

# **Griffigkeit auf Autobahnen Vergleich der Messergebnisse SRM und SCRIM**

**Unterhalt 2000, Forschungsprojekt 6**

**Propriétés antidérapantes aux autoroutes  
Relation entre SRM et SCRIM**

**Entretien 2000, project de recherche 6**

**Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT)**

**HP. Lindenmann, dipl. Ing. ETH  
Dr. M. Caprez, dipl. Ing. ETH  
Y. Chabot-Zhang, dipl. Inf.  
N. Jafari, dipl. Ing. HTL**

**Forschungsauftrag ASTRA 2000/423**

**Dezember 2002**

## INHALTSVERZEICHNIS

Seite

Zusammenfassung / Résumé / Summary

<b>I</b>	<b>EINLEITUNG</b>	1
	1. Anlass	1
	1.1 Ausgangslage	1
	1.2 Fragestellung	1
	1.3 Auftrag	2
	2. Ziel der Untersuchung	2
	3. Abgrenzungen	2
	4. Literaturerkenntnisse	2
<b>II</b>	<b>VORGEHEN</b>	4
	5. Untersuchungsmethode, Auswertungen	4
	5.1 Grundsatz	4
	5.2 Messsysteme	4
	5.3 Auswertungen und Analyse	7
	6. Auswahl der Messstellen	7
	6.1 Anforderungen	7
	6.2 Verzeichnis der Messstellen	8
<b>III</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	11
	7. Einleitung	11
	7.1 Auswertungen der Einzelmessstellen	11
	7.2 Kontrolle der Messungen	14
	8. Gegenüberstellung der Griffigkeitsmessergebnisse SRM und SCRIM	16
	8.1 Mittelwerte und Streuungen der Griffigkeit aller Messstellen (2 km-Abschnitte)	16
	8.2 Mittelwertdifferenzen der Griffigkeit (100 m-Intervalle, 2 km-Abschnitte)	18
	8.3 Griffigkeitsniveaus gegliedert nach Belagsarten (2 km-Abschnitte)	20
	8.4 Erkenntnisse aus der Gegenüberstellung der Mittelwerte der Messungen mit SRM und SCRIM	23
	8.5 Korrelation der 100 m-Intervallwerte SRM und SCRIM	23
	8.6 Zwischenerkenntnisse	25
	8.7 Beurteilungsgrundlagen für die Griffigkeit	26
	8.8 Bewertung der SCRIM-Messergebnisse	28
	9. Einfluss der Spurrinnentiefe auf die Erfassung der Griffigkeit bzw. die Griffigkeitsmesswerte	29
	9.1 Ausgangslage, Fragestellung	29
	9.2 Auswertungen	30
	9.3 Analyseergebnisse	31

10.	Vergleichsmessungen SRM-ETH und SRM-BAST mit SCRIM-Schniering	32
10.1	Anlass	32
10.2	Messfahrten (Testserie Inzell)	33
10.3	Analyse der Messungen	34
10.4	Erkenntnisse	36
<b>V</b>	<b>FOLGERUNGEN</b>	<b>37</b>
11.	Grundsätzliche Erkenntnisse	37
12.	Folgerungen	38
	<b>QUELLENVERZEICHNIS</b>	<b>39</b>

## **ANHANG**

- 100 m-Intervallwerte Griffigkeit SRM und SCRIM für alle Messstellen

## Zusammenfassung

Ziel der Forschungsarbeit war es, einerseits die Zweckmässigkeit des SCRIM-Messsystems für eine netzweite Erhebung der Griffigkeit auf den schweizerischen Nationalstrassen zu prüfen. Andererseits war aufgrund des bekannten Griffigkeits-hintergrundes von Skiddometer- und SRM-Messungen der Zusammenhang zwischen Messwerten der SCRIM-Messungen und SRM-Messungen gesucht.

Zur Klärung dieser Fragen wurden über 40 Messstellen auf den schweizerischen Nationalstrassen ausgewählt. Dabei wurden alle bekannten und üblicherweise angewendeten Belagsarten mit unterschiedlichen Alter einbezogen, so dass eine für die schweizerischen Nationalstrassen repräsentative Auswahl von Messstellen vorlag.

Die Messungen erfolgten mit beiden Messsystemen SCRIM (Sideway Coefficient Routine Investigation Machine) und SRM (Stuttgarter Reibungs-Messer) zur gleichen Zeit am gleichen Ort direkt über Abschnitte von 2 km Länge hintereinander gefahren. Damit können die Messbedingungen als identisch betrachtet werden.

Die Auswertungen erfolgten für beide Messsysteme getrennt, ausgerichtet auf deren Erfassungsart. Die Einzelmesswerte – beim SCRIM in konstanten Intervallabständen entstanden, beim SRM in unregelmässigen Abständen erhoben – wurden schliesslich zu Mittelwerten für 100m-Intervalle aggregiert und aus diesen zu Durchschnittswerten für die 2 km-Messabschnitte (Messstellen) zusammengesetzt. Diese beiden Grundlagen wurden dann für die Gegenüberstellungen, Vergleiche und Analysen verwendet.

Die Untersuchung bestätigte grundsätzlich die Zweckmässigkeit des SCRIM-Messsystems für netzweite Erhebungen, indem einerseits grosse, tägliche Messleistungen erbracht werden können. Andererseits konnten die angesetzten Genauigkeitsanforderungen (insbesondere bei Wiederholungsmessungen) erfüllt werden.

Anhand von Korrelationsrechnungen konnte ein Zusammenhang zwischen den Messwerten der beiden Messsysteme mit genügendem Bestimmtheitsmass gefunden werden. Dabei ergab sich eine mittlere Differenz von rund 0.2 zwischen den Messwerten SCRIM und denjenigen von SRM.

Da bei den Erhebungen auch tiefe SCRIM-Messwerte erhoben (Bereich  $0.2 < \mu < 0.3$ ) wurden, muss es als grundsätzlich unzulässig angesehen werden, den gefundenen Korrelationszusammenhang zwischen SCRIM und SRM für die Umrechnung von SCRIM-Messwerten zu verwenden, weil diese bei derart tiefen Werten zu unrealistischen Resultaten führen würden.

Aufgrund dieser Sachlage wird empfohlen, Messergebnisse, welche mit dem Messsystem SCRIM erhoben wurden, mit dem in Deutschland für die Bewertung verwendeten Bewertungsmassstab der Forschungsgesellschaft für den Strassen- und Verkehrswesen (Entwurf Nov. 1998) zu beurteilen.

## Résumé

Le but du travail de recherche était, d'une part, d'examiner l'adéquation du système de mesure SCRIM pour saisir, sur tout le réseau, les propriétés antidérapantes des routes nationales suisses. D'autre part, on a, sur la base des mesures connues par le Skiddomètre et le SRM, cherché à connaître la relation entre les valeurs des mesures SCRIM et SRM.

Pour élucider ces questions, plus de 40 postes de mesure ont été choisis sur les routes nationales suisses. Tous les types de revêtement connus et habituellement utilisés, d'ancienneté variable, ont été inclus, constituant ainsi, pour le réseau des routes nationales, une sélection représentative de postes de mesure.

Les mesures ont été effectuées avec les deux systèmes de mesures SCRIM (Sideway Coefficient Routine Investigation Machine) et SRM (Stuttgarter Reibungs-Messer) au même moment, et au même endroit, sur des tronçons de 2 km de long. Les conditions de mesure peuvent donc être considérées comme identiques.

Le dépouillement s'est fait séparément pour les deux systèmes de mesure, compte tenu de leur mode d'enregistrement. Les valeurs de chaque poste mesuré – résultant de distances d'intervalle constantes pour le SCRIM et de distances irrégulières pour le SRM – ont été intégrées en valeurs moyennes par intervalle de 100 mètres, puis groupées en valeurs moyennes pour des tronçons (entre postes de mesure) de 2 km. Ces deux bases ont ensuite été utilisées à des fins de comparaison et d'analyse.

La recherche a confirmé l'adéquation du système de mesure SCRIM pour des relevés sur l'ensemble du réseau, car il a permis, d'une part, de nombreuses mesures quotidiennes. D'autre part, les exigences posées à la précision (pour les mesures répétées en particulier) ont été remplies.

Des calculs de corrélation ont permis de trouver un rapport suffisamment étroit entre les valeurs mesurées par les deux systèmes. Toutefois, une différence considérable de 0.2 a été relevée entre les valeurs mesurées par SCRIM et celles mesurées par SRM.

Les relevés ayant aussi fait ressortir des valeurs basses ( $0.2 < \mu < 0.3$ ), il est en principe inadmissible d'utiliser le rapport de corrélation entre SCRIM et SRM pour convertir les valeurs des mesures SCRIM car, pour des valeurs aussi basses, elles produiraient des résultats peu fiables.

Au vu de cet état de fait, il est recommandé d'analyser les résultats des mesures obtenues par le système de mesure SCRIM, au moyen de l'échelle d'évaluation créée pour l'Allemagne par la „Forschungsgesellschaft für das Strassen- und Verkehrswesen“ (projet de novembre 1998).

## Summary

One aim of the research work was to test the suitability of the SCRIM measuring system for a nationwide skid resistance survey on the Swiss national highway network. The other aim was to identify the correlation between measurement values from SCRIM measurements and SRM measurements on the basis of the known skid resistance background to Skiddometer and SRM measurements.

To resolve these issues, more than 40 measurement sites on Swiss national highways were selected. All known and commonly used road surfacings, of different ages, were included. This produced a representative selection of measurement sites for Switzerland's national highways.

The measurements were made with the two measuring systems SCRIM (Sideway Coefficient Routine Investigation Machine) and SRM (Stuttgarter Reibungs-Messer or Stuttgart Friction Measurer), at the same time and place directly on 2 km sections of highway, which were driven successively. The measurement conditions may therefore be regarded as identical.

Evaluation took place separately for each measuring system, oriented according to their respective methods of data collection. The individual measurement values – collected at constant intervals in the case of SCRIM but at irregular intervals in the case of SRM – were ultimately aggregated to produce mean values for 100 m intervals and collated into average values for the 2 km measurement sections (measurement sites). These two bases were then used for contrastive, comparative and analytical purposes.

The investigation basically confirmed the suitability of the SCRIM measuring system for network-wide surveys. This is because of its large daily measurement capabilities and because it does achieve the required levels of accuracy (in particular in the case of repeated measurements).

On the basis of correlation calculations, it was possible to identify a correlation between the measurement values of the two measurement systems with an adequate coefficient of determination. A mean difference of about 0.2 between the SCRIM and SRM measurement values emerged.

Since the surveys also collected low SCRIM measurement values (in the range  $0.2 < \mu < 0.3$ ), it cannot be regarded as legitimate to employ the correlation identified between SCRIM and SRM in order to convert SCRIM measurements, as this would lead to unrealistic results for such low values.

Because of this situation, it is recommended that measurements made with the SCRIM measurement system be assessed on the basis of the Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (FGSV: the Road and Transportation Research Association) evaluation criteria (drawn up in Nov. 1998) used in Germany for evaluation.

## **I EINLEITUNG**

### **1. Anlass**

#### **1.1 Ausgangslage**

Im Rahmen der Zustandserfassung und -bewertung der Fahrbahnen der Schweizerischen Nationalstrassen (ZEB-NS) wurde im Jahr 2001 eine netzweite Erhebung der Griffigkeit auf allen Fahrstreifen durchgeführt.

Bis anhin wurde die Griffigkeit in der Schweiz mit den Messgeräten Skiddometer und Stuttgarter Reibungsmesser (SRM) erhoben. Es besteht dabei ein grosser Erfahrungsschatz mit beiden Messgräten. Einerseits besteht aufgrund der jahrelangen Messpraxis des Institutes für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT) der ETH Zürich ein sog. Griffigkeitshintergrund [1], welcher seit vielen Jahren zur Beurteilung von Griffigkeitswerten verwendet wird. Daraus abgeleitet entstanden die heute gültigen VSS Normen Griffigkeit, Messverfahren [2] und Griffigkeit, Bewertung [3]. Letztere ist der gültige Beurteilungsmassstab für die Griffigkeit aller schweizerischen Strassen. Andererseits wurde anfangs der 1990er Jahre das Messsystem SRM eingeführt, das nach dem gleichen Messprinzip wie der Skiddometer arbeitet. Es besteht ein enger Korrelationszusammenhang zwischen Messergebnissen beider Messsysteme [4], so dass eine Beurteilung von Messungen der beiden Messgeräte ohne weiteres möglich ist.

In Europa werden neben den SRM- und Skiddometermessgeräten vor allem auch das SCRIM-Messsystem (Sidewayforce Coefficient Routine Investigation Maschine) zur routinemässigen Erhebung der Griffigkeit eingesetzt, das nach dem Prinzip Schräglaufrad arbeitet [5]. In der Schweiz bestanden bis dato keine Erfahrungen mit diesem Messsystem; es wurde bisher nicht verwendet, da bislang auch keine Griffigkeitserhebungen für ganze Netzteile, also mit grossen Messumfang, durchgeführt wurden.

Ausländische Erfahrungen, vor allem in England und Deutschland, wiesen die Zweckmässigkeit, Robustheit und Zuverlässigkeit des SCRIM-Messsystems in den letzten Jahren bei netzweiten Erhebungen eindrücklich nach.

#### **1.2 Fragestellung**

Im Zusammenhang mit der netzweiten Erhebung der Griffigkeit auf den Schweizerischen Nationalstrassen (ZEB-NS) stellte sich bei einem Messumfang von rund 6000 km Fahrstreifen grundsätzlich die Frage der Wahl des einzusetzenden Messsystems.

Das vorliegende Forschungsprojekt sollte deshalb einerseits die Fragen der Zweckmässigkeit des Messeinsatzes von SCRIM-Messgeräten auf den Schweizerischen Nationalstrassen bei einer netzweiten Erhebung beantworten. Andererseits war es dabei gleichzeitig zwingend notwendig, den Zusammenhang zwischen bisheriger Erhebungs- und Beurteilungspraxis (Skiddometer bzw. SRM) und SCRIM-Erhebungsergebnissen festzustellen. Damit sollte die Grundlage geschaffen werden, einerseits die umfangreichen Messergebnisse im Schweizerischen Griffigkeitshintergrund zu verwenden, andererseits die Beurteilung der erhobenen Zustände anhand der gültigen Normen durchführen zu können.

Diese Hauptfragen bildeten Gegenstand des Forschungsprojektes 6 im Rahmen des Forschungspaketes Unterhalt 2000.

### **1.3 Auftrag**

Mit Schreiben vom 7. April 2000 des Bundesamtes für Strassen, ASTRA, Bern, erteilte der Direktor des ASTRA dem Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT) der ETH Zürich den Auftrag zur Durchführung des Forschungsprojektes 6, Griffigkeit, aufgrund des Gesuches vom 18. Februar 2000.

In Anbetracht der Ausschreibung der netzweiten Erhebung der Griffigkeit auf den Fahrbahnen der Nationalstrassen wurde vereinbart, die Erhebungen rasch im Verlaufe des Sommers 2000 durchzuführen, die Resultate bis Ende 2000 auszuwerten und die Entscheidungsgrundlagen für die Ausschreibung im Rahmen der gesamtschweizerischen Erhebungen ZEB-NS möglichst rasch zumindest im Grundsatz bereitzustellen.

## **2. Ziele der Untersuchung**

Mit der vorliegenden Untersuchung wurden folgende drei Ziele verfolgt:

- Prüfung der Zweckmässigkeit eines SCRIM-Einsatzes für die netzweite Erhebung der Griffigkeit auf den Nationalstrassen der Schweiz
- Ableitung des Zusammenhangs zwischen den Griffigkeitsmesswerten der beiden Messsysteme SRM und SCRIM für Nationalstrassen
- Beurteilung der Genauigkeit von SCRIM-Messungen für die Klärung der Frage der Verkehrssicherheit sowohl auf Netz - als auch Projektebene

Damit sollten Entscheidungsgrundlagen für die Durchführung der netzweiten Erhebung der Griffigkeit auf den Schweizerischen Nationalstrassen, insbesondere auch bezüglich Ausschreibung der Arbeiten (zugelassene Messgeräte) erarbeitet und bereitgestellt werden.

## **3. Abgrenzungen**

Da sich die Fragestellungen auf den Bereich Nationalstrassen konzentrierten, wurde das Schwergewicht der vorliegenden Untersuchung auf Stichprobenerhebungen bei der für Nationalstrassen massgebenden Messgeschwindigkeit von 80 km/h und ein kleinerer Teil auf Stichprobenerhebungen bei einer Messgeschwindigkeit von 60 km/h, entsprechend örtlicher Geschwindigkeitsbeschränkungen, gelegt.

Da die Nationalstrassenabschnitte verschiedene Belagsarten und unterschiedlichste Alter der Deckschichten aufweisen, waren sowohl alle häufig verwendeten Deckschichtarten als auch Deckschichten unterschiedlichsten Alters in die Untersuchung einzubeziehen. Aufgrund der mehrheitlich angewendeten bituminösen Beläge war hier auch das Schwergewicht zu legen; Betonbeläge mussten aber ebenfalls berücksichtigt werden.

Aufgrund dieser Verhältnisse kam der Auswahl der Messstellen grosse Bedeutung zu. Als wertvolle Hilfe bei der Auswahl konnte die Griffigkeitsdatenbank des IVT herangezogen werden.

## **4. Literaturerkenntnisse**

Zur Griffigkeit gibt es eine sehr grosse Anzahl von Publikationen aus verschiedensten Untersuchungen auf der ganzen Welt, namentlich auch in Europa.

