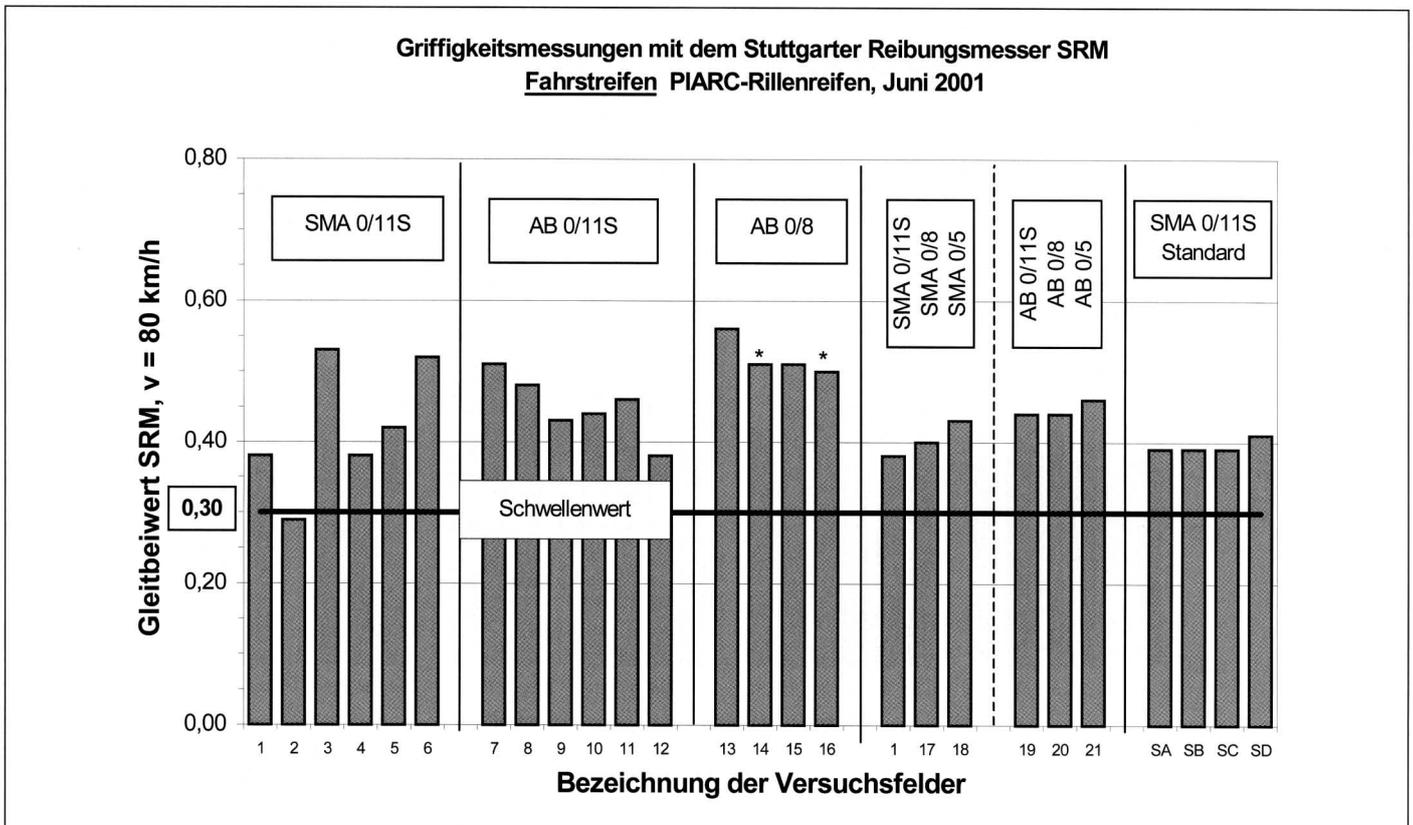


Bild 2a: SRM₈₀-Werte vom Herbst 1999 auf dem Fahrstreifen



*) Felder 14 und 16 wurden im Sommer 2000 überbaut