Beim vorliegenden Forschungsprojekt musste deshalb davon ausgegangen werden, dass diese Erkenntnisse berücksichtigt sind und dass keine bereits untersuchten Fragestellungen erneut bearbeitet würden. Diese Gewähr konnte die Forschungsstelle IVT deshalb geben, weil das Institut seit Jahren international an Forschungsprojekten zur Griffigkeit beteiligt ist bzw. ihm die veröffentlichten Ergebnisse aus Untersuchungen zur Griffigkeit bekannt sind.

Im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojektes waren aus der Fülle der Erkenntnisse zu Fragen der Griffigkeit für die hier zentralen Fragestellungen (vgl. Ziffer 2) zwei Feststellungen bzw. Erkenntnisse von Bedeutung:

1. SCRIM-Messgeräte weisen verschiedene Bauarten auf, haben verschiedene Messkalibrierungen und führen deshalb nicht zu identischen (innerhalb Messgenauigkeitsfestlegungen) Messergebnissen. Deshalb werden u.a. z.B. in Deutschland alle für netzweite Griffigkeitserhebungen eingesetzten (privaten) SCRIM-Messgeräte jährlich vor Messbeginn einer Kontrolle und vor allem einer Kalibrierung am SRM-Messsystem der Bundesanstalt für Strassenwesen (BAST) unterzogen. Die Einstellungen der verschiedenen Messsysteme führen dazu, dass alle Messsysteme identische Griffigkeitsmessniveaus aufweisen und somit ihre Messergebnisse an einem einheitlichen Bewertungsmaßstab beurteilt werden können.
2. Zum Zusammenhang zwischen SRM und SCRIM Messsystemen gibt es einige wenige und aufschlussreiche Untersuchungen. So liegt ein Forschungsbericht [6] zum Zusammenhang SCRIM Firma Schniering, Essen und SRM-Bast (Bundesanstalt für Strassenwesen) Köln, aus dem Jahre 1989 und ein weiterer Forschungsbericht zur Genauigkeit von SRM-Messergebnissen mit einem Vergleich zu SCRIM vor [7].

Diese Forschungsergebnisse erhärten, dass nur der direkte Vergleich von zwei bestimmten Messgeräten (zweier unterschiedlicher Messsysteme) das Erstellen einer Korrelation zwischen den Messergebnissen der beiden Geräte erlaubt (vgl. auch Ziffer "Vergleichsmessungen Inzell 2001").

Aufgrund dieser Erkenntnisse war es angezeigt, erstmals ein SCRIM-Messgerät als Voruntersuchung für eine netzweite Erhebung der Griffigkeit auf Nationalstrassen auf seine Einsatzzweckmäßigkeit und Zuverlässigkeit zu testen. Gleichzeitig sollte die Vergleichbarkeit von SCRIM-Messergebnissen mit SRM-Messergebnissen geklärt und die Korrelation festgestellt und analysiert werden.

## II VORGEHEN

### 5. Untersuchungsmethode, Auswertungen

#### 5.1 Grundsatz

Die Erhebungen wurden mit den beiden Messsystemen SRM des IVT der ETH Zürich und mit dem SCRIM der Firma Schniering, Essen, Deutschland gleichzeitig (hintereinander gefahren) auf ausgewählten Strecken durchgeführt. Damit lassen sich äussere Einflüsse wie unterschiedliche Witterungsbedingungen (Temperatur, Fahrbahnbeschaffenheit, etc.) weitgehend ausschalten.

Beide Messsysteme arbeiten aber selbständig, d.h. die Benetzung der Fahrbahn zur Erstellung der erforderlichen Wasserflusssdicke erfolgte getrennt und je Messung separat selbständig während der Messung. Die Messabschnitte sind identisch und die Auswertung erfolgte über die identische Messlänge.

Die Messungen sollten auf den heute gebräuchlichsten Belagsarten auf jeweils mindestens 2 km langen Abschnitten erfolgen, so dass einerseits genügend Messwerte insgesamt, aber andererseits auch bei einer Intervallbildung von 100 m eine genügende Anzahl Werte je Messabschnitt vorlagen. Andererseits war es nötig, Erhebungsergebnisse möglichst im ganzen Bereich der Werte der Griffigkeitsskala zu erfassen, um die angestrebten Zusammenhänge ableiten zu können. Diese Forderung war nur teilweise erfüllbar, weil ja Abschnitte mit mittleren bis schlechten Griffigkeitswerten grundsätzlich eher selten vorliegen und zudem deren Lagen unbekannt sind. Einige Hinweise dazu lieferte das Bundesamt für Strassen. Im Weiteren liessen sich aus der IVT-Griffigkeitsdatenbank weitere Hinweise finden. Die Auswahl der Messstellen erwies sich unter diesen Umständen als äusserst schwierig.

#### 5.2 Messsysteme

Es wurden die beiden Messsysteme SRM (Stuttgarter Reibungsmesser) des IVT der ETH Zürich und der SCRIM der Firma Schniering, Essen, Deutschland, für die Erhebungen eingesetzt. Das SCRIM-Gerät der Firma Schniering wurde bereits mehrmals erfolgreich bei der netzweiten Erfassung der Griffigkeit auf deutschen Bundesautobahnen (BAB) eingesetzt, so dass damit ebenfalls wie beim SRM der ETH Zürich eine grosse Mess- und Auswerteerfahrung vorhanden ist. Zudem war bekannt, dass dieses Messgerät an einem SRM-Messsystem der BAST (Inzell) kalibriert wird, was im Hinblick auf den Vergleich der Messsysteme SRM und SCRIM im voraus interessant erschien. Dies sollte sich, wie hier später gezeigt wird (Ziffer Testvergleich), als sehr nützlich erweisen.

Die beiden Messsysteme weisen eine vollständig unterschiedliche Messmethode für die Bestimmung der Griffigkeit der Fahrbahnoberfläche auf.

#### **Stuttgarter Reibungsmesser (SRM)**

##### Prinzip

Der SRM besteht aus zwei Schlepprädern (je eines für die linke und die rechte Radspur), an denen bei vorgegebener Wassertiefe die Reibungskraft gemessen wird, woraus unter vorgegebener Radlast der Reibungskoeffizient berechnet wird.

Das Schlepprad weist einen konstanten Bremsschlupf auf: Simulation der Kraftschlussgrenze zwischen Reifen und Fahrbahn bei vorgewählter Wassertiefe.



Abb. 1 Griffigkeitsmesssystem SRM

### Griffigkeitsmessung mit der SCRIM

Messsystem, Messprinzip und Zustandsgrösse Griffigkeit

Das Messsystem SCRIM (Sidewayforce Coefficient Routine Investigation Machine) verwendet das Prinzip des zur Fahrtrichtung schräggestellten und unter Seitenschlupf abrollenden Messrades (Schräglaufwinkel  $20^\circ$ ).

Das Messrad ist ca. 1.5 m vor der Hinterachse des Träger-LKW montiert. Auf angelegter Fahrbahnoberfläche wird mit dem profillosen, in der rechten LKW-Rollspur laufenden Messreifen (Reifeninnendruck 3.5 bar) der Seitenreibungsbeiwert bei definierter Sollgeschwindigkeit (BAB: 80 km/h; Bundesstrassen: 60km/h; Stadtstrassen, kommunale Strassen: 40 km/h) ermittelt.

Zur Charakterisierung der Fahrbahngriffigkeit wird der Seitenreibungsbeiwert  $\mu$ -SCRIM bzw. SFC (engl.: Sidewayforce Coefficient) gebildet. Dieser Wert beschreibt das Verhältnis der durch Reibung auf das Messrad einwirkenden Seitenkraft zur Normalkraft des Messrades bei einer Radlast von 200 kg.

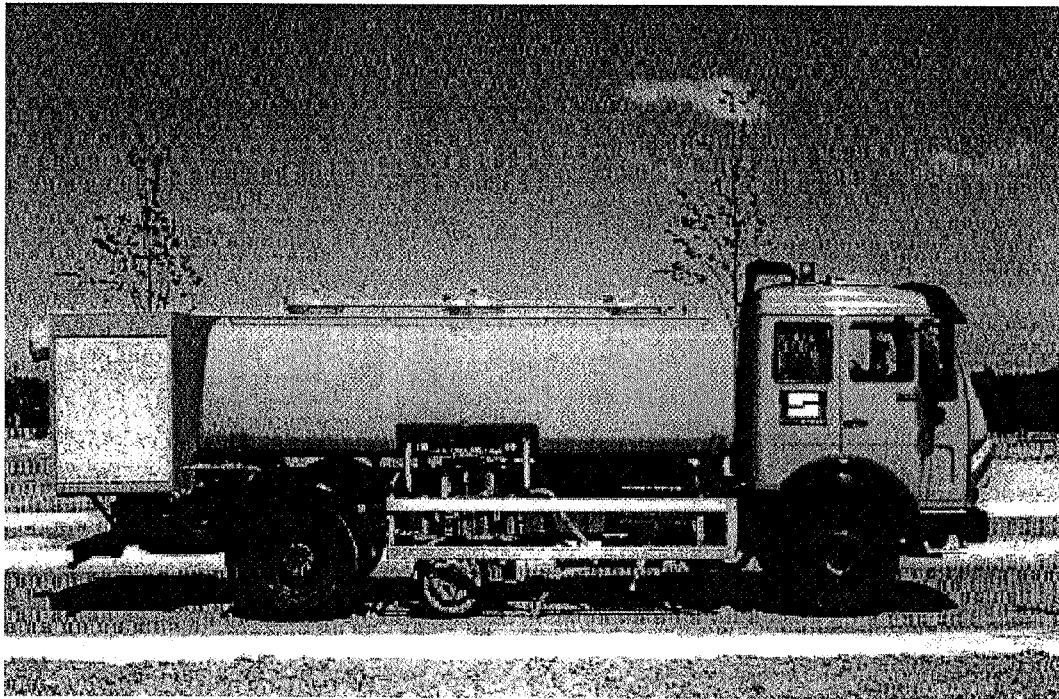


Abb.2: Griffigkeitsmesssystem SCRIM

Das Messsystem Stuttgarter Reibungsmesser bildet echte Bremsungen eines blockierten Rades nach (mit vorgegebenem Schlupf). Damit lässt sich der Griffigkeitswert (Reibungsbeiwert  $\mu$ -SRM) auf nasser Fahrbahn durch Messung der Reibungskraft (blockiertes Rad) bei vorgegebener Radlast direkt bestimmen. Da die Bestimmung manuell und nicht automatisch erfolgt, lassen sich für einen Messabschnitt von 2 km Länge genügend Einzelwerte bestimmen, diese liegen aber nicht in konstanten Abständen zueinander im Messabschnitt.

Beim Messverfahren SCRIM erfährt das Messrad durch Schrägstellung zur Fahrbahnachse einen Schlupf. Damit erfolgt eine Krafteintragung in Richtung Radachse. Diese Kraft wird gemessen und mit ihr der Quotient zur Radlast gebildet. Dieser Quotient wird als Seitenkraftbeiwert dem Griffigkeitswert  $\mu_{\text{SCRIM}}$  gleichgesetzt. Das Gerät ist in der Lage, alle 20 m einen bereits aus mehreren Impulsen gemittelten Einzelwert zu registrieren, womit sich konstante Zwischenabstände auf 2 km sowie in 100 m-Intervallen ergeben.

### 5.3 Auswertungen und Analysen

Die Auswertung der Erhebungen wurde getrennt je Messsystem durchgeführt. Dabei waren grundsätzlich folgende Griffigkeitswerte zu bestimmen:

- Mittelwert über den 2 km-Messabschnitt als arithmetisches Mittel aller registrierten Einzelmesswerte
- 100 m-Intervall-Mittelwerte als arithmetisches Mittel aus den im vorgegebenem Streckenintervall registrierten Einzelmesswerten
- Verlaufskurven über die 2 km-Abschnitte, hergestellt aus den Einzelmesswerten und aus den 100 m-Intervall-Mittelwerten.

Die Analysen dieser Ergebnisse wurden zentral durch die Forschungsstelle vorgenommen. Dabei waren folgende Ergebnisse von vorrangigem Interesse:

- Mittelwertdifferenzen für die 100 m-Intervalle und die 2 km-Abschnitte der Messergebnisse der beiden Messsysteme
- Korrelation der 100 m-Mittelwerte der Messergebnisse der beiden Messsysteme SRM (IVT, ETH Zürich) und SCRIM (Schniering)
- Mittelwertdifferenzen für die 100 m-Mittelwerte, gegliedert nach Belagsart der Messergebnisse der beiden Messsysteme

Diese Hauptgruppen von Ergebnissen sind in Teil III, Ergebnisse, zusammengestellt.

## 6. Auswahl der Messstellen

### 6.1 Anforderungen

Aufgrund der rund 8 am häufigsten vorkommenden Belagsarten sind je Belagsart zur Gruppenbildung etwa 4 bis 5 Messstellen verschiedensten Alters der betreffenden Deckschichten auszuwählen. Dies führte zu rund 40 Messstellen.

In diesen Messstellen sollten mehrheitlich Abschnitte, wo die Höchstgeschwindigkeit bei 120 km/h liegt, vorhanden sein. Die Messgeschwindigkeit beträgt in diesen Abschnitten 80 km/h, welche für die Beurteilung der Griffigkeit auf diesen Nationalstrassenstrecken massgebend ist.

Im Rahmen von Verzweigungsbauwerken (z.B. Weinigerkreuz, ZH) oder in Agglomerationsbereichen ist die Höchstgeschwindigkeit beschränkt (100 km/h oder 80 km/h). Hier beträgt die Messgeschwindigkeit 60 km/h.

Um Aussagen über das ganze Griffigkeitsspektrum von hoher, sehr guter bis ungenügender, schlechter Griffigkeit zu erhalten, waren die Messstellen sowohl auf alte, kurz vor der Erneuerung stehende als auch neuere Deckschichten (aber mindestens älter als 1 Jahr) zu verteilen.

Schliesslich sollten zur Erzielung repräsentativer Aussagen die Messstellen auch über das ganze Land verteilt sein, um die verschiedensten Witterungseinflüsse mitberücksichtigen zu können.

Mit Hilfe der Kenntnisse über die Belageeinbauten und Deckschichterenergiesungen des ASTRA, verschiedener Nachfragen bei Kantonen und unter Verwendung der Griffigkeitsdatenbank der Forschungsstelle konnten die Messstellen (MS) festgelegt werden (Siehe Ziffer 6.2). Sie verteilen sich über die ganze Schweiz und sind wie folgt gruppiert:

**Belagsart,  
 Deckschicht**

**Messgeschwindigkeit**

7 MS Splittmastixasphalt	31 MS Messgeschwindigkeit
6 MS Asphaltbeton	80 km/h
3 MS Gussasphalt	
10 MS Drainasphalt	16 MS Messgeschwindigkeit
5 MS Hot Rolled Asphalt	60 km/h
7 MS Microrauhbelag	(an 2 Messstellen konnten die
1 MS Oberflächenbehandlung	Messergebnisse nicht ausgewertet
10 MS Beton	werden)

**6.2 Verzeichnis der Messstellen**

Die folgende Abbildung zeigt die Lage und Verteilung der Messstellen. Die nachstehende Tabelle gibt Angaben zu den einzelnen Messstellen.

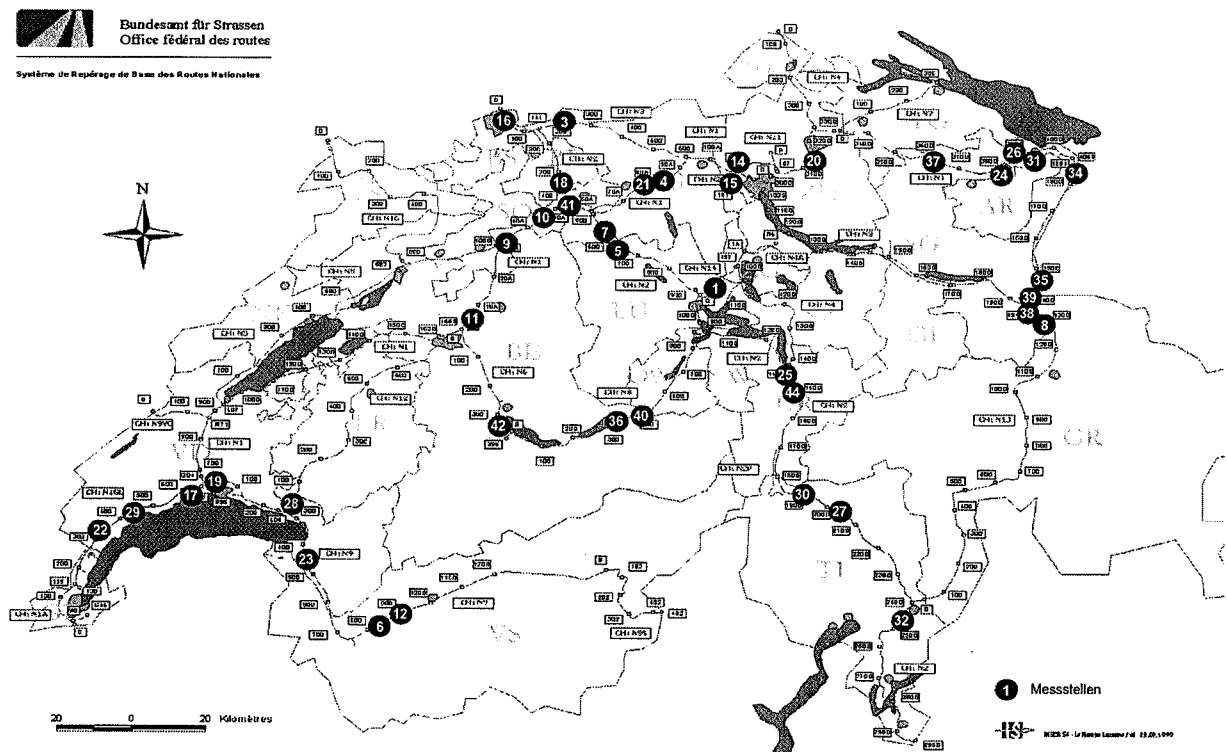


Abb.3: Ausgewählte Messstellen

Nr	Belag Typ	Strasse Kanton	Ort Abschnitte	Lage km	V [km/h]	Messrichtung
①	SMA 11s	N14 LU	Gisikon - Kt. Gz AG/LU	10.5 – 12.0	80	Richtung Zug
②	SMA 11s	N6 BE	Bern Ostring - Muri	4.0 – 6.0	60	Richtung Thun
③	SMA 11s	N3 AG	Mumpf - Rheinfelden	25.0 – 23,0	80	Richtung Basel
③a	SMA 11s	N3 AG	Mumpf - Rheinfelden	20.7 – 19.0	80	
④	SMA 11s	N1 AG	Suhr - Lenzburg	75.0 – 76.3	80	Richtung Zürich
⑤	SMA 11s	N2 LU	Dagmarsellen - Reiden	64.0- 62.0	80	Richtung Basel
⑥	SMA 11s	N9 VS	Martigny - Sierre	103.6 – 105.6	80	Richtung Sierre
⑦	AB 16s	N2 AG	Reiden - Zofingen	54.0 – 56.0	80	Richtung Basel
⑧	AB 16S PmB	N3 SG	Sargans – Bad Ragaz	192.0 – 194.0	80	Richtung Bad Ragaz
⑨	AB 16s	N1 SO	Vzw. Luterbach – Bern	27.0 – 29.0	80	Richtung Bern
⑩	AB 11s	N1 SO	Härkingen - Oensingen	47.0 – 49.0	80	Richtung Bern
⑪	AB 11s	N1 BE	Schönbühl - Kirchberg	7.0 – 9.0	60	Richtung Bern
⑫	AB 11	N9 VS	Martigny - Sierre	109.0 – 112.0	80	Richtung Sierre
⑭	GA	N1 ZH	Weininger Kr. – Gubrist Süd	290.0 – 292.0	60	Richtung St. Gallen
⑮	GA	N20 ZH	Weininger Kr. - Urdorf	90.0 – 92.0	60	Richtung Urdorf
⑯	GA 11/16s	N2 BS	Nordtangente (Tunnel Bad Bhf)	1.9 – 2.6	60	Richtung Deutschland
⑰	DRA 11s	N1 VD	Tolochenaz - Lonay	58.0 – 60.0	80	Richtung Genf (zT)
⑱	DRA 11s	N2 BL	Oberburg – Rastpl. Tenniken	29.0 – 31.0	60	Richtung Basel u. ZH
⑱a	DRA 11s	N2 BL	Oberburg – Rastpl. Tenniken	23.0 – 25.0	60	
⑱b	DRA 11s	N2 BL	Rastpl. Tenniken - Oberburg	23.0 – 25.0	60	Richtung Zürich
⑲	DRA 11s	N9 VD	Umfahrung Lausanne	5.0 – 7.0	60	Richtung Wallis
⑲a	DRA 11s	N9 VD	Umfahrung Lausanne	5.0 – 7.0	60	Richtung Genf
⑳	DRA 11	N1 ZH	Kemptal – Winterthur	323.0 – 323.8	80	Richtung St. Gallen
㉑	DRA 11s	N1 AG	Rothrist – Oftringen	62.0 – 66.0	80	Richtung Zürich
㉒	DRA 11s	N1 VD	Gland – Rolle	43.6 – 45.6	80	Richtung Genf
㉓	DRA 11s	N9 VD	Villeneuve – Aigle	43.0 – 45.0	80	Richtung Sion
㉔	HRA 16T	N1 SG	Rosenbergtunnel (0,1-0,4)	380.8 – 382.3	80	Richtung Rorschach
㉕	HRA	N2 UR	Seelisberg Süd – Flüelen	139.5 – 140.5 (Tunnel)	80	Richtung Gotthard

Nr	Belag Typ	Strasse Kanton	Ort Abschnitte	Lage km	V [km/h]	Messrichtung
26	HRA	N1 TG	Zubringer Arbon	5.5 - 6.1	60	Richtung Arbon
26a	HRA	N1 TG	Zubringer Arbon	5.0 - 6.1	60	Richtung St. Gallen
27	HRA	N2 TI	Chigglogna – Giomico	82.0 – 84.0	80	Richtung Bellinzona
28	MR 11s	N12 VD	Châtel St. Denis - Vevey	3.0 – 5.0	60	Richtung Lausanne
29	MR 11s	N1 VD	Gland - Morges	51.3-53.3	80	Richtung Genf
29a	MR 11s	N1 VD	Gland – Morges	38.9-41.0	80	Richtung Lausanne
29b	MR 11s	N1 VD	Gland – Morges	50.0 – 52.0	80	Richtung Lausanne
30	MR 11s	N2 TI	Airolo – Biasca	90.0 – 92.0	80	Richtung Bellinzona
31	MR	N1 SG	Mörschwil – Rorschach	403.0 – 405.0	80	Richtung St. Margrethen
32	MR	N2 TI	Bellinzona Süd – Generi	47.0 – 49.0	80	Richtung Chiasso
34	OB 6/10	N13 SG	St. Margrethen – St.Gallen	398.0 – 400.0	80	Richtung St. Gallen
35	Beton	N13 SG	Sevelen - Truebbach	145.0 – 147.0	80	Richtung Sargans
36	Beton	N8 BE	Böningen – Brienz	22.7 – 24.8	60	Richtung Brienz
37	Beton	N1 SG	Winkeln - Gossau	359.0 – 360.1	80	Richtung Zürich
38	Beton	N3 SG	Tiefenwinkel – Sargans	182.0 – 185.0	80	Richtung Sargans
39	Beton	N13 SG	Kriessen – Sargans	173.0 – 175.0	80	Richtung Sargans
40	Beton ?	N8 BE	Böningen – Brienz	26.9 – 29.1	60	Richtung Brienz
40a	Beton	N8 BE	Böningen – Brienz	22.7 – 24.9	60	Richtung Bern
41	Beton	N1 SO	Härkingen – Kt GZ So/AG	52.0 – 55.0	80	Richtung Zürich
42	Beton	N6 BE	Wimis - Thun	28.0 – 30.0	80	Richtung Bern
44	Beton	N2 UR	Seelisbergtunnel (Tunnel)	119.0,- 128.5	80	Richtung Flüelen

Tab. 1: Ausgewählte Messstellen

### III ERGEBNISSE

#### 7. Einleitung

##### 7.1 Auswertungen der Einzelmessstellen

Grundsätzlich wurden die Auswertungen für alle Messstellen gleich durchgeführt. Dabei wird für eine bestimmte Station (Kilometrierung) ein Griffigkeitswert angegeben, der durch das Messsystem ermittelt wurde. Beim Messsystem SRM folgen sich die Stationen aufgrund der Messmethoden in unregelmässigen Abständen, beim SCRIM-Messsystem wird kontinuierlich alle 20 m ein Messwert registriert. Die Dichte der Messwerte erlaubt Mittelwertbildungen für den ganzen Messabschnitt (2 km) sowie die Aggregation der Einzelmesswerte zu 100 m-Intervall-Mittelwerten. Die Mittelwerte entsprechen jeweils dem arithmetischen Mittel der registrierten Einzelmesswerte für den Abschnitt bzw. das 100 m-Intervall.

Im Folgenden werden beispielhaft an jeweils einer Messstelle die Bestimmung der für die Vergleiche der Messsysteme SRM und SCRIM benötigten Mittelwerte über die Abschnittslänge der Einzelmessstellen (2 km) und die aggregierten 100 m-Intervall-Mittelwerte aufgezeigt. Die Resultate der Auswertungen aller Einzelmessstellen sind im Anhang zusammengestellt.

Die nachfolgenden Tabellen und Abbildungen zeigen die Auswertergebnisse der Messstelle 3 jeweils numerisch (Tabelle) und grafisch (Verlaufskurve) der Messung des 2 km-Abschnittes mit SRM resp. mit SCRIM.

SRM							
Km	$\mu$	Km	$\mu$	Km	$\mu$	Km	$\mu$
23.010	0.410	23.494	0.356	23.994	0.343	24.532	0.395
23.045	0.408	23.504	0.359	24.029	0.390	24.542	0.422
23.057	0.407	23.539	0.381	24.038	0.376	24.579	0.362
23.069	0.440	23.549	0.359	24.048	0.408	24.587	0.358
23.114	0.353	23.559	0.430	24.092	0.328	24.597	0.387
23.124	0.396	23.603	0.398	24.105	0.337	24.606	0.376
23.134	0.405	23.613	0.399	24.118	0.335	24.638	0.314
23.166	0.388	23.623	0.408	24.151	0.351	24.646	0.322
23.173	0.398	23.663	0.391	24.162	0.376	24.656	0.349
23.183	0.368	23.673	0.367	24.171	0.398	24.666	0.372
23.193	0.401	23.682	0.389	24.216	0.362	24.702	0.322
23.230	0.365	23.727	0.307	24.228	0.376	24.710	0.313
23.238	0.380	23.737	0.314	24.240	0.399	24.720	0.335
23.247	0.383	23.747	0.324	24.275	0.349	24.730	0.345
23.257	0.367	23.779	0.384	24.285	0.397	24.765	0.351
23.289	0.352	23.786	0.403	24.295	0.410	24.774	0.358
23.297	0.369	23.796	0.411	24.340	0.387	24.784	0.369
23.307	0.373	23.806	0.389	24.349	0.401	24.826	0.317
23.316	0.428	23.851	0.324	24.359	0.404	24.834	0.309
23.353	0.369	23.861	0.318	24.391	0.368	24.844	0.301
23.361	0.377	23.870	0.369	24.399	0.379	24.853	0.331
23.371	0.367	23.902	0.378	24.409	0.366	24.888	0.371
23.381	0.374	23.910	0.401	24.418	0.410	24.898	0.370
23.415	0.363	23.920	0.372	24.463	0.360	24.908	0.374
23.425	0.361	23.930	0.403	24.473	0.378	24.953	0.323
23.435	0.398	23.966	0.322	24.483	0.356	24.962	0.340
23.477	0.339	23.974	0.317	24.515	0.363	24.972	0.338
23.485	0.335	23.984	0.343	24.523	0.384	25.012	0.345

Tab. 2: Einzelmesswerte aus Messsystem SRM (Beispiel Messstelle Nr. 3)

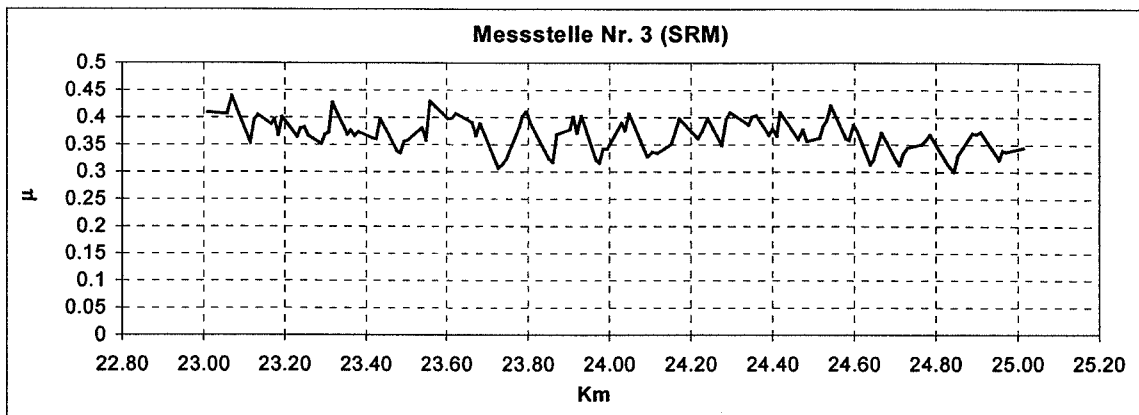


Abb. 4: Verlauf der Einzelmesswerte (Beispiel Messstelle Nr. 3)

SCRIM								
VON_BE	BIS_BETR	SFC80	VON_BET	BIS_BETR	SFC80	VON_BET	BIS_BETR	SFC80
TRKM	KM		RKM	KM		RKM	KM	
23.000	23.020	0.496	23.680	23.700	0.479	24.360	24.380	0.538
23.020	23.040	0.496	23.700	23.720	0.460	24.380	24.400	0.543
23.040	23.060	0.526	23.720	23.740	0.449	24.400	24.420	0.524
23.060	23.080	0.536	23.740	23.760	0.446	24.420	24.440	0.536
23.080	23.100	0.511	23.760	23.780	0.472	24.440	24.460	0.538
23.100	23.120	0.493	23.780	23.800	0.504	24.460	24.480	0.527
23.120	23.140	0.506	23.800	23.820	0.495	24.480	24.500	0.514
23.140	23.160	0.530	23.820	23.840	0.490	24.500	24.520	0.510
23.160	23.180	0.535	23.840	23.860	0.500	24.520	24.540	0.511
23.180	23.200	0.531	23.860	23.880	0.487	24.540	24.560	0.530
23.200	23.220	0.527	23.880	23.900	0.515	24.560	24.580	0.509
23.220	23.240	0.533	23.900	23.920	0.494	24.580	24.600	0.514
23.240	23.260	0.529	23.920	23.940	0.482	24.600	24.620	0.516
23.260	23.280	0.500	23.940	23.960	0.490	24.620	24.640	0.515
23.280	23.300	0.515	23.960	23.980	0.478	24.640	24.660	0.524
23.300	23.320	0.519	23.980	24.000	0.472	24.660	24.680	0.551
23.320	23.340	0.518	24.000	24.020	0.481	24.680	24.700	0.545
23.340	23.360	0.509	24.020	24.040	0.473	24.700	24.720	0.518
23.360	23.380	0.493	24.040	24.060	0.474	24.720	24.740	0.490
23.380	23.400	0.479	24.060	24.080	0.471	24.740	24.760	0.507
23.400	23.420	0.453	24.080	24.100	0.463	24.760	24.780	0.517
23.420	23.440	0.427	24.100	24.120	0.468	24.780	24.800	0.522
23.440	23.460	0.434	24.120	24.140	0.445	24.800	24.820	0.496
23.460	23.480	0.452	24.140	24.160	0.488	24.820	24.840	0.490
23.480	23.500	0.474	24.160	24.180	0.498	24.840	24.860	0.486
23.500	23.520	0.471	24.180	24.200	0.511	24.860	24.880	0.490
23.520	23.540	0.481	24.200	24.220	0.492	24.880	24.900	0.494
23.540	23.560	0.485	24.220	24.240	0.498	24.900	24.920	0.491
23.560	23.580	0.465	24.240	24.260	0.531	24.920	24.940	0.486
23.580	23.600	0.500	24.260	24.280	0.534	24.940	24.960	0.487
23.600	23.620	0.505	24.280	24.300	0.593	24.960	24.980	0.494
23.620	23.640	0.504	24.300	24.320	0.567	24.980	25.000	0.474
23.640	23.660	0.503	24.320	24.340	0.526			
23.660	23.680	0.494	24.340	24.360	0.541			

Tab. 3: Einzelmesswerte aus Messsystem SCRIM (Beispiel Messstelle Nr. 3)

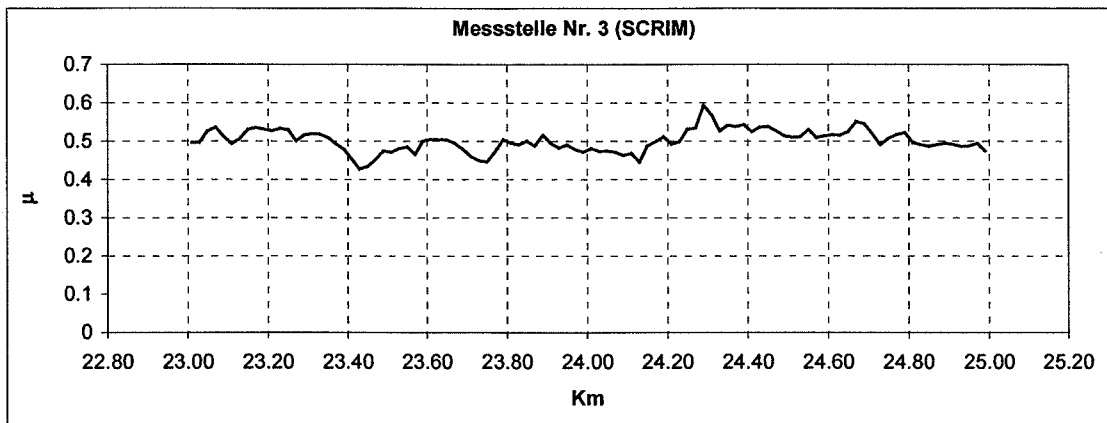


Abb. 5: Verlauf der Einzelmesswerte (Beispiel Messstelle Nr. 3)

Die nachfolgenden Tabellen und Abbildungen zeigen beispielhaft die Auswertergebnisse der aggregierten 100 m-Intervallwerte über einen 2 km-Messabschnitt der Messstelle 2, jeweils numerisch (Tabelle) und grafisch (Verlaufskurve).