Bild 2b: SRM₈₀-Werte vom Sommer 2001 auf dem Fahrstreifen

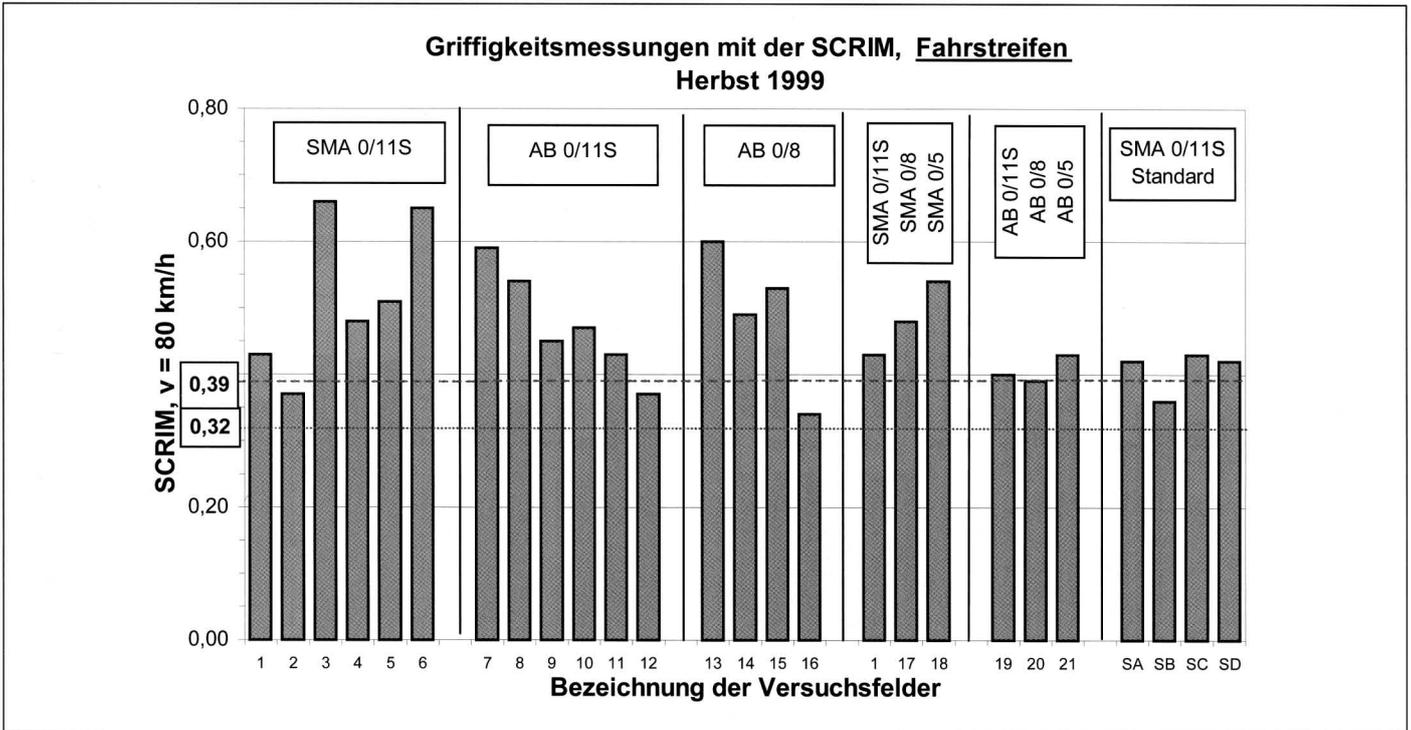
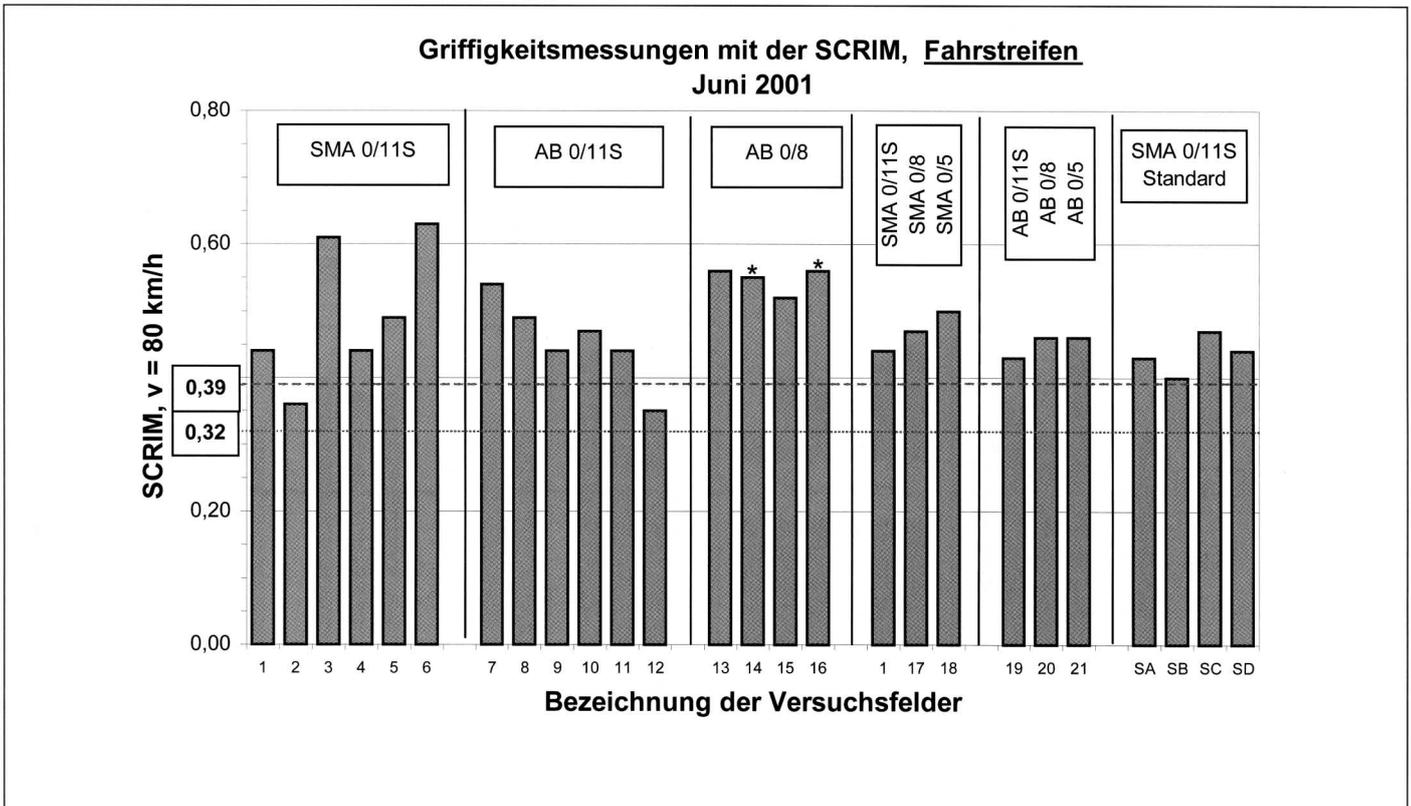


Bild 3a: SCRIM₈₀-Werte vom Herbst 1999 auf dem Fahrstreifen



*) Felder 14 und 16 wurden im Sommer 2000 überbaut

Bild 3b: SCRIM₈₀-Werte vom Sommer 2001 auf dem Fahrstreifen