Messstelle Nr. 2			
VON_BETR KM	BIS_BETK M	SRM	SCRIM
4.000	4.100	0.440	0.549
4.100	4.200	0.440	0.575
4.200	4.300	0.417	0.554
4.300	4.400	0.440	0.568
4.400	4.500	0.427	0.583
4.500	4.600	0.424	0.629
4.600	4.700	0.483	0.632
4.700	4.800	0.439	0.601
4.800	4.900	0.455	0.592
4.900	5.000	0.433	0.601
5.000	5.100	0.461	0.616
5.100	5.200	0.445	0.591
5.200	5.300	0.426	0.587
5.300	5.400	0.412	0.606
5.400	5.500	0.484	0.637
5.500	5.600	0.440	0.576
5.600	5.700	0.465	0.598
5.700	5.800	0.441	0.619
5.800	5.900	0.413	0.595
5.900	6.000	0.436	0.600

Tab. 4: 100m-Intervallwerte eines 2km-Abschnittes (Beispiel Messstelle Nr. 2)

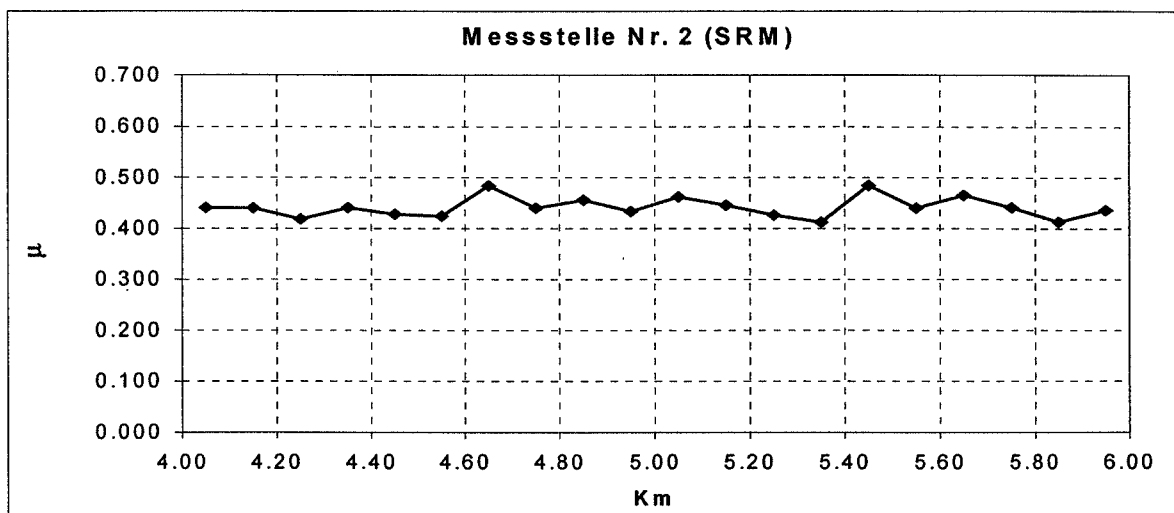


Abb. 6: Verlauf der 100m-Intervallwerte (Messsystem SRM)

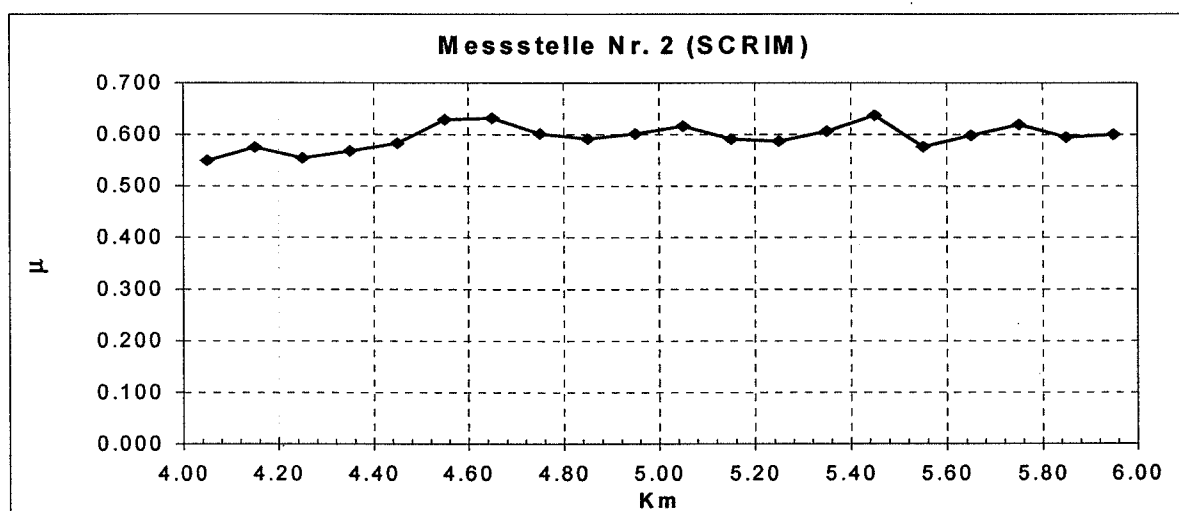


Abb. 7: Verlauf der 100m-Intervallwerte (Messsystem SCRIM)

## 7.2 Kontrolle der Messungen

Zur Kontrolle der Messung und zur Entdeckung allfälliger Ausreisser von Einzelmesswerten wurden einerseits für sämtliche Messstellen die Verlaufskurven der registrierten Einzelmesswerte von SRM und SCRIM und andererseits der 100 m-Intervallwerte wiederum von SRM und SCRIM einander gegenübergestellt. Die folgende Abbildung zeigt ein Beispiel (Messstelle Nr. 1).

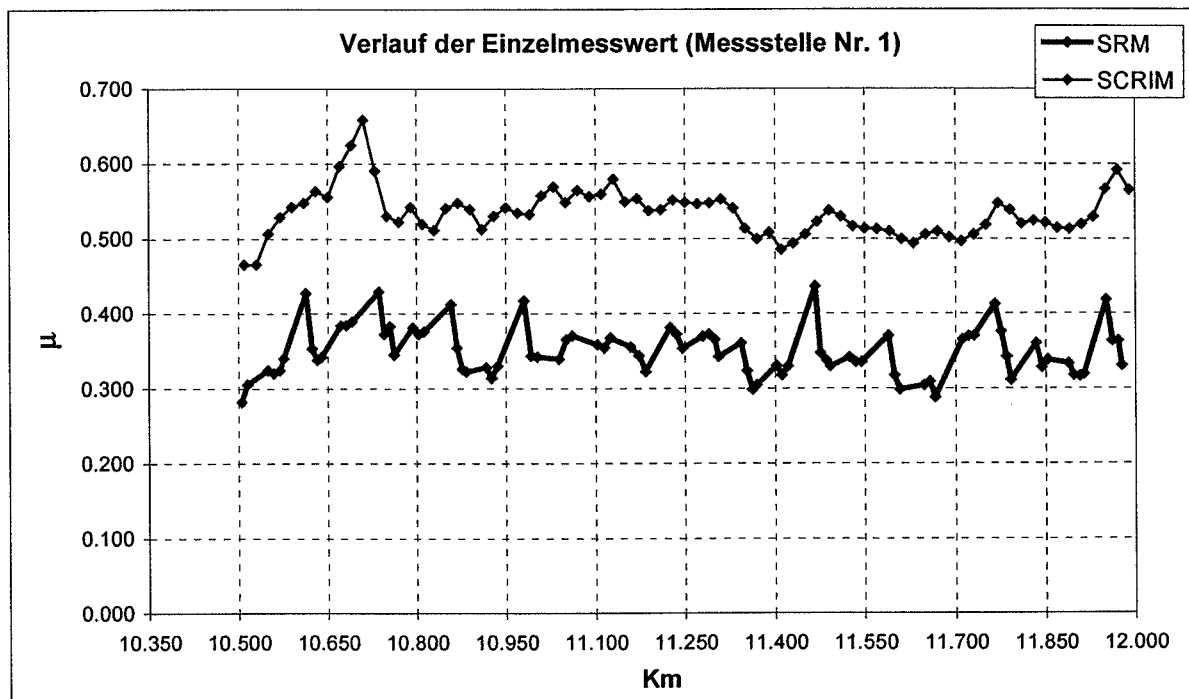


Abb. 8: Gegenüberstellung der Verläufe der Einzelmesswerte der beiden Messsysteme SRM und SCRIM (Beispiel Messstelle Nr. 1)

Die Abbildung zeigt:

Im ersten Abschnitt zwischen km 10.5 und 10.8 sind beide Kurven ansteigend. Im zweiten Abschnitt zwischen km 10.8 und 11.7 sind beide Kurven beinahe konstant. Im letzten Abschnitt sind beide Kurven wieder leicht ansteigend.

Aus der Abbildung ist ersichtlich, dass das Messwertniveau beim Messsystem SCRIM höher ist, dass die Verlaufskurven grundsätzlich ähnlich liegen, dass aber die Einzelmesswerte an einer bestimmten Station durchaus unterschiedlich ausfallen. Aus dieser Erkenntnis bestätigt sich deutlich, dass für den Vergleich die 100 m-Intervallwerte eine stabile und robuste Basis darstellen.

Die folgende Abbildung zeigt die Verlaufskurven der 100 m-Intervallwerte (Beispiel Messstelle 1). Es werden dabei die beiden Verlaufskurven der Messungen SRM und SCRIM gegenübergestellt.

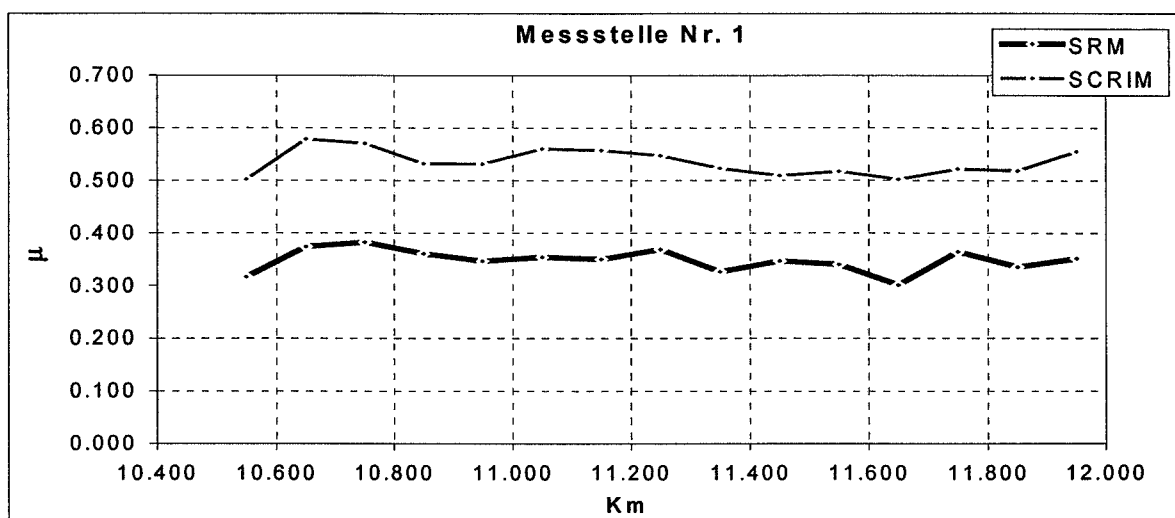


Abb. 9: Gegenüberstellung der Verläufe der 100m-Intervallwerte der beiden Messsystemen SRM und SCRIM

Die Überprüfung der Verlaufskurven sämtlicher Messstellen führte zur Ausscheidung von 2 Messstellen mit nicht plausiblen resp. nicht ähnlichen Verlaufskurven.

Aus der Gegenüberstellung der Gesamtheit aller Verlaufskurven kann gefolgert werden, dass

- die beiden Messsysteme SRM und SCRIM beide ähnlich gut ansprechen bzgl. örtlich vorhandener Griffigkeit,
- bei Aggregation mit 100 m-Intervallwerten sehr ähnliche Verläufe der Messwertkurven resultieren und damit grundsätzlich das eine oder das andere Messsystem einsetzbar ist,
- hinsichtlich Griffigkeitsniveau ein sehr grosser Unterschied von im Mittel rund 0.2 besteht, was zu Problemen bei der Bewertung führen dürfte.

## 8. Gegenüberstellung der Griffigkeitsmessergebnisse SRM und SCRIM

### 8.1 Mittelwerte und Streuungen der Griffigkeit aller Messstellen (2 km-Abschnitte)

In den folgenden Tabellen sind für die Gesamtheit der Messstellen die Griffigkeitsmittelwerte und deren Streuungen für die 2 km Messabschnitte zusammengestellt. Dabei werden die Messstellen nach den beiden Messgeschwindigkeiten 80 km/h und 60 km/h gruppiert, weil das Griffigkeitsniveau grundsätzlich geschwindigkeitsabhängig ist.

Es sind jeweils die Mittelwerte und Streuungen für beide Messsysteme direkt gegenübergestellt. Schliesslich wurde ein Durchschnittswert der Mittelwerte und der Streuungen für beide Messsysteme und beide Messgeschwindigkeiten bestimmt und auf der letzten Tabellenzeile angegeben (Tab. 5 und Tab. 6).

Messstelle	Mittelwert 80 km/h		Streuung 80 km/h	
	Nr.	SRM	SCRIM	SRM
1	0.349	0.534	0.033	0.032
3	0.368	0.501	0.031	0.029
3a	0.380	0.542	0.025	0.018
4	0.400	0.579	0.043	0.023
5	0.351	0.577	0.041	0.039
6	0.225	0.468	0.038	0.050
7	0.415	0.592	0.037	0.021
8	0.419	0.703	0.035	0.067
9	0.378	0.561	0.023	0.031
10	0.388	0.547	0.044	0.040
12	0.397	0.633	0.038	0.050
17	0.378	0.566	0.023	0.034
20	0.394	0.541	0.033	0.030
21	0.384	0.582	0.017	0.015
22	0.399	0.623	0.024	0.031
23	0.345	0.511	0.014	0.018
24	0.388	0.634	0.026	0.035
27	0.347	0.572	0.066	0.068
29a	0.202	0.498	0.020	0.026
29b	0.203	0.447	0.040	0.047
30	0.293	0.516	0.055	0.079
31	0.421	0.642	0.026	0.016
32	0.399	0.664	0.033	0.058
34	0.399	0.580	0.032	0.035
35	0.357	0.488	0.040	0.030
37	0.339	0.526	0.039	0.039
38	0.418	0.679	0.050	0.129
39	0.467	0.730	0.032	0.032
41	0.356	0.486	0.045	0.044
42	0.420	0.562	0.099	0.157
44	0.228	0.381	0.057	0.072
<b>n=31</b>	<b>0.362</b>	<b>0.563</b>	<b>0.037</b>	<b>0.045</b>

Tab. 5: Mittelwerte und Streuung der 2km-Abschnitte bei den Messsystemen SRM und SCRIM (V=80 km/h)

Messstellen	Mittelwerte 60 km/h		Streuungen 60 km/h	
	SRM	SCRIM	SRM	SCRIM
Nr.				
2	0.441	0.595	0.040	0.030
11	0.421	0.627	0.029	0.027
14	0.372	0.654	0.078	0.115
15	0.486	0.666	0.034	0.024
16	0.371	0.525	0.031	0.036
18	0.445	0.564	0.025	0.028
18a	0.462	0.671	0.049	0.071
18b	0.436	0.671	0.043	0.071
19	0.381	0.497	0.043	0.077
19a	0.557	0.784	0.029	0.025
26	0.428	0.622	0.040	0.04
26a	0.371	0.550	0.042	0.040
28	0.402	0.550	0.042	0.050
36	0.578	0.687	0.111	0.088
40	0.517	0.696	0.082	0.094
40a	0.548	0.668	0.126	0.106
<b>n=16</b>	<b>0.451</b>	<b>0.627</b>	<b>0.053</b>	<b>0.058</b>

Tab. 6: Mittelwerte und Streuung der 2km-Abschnitte bei den Messsystemen SRM und SCRIM (V=60 km/h)

## 8.2 Mittelwertdifferenzen der Griffigkeit (100 m-Intervalle, 2 km-Abschnitte)

Die folgenden Abbildungen zeigen grafisch die Mittelwertdifferenzen zwischen SRM und SCRIM und deren Verteilungen.

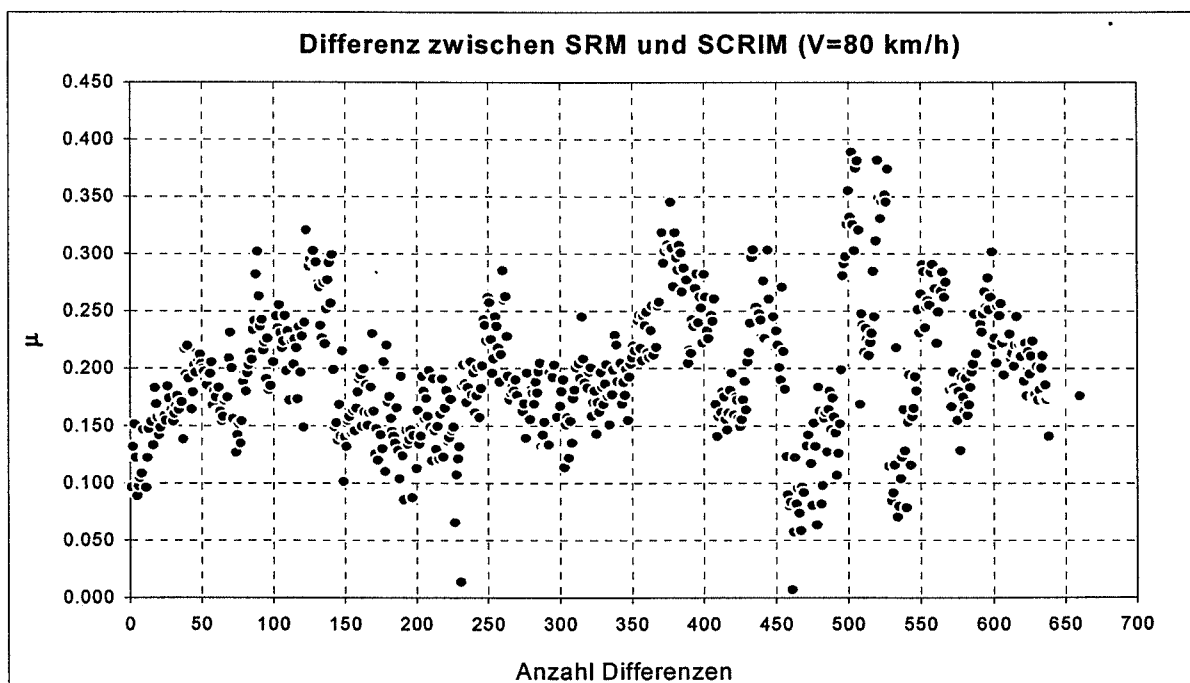


Abb. 10: Mittelwertdifferenzen der 100m-Intervallwerte zwischen SRM und SCRIM (Messgeschwindigkeit 80 km/h)

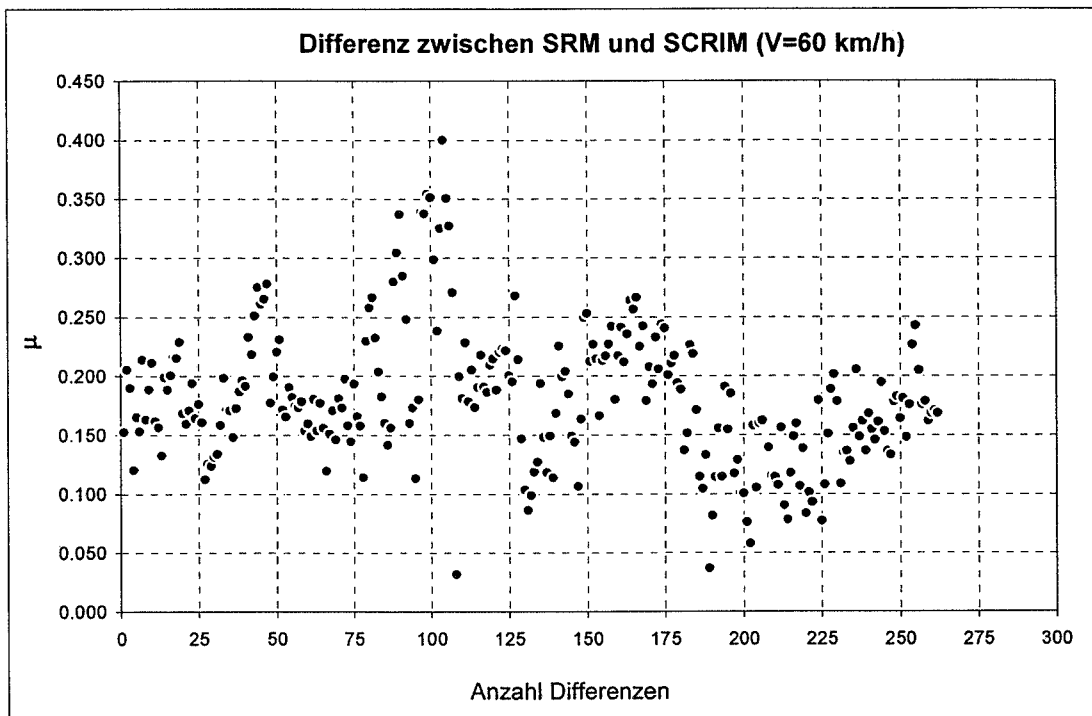


Abb. 11: Mittelwertdifferenzen der 100 m-Intervallwerte zwischen SRM und SCRIM (Messgeschwindigkeit 60 km/h)

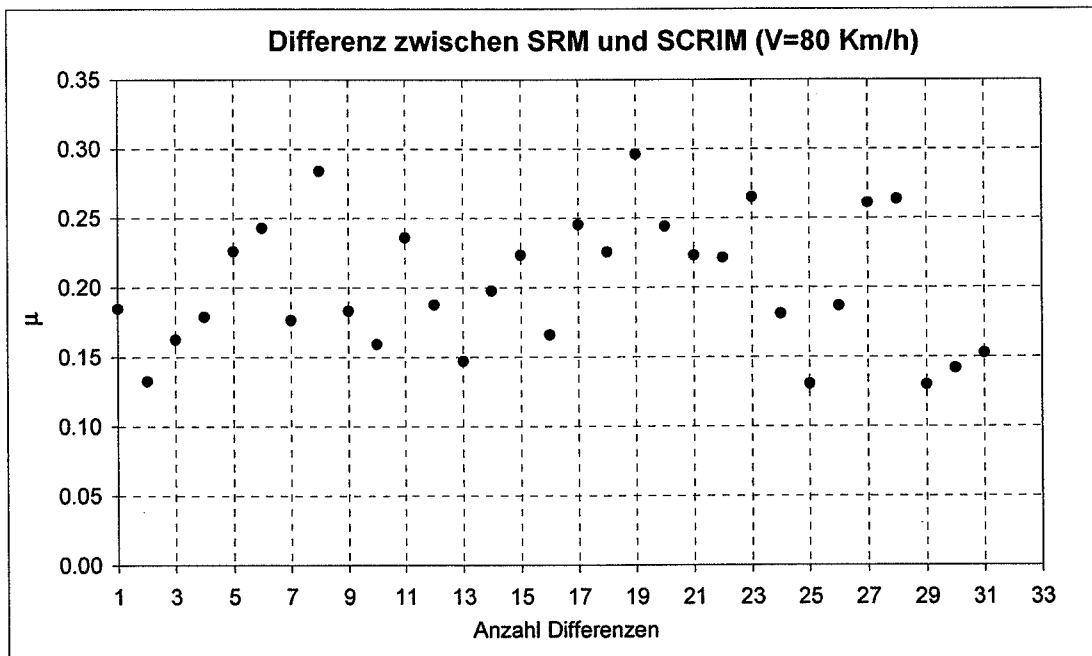


Abb. 12: Mittelwertdifferenzen der 2km-Abschnittsmittelwerte zwischen SRM und SCRIM (Messgeschwindigkeit 80 km/h)

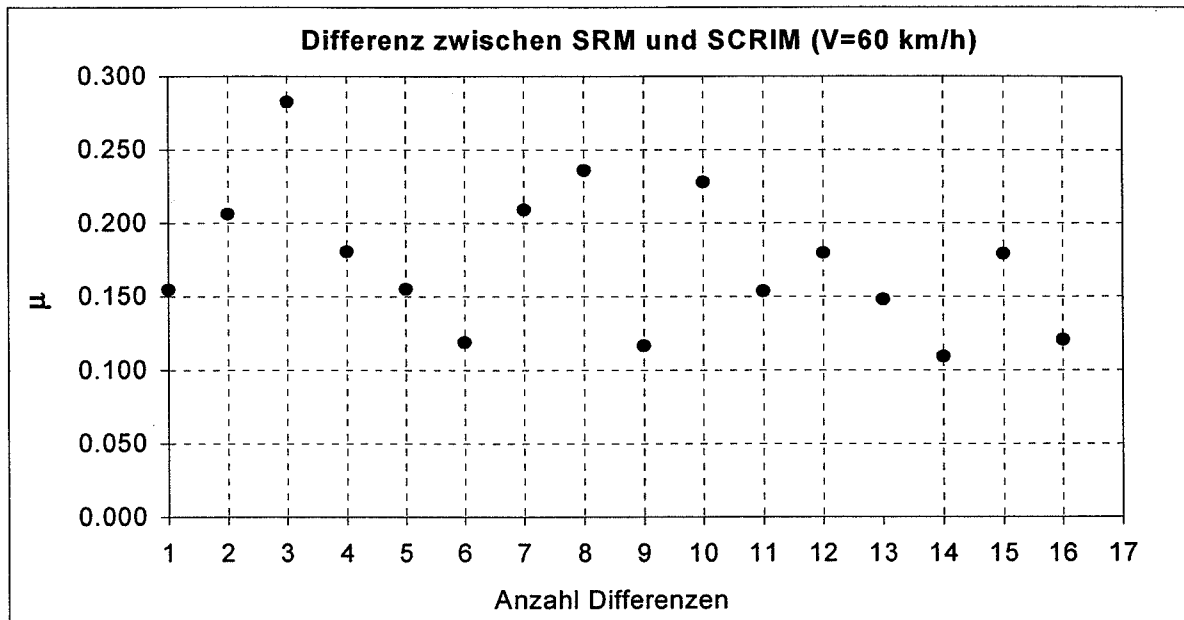


Abb. 13: Mittelwertdifferenzen der 2km-Abschnittsmittelwerte zwischen SRM und SCRIM (Messgeschwindigkeit 60 km/h)

### 8.3 Griffigkeitsniveaus gegliedert nach Belagsarten (2 km-Abschnitte)

Die folgenden Abbildungen zeigen die Griffigkeitsniveaus (2 km-Abschnitte) des Messsystems SCRIM (höhere Werte) und SRM (tiefere Werte) für die verschiedenen Belagsarten SMA, AB, HRA, MR und Betonbeläge.

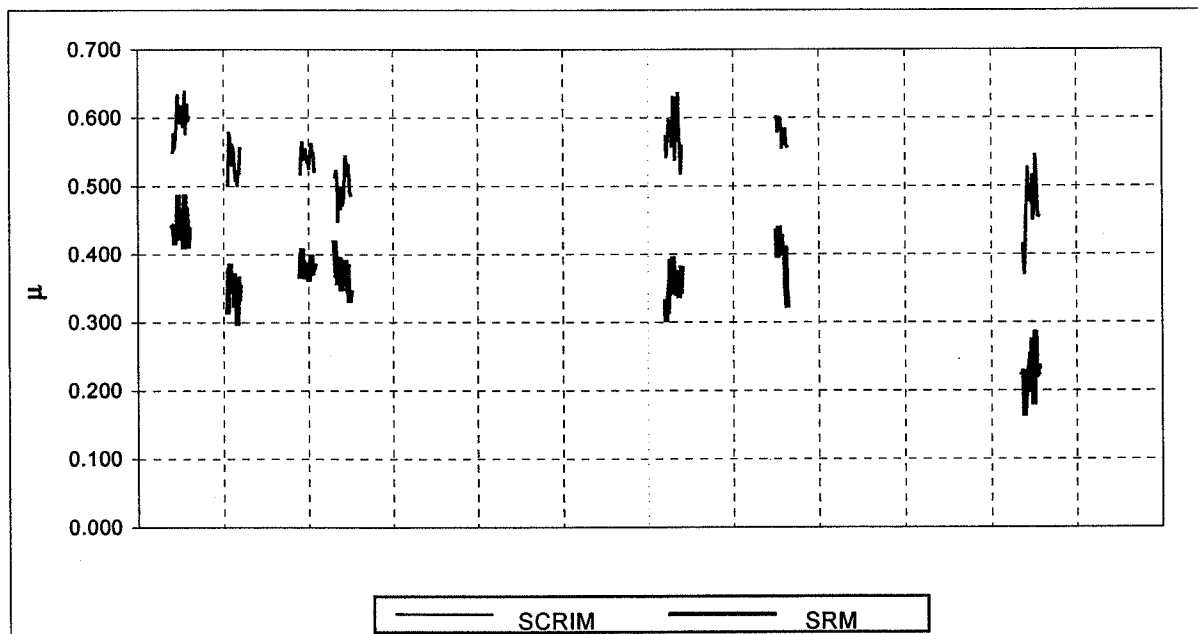


Abb.14: Griffigkeitsniveaus für SMA-Beläge

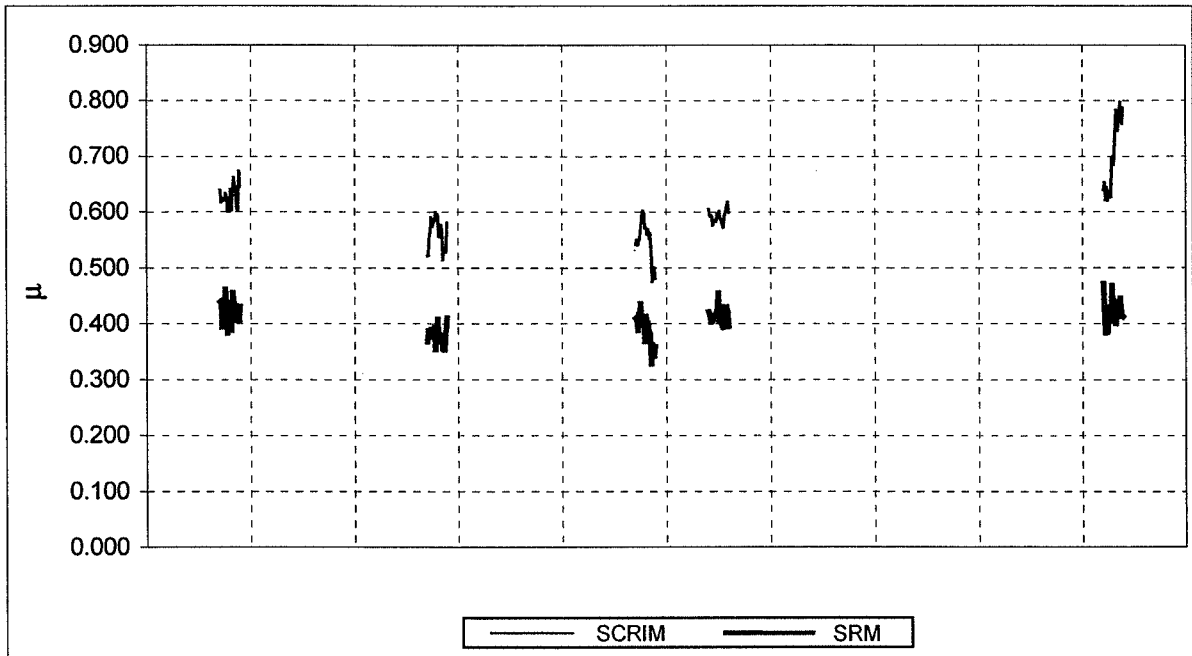


Abb.15: Griffigkeitsniveaus für AB-Beläge

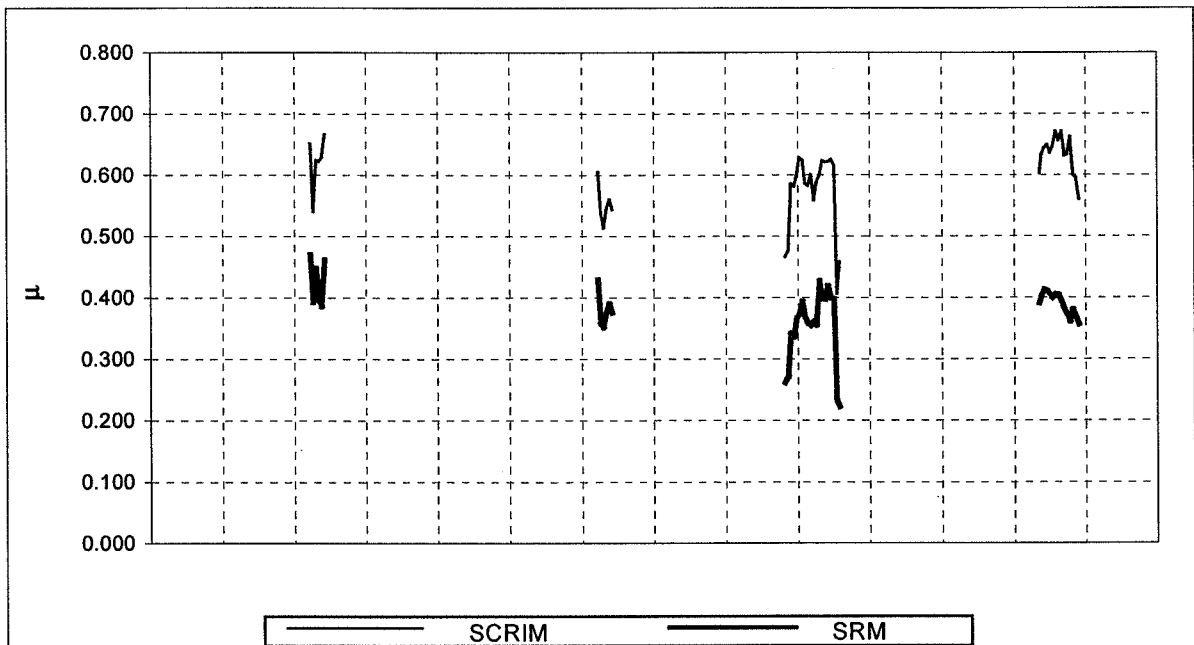


Abb. 16: Griffigkeitsniveaus für HRA-Beläge

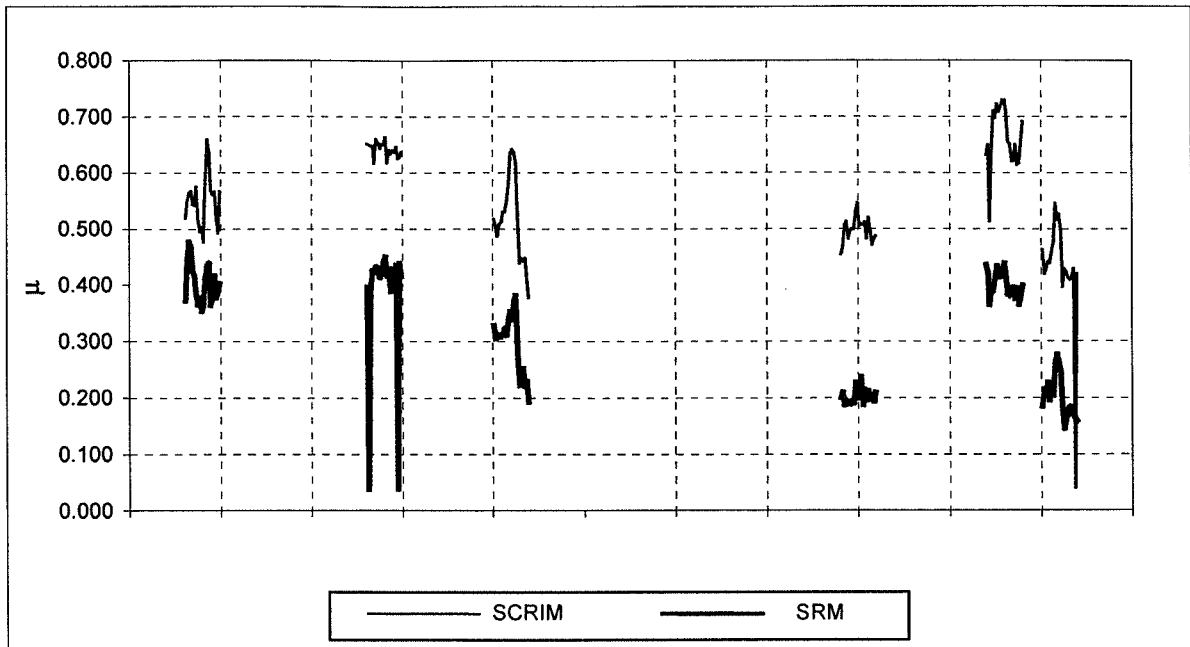


Abb. 17: Griffigkeitsniveaus für MR-Beläge

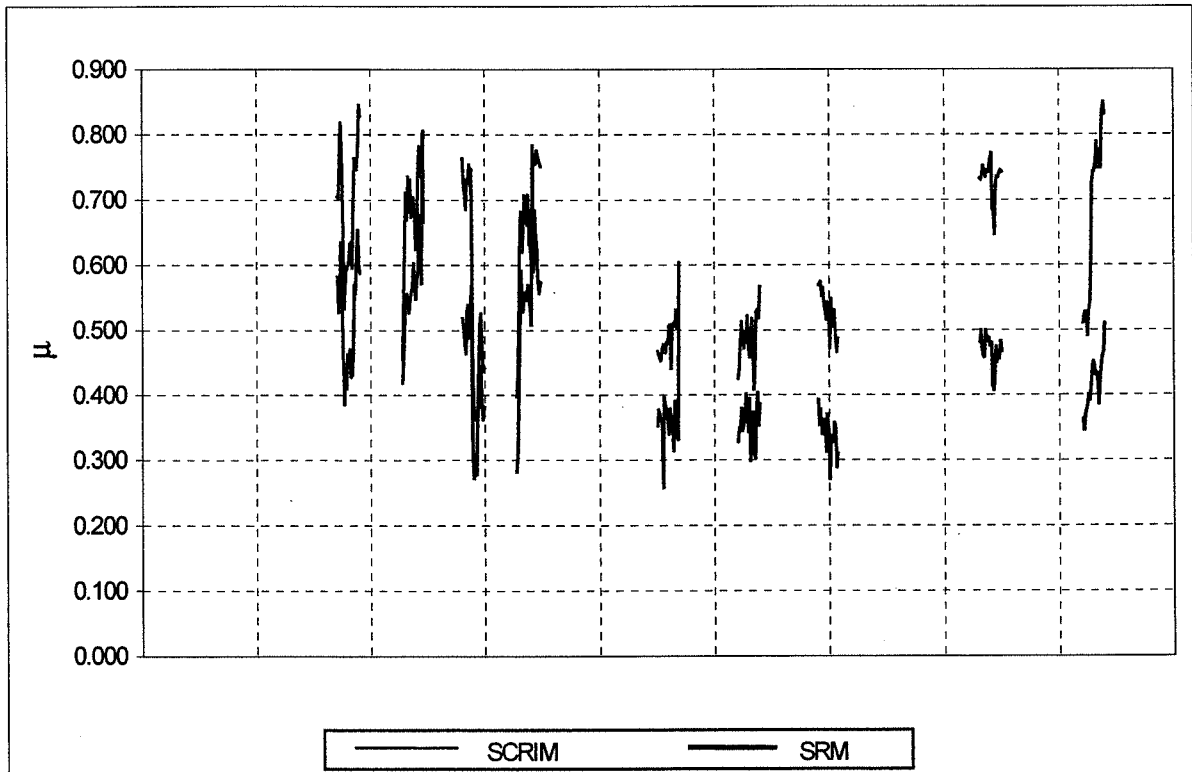


Abb. 18: Griffigkeitsniveaus für Beton-Beläge

#### **8.4 Erkenntnisse aus der Gegenüberstellung der Mittelwerte der Messungen mit SRM und SCRIM**

- Das Griffigkeitsniveau von SRM mit im Mittel 0.362 und SCRIM mit 0.563 unterscheidet sich stark (Messgeschwindigkeit 80 km/h). Dieser Unterschied von 0.2 ist bei einer Messbandbreite zwischen 0.2 und 0.7 sehr gross.
- Das Mittel der Streuungen der beiden Messsysteme ist ähnlich. Dies bedeutet, dass die beiden Messsysteme für sich einzeln je eine ähnliche Ansprechgenauigkeit beim Messen aufweisen.
- Bei den Ergebnissen der Gruppe der Messstellen mit Messgeschwindigkeit 60 km/h zeigen sich ähnliche Verhältnisse. Damit dürften für den Bereich der Autobahnen, wo Messgeschwindigkeiten von 80 km/h und 60 km/h verwendet werden, bzgl. Messgenauigkeit keine Unterschiede auftreten.
- Die Mittelwertdifferenzen SRM – SCRIM der 100m-Intervallwerte sind sehr homogen verteilt. Es häufen sich Differenzen im Bereich von 0.2 und es treten maximale Differenzen bis 0.4 und minimale Differenzen von rund 0.0 auf. Es gibt keine Ausreisser. Dies gilt sowohl für die Gruppe der Messstellen mit Messgeschwindigkeit 80 km/h als auch für jene mit Messgeschwindigkeit 60 km/h.
- Praktisch gleiche Ergebnisse bzgl. Homogenität der Verteilung zeigen sich bei den Mittelwertdifferenzen der 2 km-Abschnitte, wobei die Schwankungen naturgemäss etwas kleiner sind (durch die zweimalige Mittelwertbildung).
- Aufgrund der Verteilungen der Mittelwerte und der Mittelwertdifferenzen erweisen sich die Stichproben (Messstellengruppen 80 km/h und 60 km/h) der beiden Messsysteme als unabhängig und stabil.
- Die Aufgliederung der Messergebnisse in Gruppen von Messstellen gleicher Belagsarten zeigt, dass die Differenzen im Griffigkeitsniveau zwischen SRM und SCRIM bei allen Belagsarten mit bituminösem Aufbau ähnlich sind. Der Unterschied im Griffigkeitsniveau ist also unabhängig vom Belag. Bei Betonbelägen zeigen sich die Differenzen in ähnlicher Art, wobei die Schwankungen der Griffigkeitswerte innerhalb einer Messstelle z.T. grösser sind.

#### **8.5 Korrelation der 100 m-Intervallwerte SRM und SCRIM**

Zur Bestimmung der Korrelation zwischen den beiden Messsystemen SRM und SCRIM wurden je für die beiden Messstellengruppen mit Messgeschwindigkeit 80 km/h und 60 km/h die 100m-Intervallwert-Korrelationen untersucht. Daraus liessen sich die mathematischen Zusammenhänge zwischen den Messergebnissen der beiden Messsysteme bestimmen und die Qualität der Zusammenhänge ( $R^2$ ) beurteilen.

Die beiden Abbildungen 19 und 20 zeigen die Ergebnisse der Zusammenhänge.

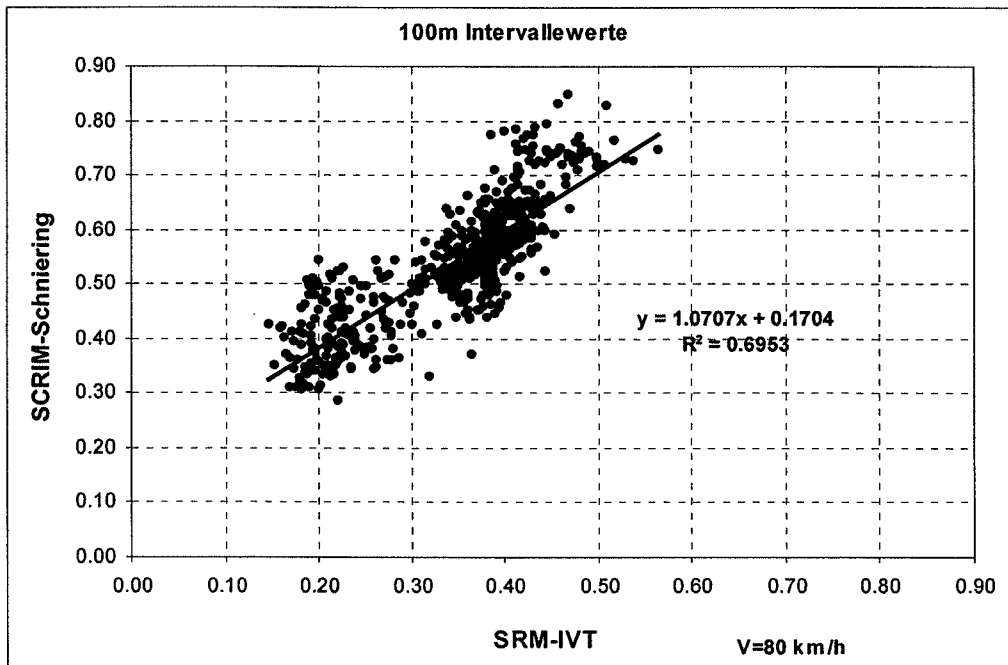


Abb. 19: Korrelation der 100 m-Intervallwerte zwischen SRM und SCRIM bei Messgeschwindigkeit 80 km/h

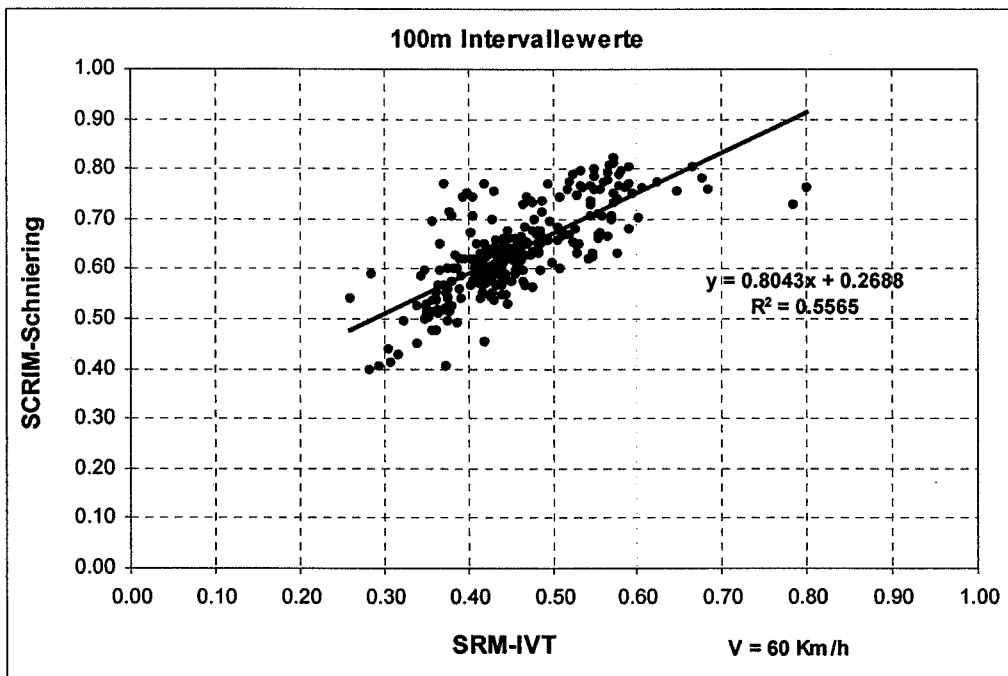


Abb. 20: Korrelation der 100m-Intervallwerte zwischen SRM und SCRIM bei Messgeschwindigkeit 60 km/h

Die Ergebnisse der beiden Korrelationen (Abbildungen 19 und 20) zeigen:

- Es besteht ein Zusammenhang zwischen den Messergebnissen des Messsystems SCRIM und denjenigen des Messsystems SRM bei der Messgeschwindigkeit 80 km/h:

$$y (\text{SCRIM}) = 1.0707 \times (\text{SRM}) + 0.1704$$

Die Korrelation ist mit einem Bestimmtheitsmass von  $R^2 = 0.6953$  genügend, so dass der Zusammenhang als gesichert angesehen werden kann.

- Es besteht ebenfalls ein Zusammenhang zwischen den Messergebnissen des Messsystems SCRIM und denjenigen des Messsystems SRM bei der Messgeschwindigkeit 60 km/h:

$$y (\text{SCRIM}) = 0.8043 \times (\text{SRM}) + 0.2688$$

Die Korrelation ist mit einem Bestimmtheitsmass von  $R^2 = 0.5565$  weniger gut als bei 80 km/h, aber ausreichend, so dass der Zusammenhang ebenfalls gesichert ist.

- Unter Berücksichtigung der Erkenntnisse in Ziffer 8.4, d.h. insbesondere der grossen Differenzen der Griffigkeitsniveaus von rund 0.2, erscheint die Verwendung der Korrelation zur direkten Umrechnung von SCRIM-Messwerten in SRM-Griffigkeitswerte problematisch. Im Teil IV dieses Forschungsberichtes werden diese Problematik diskutiert und Folgerungen aus den Diskussionsergebnissen abgeleitet.

Die bis dahin durchgeführten Auswertungen und Analysen gestatteten die Beantwortung der im Forschungsziel formulierten Fragen nur teilweise. Deshalb sind im folgenden Abschnitt (Ziffer 8.6) vorläufig die bisher schlüssigen Erkenntnisse zusammengestellt.

## 8.6 Zwischenerkenntnisse

Die Erhebungen, Auswertungen, Analysen und Beurteilungen lassen vorläufig folgende Folgerungen zu:

1. Das Messsystem SCRIM ist aufgrund der Erfahrungen bei den Stichprobenmessungen an über 40 Messstellen auf dem Schweiz. Nationalstrassennetz geeignet für einen netzweiten Einsatz (rund 6000 km Fahrstreifen) zur Erhebung der Griffigkeit.

Dies begründet sich wie folgt:

- Das Messsystem ist robust und erlaubt die Erhebung einer grossen täglichen km-Leistung
- Das Ansprechverhalten bzgl. Erfassung der Griffigkeit ist gut. Dies konnte durch Vergleich mit den SRM-Messungen (Verlaufskurven) nachgewiesen werden.
- Die Messgenauigkeit ist zufriedenstellend, was anhand der ähnlichen Streuungen der Messwerte der beiden Messsysteme SCRIM und SRM erkannt werden konnte.
- Die beabsichtigten Auswertungen der Messungen und die damit verbundenen Mittelwertbildungen (100 m-Intervallwerte) sind möglich und lassen sich einfach durchführen.

2. Das Griffigkeitsniveau, das mit dem SCRIM-Messsystem erhoben wird, liegt höher als jenes des Messsystems SRM. Im Mittel ist eine Differenz von 0.2 ausgewertet worden. Die Einzelwerte der Messstellen weisen Differenzen zwischen 0.1 und 0.3 auf. Diese z.T. grossen Unterschiede im Griffigkeitsniveau sind vorerst nicht erklärbar, weil bisherige Erfahrungen Unterschiede von rund 0.05 ausweisen. Aus diesem Grunde ist die Anwendung des an sich eindeutigen und gesicherten Korrelationszusammenhangs vorerst fraglich. Dies um so mehr, weil die Anwendung der Umrechnung zu Fehlschlüssen bei der Beurteilung der Griffigkeit führen kann (siehe Ziffer 8.7).
3. Es galt im Rahmen dieses Forschungsauftrages, soweit dies in finanzieller Hinsicht möglich war, der Problematik des grossen Unterschiedes im Griffigkeitsniveau der beiden Messsysteme nachzugehen.

Aus diesem Grunde wurden zwei weitere, im damaligen Untersuchungsprogramm nicht vorgesehene, Untersuchungen angesetzt. Es betraf dies vorerst eine Kontrollauswertung zur Analyse eines allfälligen Einflusses der Spurrinnentiefe auf die Messwerte der Griffigkeit. Schliesslich wurde eine Pilotuntersuchung zum Vergleich von zwei SRM-Messsystemen mit dem SCRIM-Messsystemen (Schniering) mittels Messungen auf Teststrecken (in Zusammenarbeit mit der Aussenstelle Inzell der BAST), durchgeführt.

Im Folgenden soll hier aber vorerst auf die Problematik der Bewertung der Griffigkeit, hervorgerufen durch die grossen Unterschiede im Griffigkeitsniveau zwischen den beiden Messsystemen SRM und SCRIM, eingegangen werden, bevor die Ergebnisse der weiteren Abklärungen dargestellt werden (Ziffer 9).

### 8.7 Beurteilungsgrundlagen für die Griffigkeit

Der grosse Unterschied im Griffigkeitsniveau der beiden Messsysteme führt auch bei bekannter Korrelation, wie nachfolgend gezeigt wird, zu Problemen bei der Bewertung.

Die Schweizer Norm SN 640 510b, Griffigkeit, Messverfahren [2], legt das Messprinzip mit dem Schlepprad Skiddometer fest. In der Norm SN 640 511b [3], Griffigkeit, Bewertung, werden Richtwerte für die noch annehmbaren Werte der Griffigkeit nach dem Skiddometermessverfahren wie folgt definiert:

Höchstgeschwindigkeit $V_z$ [km/h]	Messgeschwindigkeit [km/h]	$\mu$ -Wert (blockiertes Rad)
$V_z \leq 60$	40	0.48
$60 < V_z \leq 100$	60	0.39
$V_z > 100$	80	0.32

Tab.7: Richtwerte für die Griffigkeit bei Anwendung des Skiddometers (SN 640 511b)

In der Zwischenzeit wurde in der Schweiz zur Erfassung der Griffigkeit häufig anstelle des Skiddometers das neuere Messsystem SRM verwendet. Gemäss Norm SN 640 510b, Ziffer 22, können für die Griffigkeitsmessung auch andere Schleppräder verwendet werden, sofern eine eindeutige Korrelation zum Skiddometer-Messgerät des IVT besteht. Die Korrelation zwischen dem Skiddometer Messgerät der ETH Zürich und dem SRM des IVT wird zur Zeit anhand vieler Vergleichsmessungen überprüft.

Die folgende Tabelle zeigt die Zusammenhänge zwischen SRM und Skiddometer [4] und [5]:

Messgeschwindigkeit [km/h]	Korrelationsgleichung
40	$\mu_{Skidd} = 1.54 \mu_{SRM} - 0.23$
60	$\mu_{Skidd} = 1.47 \mu_{SRM} - 0.19$
80	$\mu_{Skidd} = 1.43 \mu_{SRM} - 0.14$

Tab. 8: Korrelation Skiddometer IVT – SRM [4] [5]

Wird die Korrelationsgleichung für die Messgeschwindigkeiten 80 km/h angewendet, resultieren mit zunehmendem Griffigkeitsniveau überproportional zunehmende Skiddometerwerte gegenüber den SRM-Werten.

Die folgende Tabelle zeigt die verschiedenen Bewertungsmaßstäbe in ihrer gegenseitigen Abhängigkeit für die Messgeschwindigkeit 80 km/h.

$\mu$ -SRM ETH Messung	Beurteilung ETH	Note	$\mu$ -Skiddo Korrelation ETH	Beurteilung SN 640 925a	Note	$\mu$ -SCRIM Schniering Messung	Beurteilung FGSV 401	Note			
0.307	s. schlecht	5	0.30	schlecht (Mindestwert)	5	0.32	s. schlecht (Schwellenwert)	5			
0.315	schlecht	4	0.31		4		0.36	schlecht (Warnwert)	4		
0.320			0.32	kritisch	3	0.43				befriedigend	3
0.335			0.34								
0.350	0.36	mittel	1	0.57	sehr gut	1					
0.360	ausreichend						3	0.42	gut	(0)	↓
0.390	befriedigend	2	0.46	sehr gut	(0)	↓	↓				
0.420			2					0.49	↓	↓	↓
0.440	gut	1	0.60	(sehr gut)	(0)	↓	↓				
0.500			1					0.520	↓	↓	↓
0.520	sehr gut	(0)	0.570	(sehr gut)	(0)	↓	↓				
0.570			(0)					↓	↓	↓	↓

Tab. 9: Gegenüberstellung Bewertung SRM und SCRIM

Für die Beurteilung wird einerseits die Norm Griffigkeit, Bewertung (SN 640 511b) und andererseits die Norm SN 640 925a für alle aus den SRM-Messungen in Skiddometerwerte umgerechneten Griffigkeitswerte angewendet.

Zur Beurteilung der SCRIM-Griffigkeitswerte liegt aus Deutschland die "Richtlinie zur Bewertung der Strassengriffigkeit bei Nässe" [8] (Entwurf) vom November 1998 vor. Sie wird für alle in Deutschland eingesetzten SCRIM-Messsysteme, welche von der Bundesanstalt für Strassenwesen (BAST) jeweils in Inzell (BAST-Aussenstelle) jährlich vor Messbeginn kalibriert werden, für die Beurteilung der Messergebnisse angewendet.

Die Gegenüberstellung zeigt:

- Bei gleichen Beurteilungsnoten bestehen Differenzen im Griffigkeitsniveau zwischen SRM-Werten (massgebend ist der aus der SRM-Messung umgerechnete Skiddometerwert) und den SCRIM-Werten.
- Im Bereich ungenügender Griffigkeiten (z.B. Note 4) bestehen geringe Unterschiede von rund 0.04. Bei befriedigender Griffigkeit (z.B. Note 3) ist der Unterschied bei 0.07 und bei guter Griffigkeit (z.B. Note 1) rund 0.1.
- Dies bedeutet, dass im Bereich schlechter Griffigkeitswerte (tiefes Griffigkeitsniveau) die Messwerte SRM und SCRIM fast gleich bewertet werden (gleiche Werte), im Niveau ausreichender bis guter Griffigkeit die Bewertung von SCRIM-Messresultaten strenger ist. D.h. gute Noten für SCRIM-Messwerte werden später erreicht als beim Skiddometer. Im Bereich mittlerer bis guter Griffigkeitswerte ist demzufolge der SCRIM-Bewertungsmassstab um rund eine Note strenger.

### 8.8 Bewertung der SCRIM-Messergebnisse

Zur Bewertung der SCRIM-Messergebnisse war vorgesehen, die SCRIM-Griffigkeit-100 m-Intervallwerte einerseits anhand des Korrelationszusammenhangs zwischen SRM und SCRIM (gemäss Ziffer 8.5, Reduktion SCRIM-Wert um rund 0.2 ergibt SRM-Wert) auf einen theoretischen SRM-Wert umzurechnen. Da die Bewertung der Griffigkeit mit dem Massstab der Norm SN 640 511b erfolgen sollte, müssten die theoretischen SRM-Werte ein zweites Mal via bestimmten [4][5] Korrelationszusammenhang SRM (IVT-ETH) und Skiddometer (IVT-ETH) korrigiert werden.

Aufgrund der grossen Messwertunterschiede SCRIM / SRM und der in Ziffer 8.7 aufgezeigten Bewertungsmassstäbe SCRIM / SRM sowie deren Zusammenhänge ergäben sich im Falle der Umrechnung der SCRIM-Messergebnisse nach dem ursprünglich vorgesehenen Verfahren bei der anschliessenden Bewertung folgende Probleme:

- Eine Umrechnung der tiefen SCRIM-Griffigkeitsmesswerte führte zu unrealistisch tiefen Skiddometerwerten. Eine Bewertung ist dabei nicht mehr möglich.
- Die Umrechnung von mittleren bis hohen SCRIM-Griffigkeitswerten würde aufgrund des Korrelationszusammenhangs zu tiefen bis mittleren Skiddometerwerten führen.
- Dies bedeutet, dass bei Anwendung des Korrelationszusammenhangs die im SCRIM-Massstab als befriedigend bis gut bewerteten Abschnitte im Skiddometermassstab mit schlecht bis sehr schlecht taxiert würden. Diese Bewertung dürfte eine deutliche Unterschätzung der tatsächlichen Verhältnisse darstellen.

Aus den bisherigen Erkenntnissen und Feststellungen zeigt sich, dass von einer direkten Umrechnung der SCRIM-Messergebnisse via Korrelationszusammenhang SRM-SCRIM abzusehen ist.

Zusammengefasst ergibt sich, dass sowohl eine Umrechnung via Korrelationszusammenhang als auch eine Bewertung aufgrund des grossen Unterschiedes im Griffigkeitsniveau zwischen den Messergebnissen der beiden Messsystemen problematisch ist. Aus diesem Grunde wurden weitere Untersuchungen und Abklärungen, soweit dies im Rahmen dieser Untersuchung aus Aufwandgründen überhaupt möglich war, im Sinne von Pilotuntersuchungen durchgeführt.

Es sind dies:

- Die Klärung eines allfälligen Einflusses der Spurrinntiefe auf die Griffigkeitswerte der beiden Messsysteme, und
- die Vergleichsmessungen zwischen zwei SRM-Messsystemen und die Gegenüberstellung mit dem SCRIM-Messsystem.

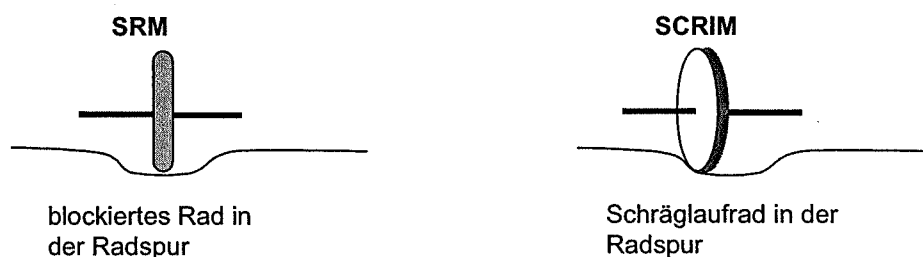
## 9. Einfluss der Spurrinntiefe auf die Erfassung der Griffigkeit bzw. die Griffigkeitsmesswerte

### 9.1 Ausgangslage, Fragestellung

In Anbetracht der Ergebnisse der Griffigkeitsmessungen mit den beiden Messsystemen SRM und SCRIM und den dabei festgestellten grossen Unterschieden im Griffigkeitsniveau, galt es, zumindest ansatzweise, die Ursachen der grossen Unterschiede zu eruieren.

Vorerst wurde die Hypothese aufgestellt, dass die Spurrinntiefe einen Einfluss auf die erhobenen Griffigkeitswerte haben könnte.

Es konnte im Sinne der konkreten Hypothese angenommen werden, dass die Messung der Griffigkeit in der Radspur (blockiertes Rad SRM) einen wahren Wert der Griffigkeit erfasst als das schräglauflende Rad (SCRIM) am Rande der Radspur. Das schräglauflende Rad müsste demzufolge einen höheren Wert der Griffigkeit erfassen, weil im Zentrum und in der Tiefe der Radspur die Griffigkeit tiefer sein dürfte als im Randbereich der Radspur.



Als erster, selbstverständlich für die Beantwortung der Fragestellung nicht schlüssiger, Ansatz wurden die aus der Zustandserfassung der Fahrbahnen der Nationalstrassen (ZEB-NS) [9] im gleichen Jahre erhobenen Spurrinntiefen in den entsprechenden Messabschnitten der Griffigkeitsmessstellen der vorliegenden Untersuchung aussortiert und den dort erfassten Griffigkeitswerten gegenübergestellt.

Das Ziel der Gegenüberstellung war das Aufsuchen von Auffälligkeiten bzw. das Erkennen von Gesetzmässigkeiten.

## 9.2 Auswertungen

Zur Gegenüberstellung der Griffigkeitswerte  $\mu$  und der T-Werte der Spurrinntiefe wurden die 100 m-Intervallwerte aus der Erhebung ZEB-NS (Querebenheit) und die 100 m-Intervall-Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung verwendet.

Zur Verifizierung oder Falsifizierung der Hypothese, wonach bei grösseren Spurrinntiefen T grössere Differenzen der Griffigkeit zwischen dem Messsystem SCRIM und dem Messsystem SRM auftreten, wurden alle entsprechenden 100m-Intervallwerte T der Spurrinntiefe den 100 m-Intervallwertdifferenzen (SCRIM – SRM) gegenübergestellt.

Die folgende Tabelle zeigt beispielhaft die Auswertung einer Messstelle (Messstelle 7) sowohl in tabellarischer als auch grafischer Form.

Km Von	Bis Km	SRM	SCRIM	$\Delta\mu$	T [mm]
54.000	54.100	0.420	0.604	0.184	4.94
54.100	54.200	0.411	0.592	0.181	4.83
54.200	54.300	0.403	0.593	0.190	5.77
54.300	54.400	0.414	0.591	0.177	5.25
54.400	54.500	0.406	0.575	0.169	4.76
54.500	54.600	0.413	0.582	0.169	5.61
54.600	54.700	0.414	0.584	0.170	6.11
54.700	54.800	0.420	0.583	0.163	5.41
54.800	54.900	0.426	0.596	0.170	4.80
54.900	55.000	0.454	0.593	0.140	5.37
55.000	55.100	0.404	0.600	0.196	4.91
55.100	55.200	0.406	0.587	0.181	5.14
55.200	55.300	0.429	0.585	0.156	6.23
55.300	55.400	0.397	0.578	0.182	6.15
55.400	55.500	0.393	0.572	0.179	5.82
55.500	55.600	0.423	0.592	0.169	5.71
55.600	55.700	0.412	0.600	0.189	5.15
55.700	55.800	0.429	0.608	0.179	5.69
55.800	55.900	0.420	0.617	0.197	5.81
55.900	56.000	0.394	0.599	0.205	4.49

Tab. 10: Spurrinntiefe und  $\mu$ -Wert-Differenzen (SCRIM – SRM) für 100 m-Intervalle (Beispiel Messstelle 7)

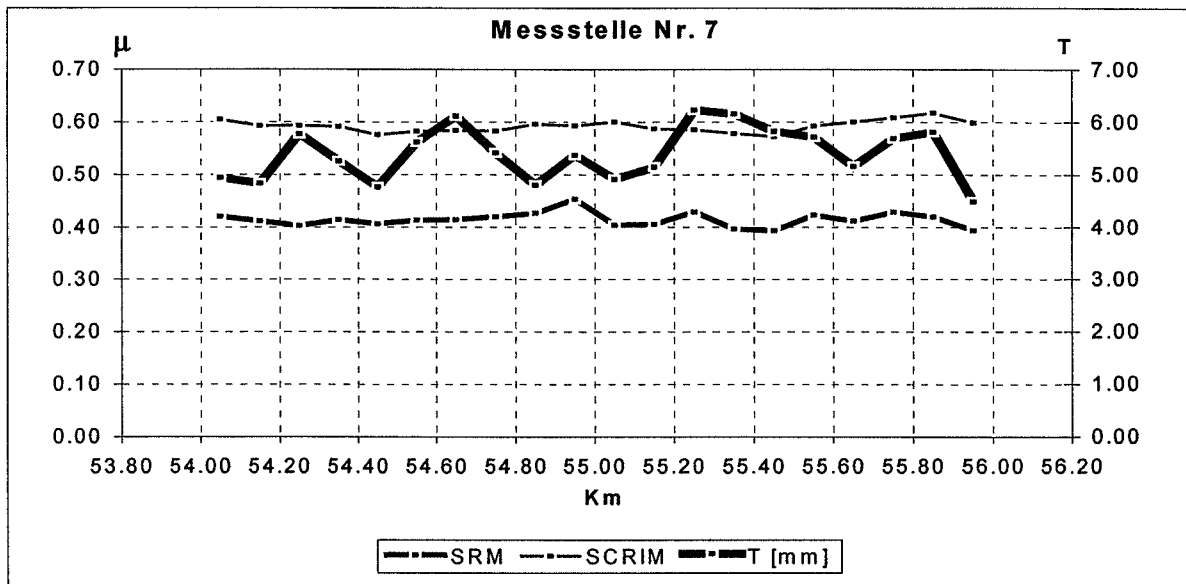


Abb. 21: Spurrinntiefe und  $\mu$ -Werte SRM und SCRIM (Verlauf 2 km Abschnitt) am Beispiel der Messstelle 7

Die Auswertungen wurden ausschliesslich für die Gruppe der bituminösen Beläge und die Gruppe Betonbeläge getrennt und weiter jeweils für die Messstellen mit Messgeschwindigkeit 80 km/h und Messgeschwindigkeit 60 km/h durchgeführt.

### 9.3 Analyseergebnisse

Die folgende Abbildung zeigt die Ergebnisse der Analyse sämtlicher  $\mu$ -Wertdifferenzen in Abhängigkeit zur Spurrinntiefe.

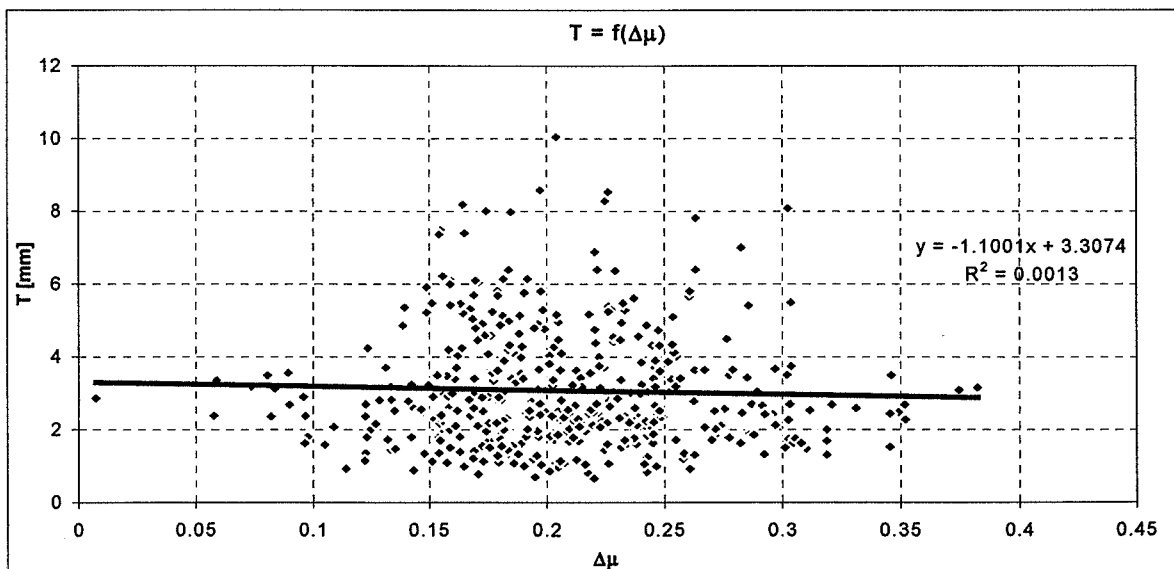


Abb. 22: Spurrinntiefe und  $\mu$ -Wert-Differenzen (SCRIM – SRM) sämtlicher 100m-Intervalle bei bituminösen Fahrbahnen

Die Abbildung zeigt, dass kein Zusammenhang zwischen der Grösse der Spurrinntiefe und den Griffigkeitswertdifferenzen (SCRIM-SRM) besteht.

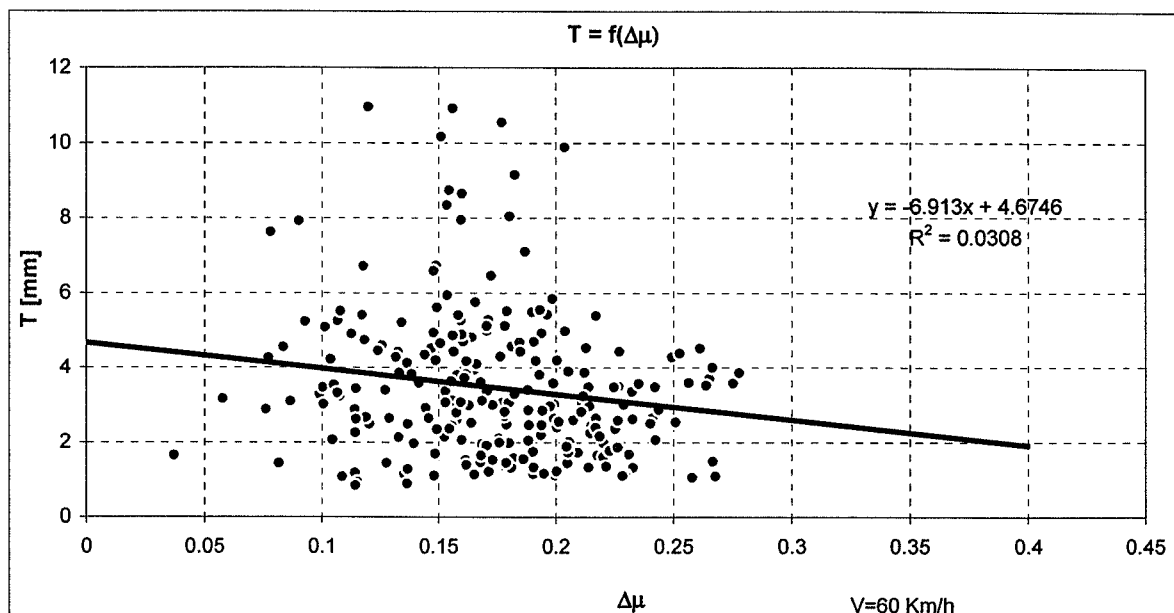


Abb. 23: Spurrinntiefe und  $\mu$ -Wert-Differenzen (SCRIM – SRM) sämtlicher 100m-Intervalle bei Betonfahrbahnen

Auch bei den Betonfahrbahnen kann keine Abhängigkeit zwischen  $\mu$ -Wert-Differenzen und Spurrinntiefe festgestellt werden. Deshalb muss die Hypothese verworfen werden, womit kein Einfluss der Spurrinntiefe auf die grossen Unterschiede im Griffigkeitsniveau zwischen SCRIM und SRM-Messung vorhanden sein dürfte.

## 10. Vergleichsmessungen SRM – ETH und SRM – BAST mit SCRIM-Schniering

### 10.1 Anlass

Als weitere, zusätzliche Untersuchung zur Erklärung der grossen Griffigkeitsniveauunterschiede zwischen dem Messsystem SRM der ETH Zürich und dem SCRIM der Firma Schniering, Essen, wurde im Frühjahr 2001 (4. und 5. 2001) eine Testserie von Griffigkeitsmessungen auf einer Autobahnteilstrecke von 2km-Länge (BAB) im Raum Inzell (Deutschland) durchgeführt.

An den Testmessungen waren folgende drei Messsysteme beteiligt:

- SRM ETH Zürich
- SRM BAST des Strassenbauamtes Traunstein (SRM – SBA-TS)
- SCRIM Schniering

Das Messsystem SRM – SBA-TS ist das offizielle Kalibrierungsgerät für alle in Deutschland bei Griffigkeitserhebungen im Auftrag des Bundes eingesetzten, privaten SCRIM-Messgeräte. So wurde auch das SCRIM-Messsystem der Firma Schniering am Vortag der hier beschriebenen Testmessungen kalibriert.

Die beiden SRM sind im wesentlichen gleicher Bauart. Ihre Einstellungen im mechanischen Bereich sind nicht identisch und werden von den zuständigen Stellen jeweils selbständig für die Messungen vorbereitet. Ein ganz wesentlicher Unterschied, nebst dieser individuellen Art der Einstellung der Messsysteme, bildet indessen die Bereifung der beiden Systeme.

Wie aus verschiedenen früheren Untersuchungen [10] bekannt ist, hat bei Schleppradmessungen insbesondere die Reifenkonstruktion und das Reifenprofil (Gestaltung und Tiefe) einen Einfluss auf den Reibungskoeffizienten.

Die Messsysteme waren grundsätzlich wie folgt ausgerüstet:

- SRM-ETH mit Maloja (ETH Pneu 94)
- SRM-SBA-TS mit Vredestein 98

Zur Klärung eines allfälligen Einflusses der Bereifungen wurden bei den Testfahrten verschiedenen Bereifungen bei den beiden Messsystemen des Typs SRM eingesetzt.

## 10.2 Messfahrten (Testserie Inzell)

Die Testserie umfasste folgende Messungen, die für die Vergleiche der Messsysteme benutzt und über Strecken von jeweils 2 km ausgewertet wurden.

### Serie 1

<u>SRM-ETH</u>	<u>SRM-SBA-TS</u>	<u>SCRIM-Schniering</u>
4 Messungen 80 km/h Pneu: Maloja 94	4 Messungen 80 km/h Pneu: Vredestein 1	4 Messungen 80 km/h Pneu: SCRIM-BAST

### Serie 2

<u>SRM-ETH</u>	<u>SRM-SBA-TS</u>	<u>SCRIM-Schniering</u>
4 Messungen 60 km/h Pneu: Maloja 94	4 Messungen 60 km/h Pneu: Vredestein 1	4 Messungen 60 km/h Pneu: SCRIM-BAST

### Serie 3

<u>SRM-ETH</u>	<u>SRM-SBA-TS</u>	<u>SCRIM-Schniering</u>
4 Messungen 80 km/h Pneu: Vredestein 1	4 Messungen 80 km/h Pneu: Maloja 94	4 Messungen 80 km/h Pneu: SCRIM-BAST

### Serie 4

<u>SRM-ETH</u>	<u>SRM-SBA-TS</u>
4 Messungen 80 km/h Pneu: Vredestein 1	4 Messungen 80 km/h Pneu: Vredestein 2

Anhand dieser Messserien liessen sich einerseits die Unterschiede der beiden Messsysteme SRM im Originalmesszustand und bei unterschiedlicher Bereifung festhalten. Andererseits liessen sich die Unterschiede der SRM-Messsysteme zum stets mit gleicher Ausrüstung eingesetzten SCRIM-Messsystem (Firma Schniering) feststellen.

Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der Messungen der Testserien (das Messprotokoll ist im Anhang enthalten):

Fahrt Nr.	Mess-richtung	Mess-strecke	Mess km	Mess-Geschw. Km/h	Datum	SRM - ETH		SRM SBA-TS		SCRIM-Schniering	
						μ-Wert	Pneu	μ-Wert	Pneu	μ-Wert	Pneu
1	R-Salzburg	Mst4	103-104	80	04.04.01	0.408	Maloja	0.555	Vredestein 1	0.606	SCRIM
2	R-München	Mst4	104-103	80	04.04.01	0.384	Maloja	0.532	Vredestein 1	0.592	SCRIM
3	R-Salzburg	Mst4	103-104	80	04.04.01	0.428	Maloja	0.549	Vredestein 1	0.607	SCRIM
4	R-München	Mst4	104-103	80	04.04.01	0.388	Maloja	0.618	Vredestein 1	0.578	SCRIM
11	R-Traunstein	Mst2	4.0-3.0	60	04.04.01	0.402	Maloja	0.516	Vredestein 1	0.526	SCRIM
12	R-Siegsdorf	Mst2	3.0-4.0	60	04.04.01	0.454	Maloja	0.539	Vredestein 1	0.554	SCRIM
13	R-Traunstein	Mst2	4.0-3.0	60	04.04.01	0.440	Maloja	0.530	Vredestein 1	0.529	SCRIM
14	R-Siegsdorf	Mst2	3.0-4.0	60	04.04.01	0.426	Maloja	0.515	Vredestein 1	0.518	SCRIM
31	R-Salzburg	Mst4	103-104	80	04.04.01	0.439	Vredestein 1	0.451	Maloja	0.604	SCRIM
32	R-München	Mst4	104-103	80	04.04.01	0.437	Vredestein 1	0.432	Maloja	0.527	SCRIM
33	R-Salzburg	Mst4	103-104	80	04.04.01	0.452	Vredestein 1	0.460	Maloja	0.572	SCRIM
34	R-München	Mst4	104-103	80	04.04.01	0.443	Vredestein 1	0.444	Maloja	0.514	SCRIM
41	R-Salzburg	Mst4	103-104	80	04.04.01	0.443	Vredestein 1	0.581	Vredestein 2	-	nicht gem.
42	R-München	Mst4	104-103	80	04.04.01	0.446	Vredestein 1	0.576	Vredestein 2	-	nicht gem.
43	R-Salzburg	Mst4	103-104	80	04.04.01	0.445	Vredestein 1	0.596	Vredestein 2	-	nicht gem.
44	R-München	Mst4	104-103	80	04.04.01	0.435	Vredestein 1	0.576	Vredestein 2	-	nicht gem.

Vredestein 1 (Pneu 98, gebraucht)

Vredestein 2 (Pneu 98 neu)

Maloja (ETH Pneu 94)

Tab. 12: Vergleichmessungen der Messsysteme SRM-ETH, SRM-SBA-TS und SCRIM Firma Schniering

### 10.3 Analyse der Messungen

Zur Analyse der Messergebnisse wurden jeweils die 4 koordiniert direkt hintereinander ausgeführten Messfahrten über die 2 km-Messabschnitte gemittelt und die entsprechenden Vergleiche mit diesen Mittelwerten durchgeführt. Die Analyse konzentrierte sich auf die Messergebnisse bei Messgeschwindigkeit 80 km/h.

Die folgende Tabelle zeigt die durchgeführten Gegenüberstellungen:

Messserie	SRM-ETH	SRM-SBA-TS	SCRIM-Schniering
1) $\mu$ -Niveau ( $\Phi$ ) Differenzen Originalbereifung	0.402 Maloja 4	0.563 Vredestein 1	0.596
2) $\mu$ -Niveau ( $\Phi$ ) Differenzen SRM-Bereifungswechsel	0.443 Vredestein 1	0.447 Maloja 4	0.554
3) $\mu$ -Niveau ( $\Phi$ ) Differenzen SRM beide Vredestein	0.442 Vredestein 1	0.582 Vredestein (neu)	

Tab. 13: Gegenüberstellungen Messergebnisse (Durchschnittswerte bei Messgeschwindigkeit 80 km/h)

Aus dieser Gegenüberstellung zeigt sich:

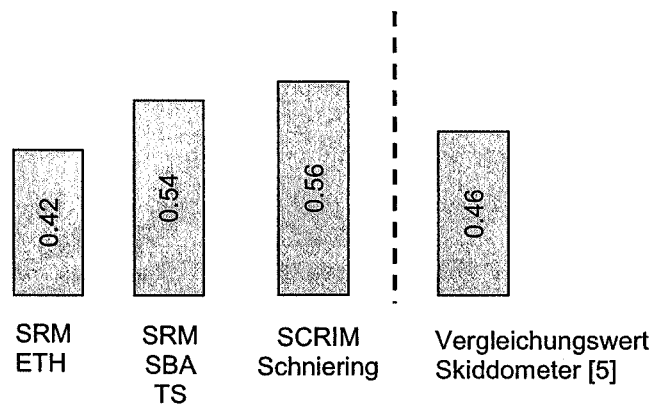
- Die Griffigkeitsniveaudifferenz SRM-IVT und SCRIM-Schniering mit 0.194 fällt identisch aus wie bei den Untersuchungen an den über 40 Messstellen. Das SCRIM-Messsystem hat um rund 0.2 höhere Werte.
- Im Vergleich SRM-ETH und SRM-SBA-TS resultiert eine ähnliche Differenz mit 0.161, währenddessen praktisch kein Unterschied SRM-SBA-TS zum SCRIM (0.033) besteht. Die beiden Messsysteme wurden, wie bereits erwähnt (am Vortrag) aufeinander abgestimmt bzw. kalibriert.
- Durch Vertauschen der Bereifung bei den beiden SRM-Messsystemen hebt sich der Unterschied im Griffigkeitsniveau auf (0.004). Während sich durch Vredestein beim SRM-ETH das Griffigkeitsniveau um 0.04 erhöht, fällt beim SRM-SBA-TS bei Verwendung des Malojareifens das Griffigkeitsniveau um 0.12. Die Summe der Differenzen entspricht ziemlich genau der in der ersten Testserie festgestellten Differenz SRM-ETH / SRM-SBA-TS von 0.16.
- Die Serie 3 zeigt, dass bei Verwendung des Pneus Vredestein 1 beim SRM-ETH bei zwei Messserien (2 und 3) das gleiche Griffigkeitsniveau erfasst wurde. Die Verwendung eines völlig neuen Vredesteinpneus führte beim SRM-SBA-TS zu einem mit 0.02 nur sehr gering höheren Griffigkeitsniveau als bei Verwendung des bereits gebrauchten Pneus (Vredestein 1).
- Aus diesen Feststellungen ergibt sich der klare Hinweis, dass der Messpneu einen wesentlichen Einfluss auf das Griffigkeitsniveau hat. Aus den Testmessungen ist ersichtlich, dass beim SRM-ETH der Pneuwechsel zu einer Erhöhung des

Griffigkeitsniveaus um 0.12 führt. D.h. die beiden Messsysteme reagieren nicht ganz gleich auf Pneuwechsel, der grundsätzliche Einfluss dürfte irgendwo zwischen diesen Werten liegen, z.B. bei ca. 0.08 bis 0.1. Zur genaueren Lokalisierung bedürfte es eingehender Untersuchungen. Dieser Wert kann letztlich aber zumindest als Hinweis und als Grössenordnung gelten.

#### 10.4 Erkenntnisse

Die nachfolgenden zusammengestellten Erkenntnisse basieren zum grössten Teil auf einer sehr kleinen Stichprobe. Dies bedeutet, dass es nicht zulässig ist, diese Feststellung zu verallgemeinern. Sie können aber als Hinweise zur Beurteilung der offenen Fragen (Ziffer 8, 9) herangezogen werden.

Aus den Zusatzuntersuchungen ergibt sich folgendes Bild für das mittlere Griffigkeitsniveau im Vergleich:



Der grosse Unterschied SRM-ETH und SRM- SBA-TS ist zum grösseren Teil bereifungsbedingt (0.8 - 1.0) und zum kleineren Teil bedingt durch die unterschiedliche Systemeinstellung (0.2 - 0.4).

## V FOLGERUNGEN

### 11. Grundsätzliche Erkenntnisse

Die grundsätzlichen Erkenntnisse geben Antworten auf die Zielsetzungen der Untersuchung und lassen sich wie folgt zusammenfassen.

1. Das Messsystem SCRIM ist aufgrund der durchgeführten Untersuchungen geeignet und zweckmässig für einen netzweiten Einsatz zur Erhebung der Griffigkeit auf den Fahrbahnen der Schweizerischen Nationalstrassen.

Die Zweckmässigkeit zeigte sich einerseits durch die hohe, ohne Störung des Verkehrs erbrachte tägliche km-Leistung und die dabei ausgewiesene Robustheit des Messsystems. Andererseits standen die Messresultate durch eine umgehend mögliche Auswertung rasch zur Verfügung, so dass nur wenig Zeit für die Auswertung benötigt wird.

2. Anhand der Untersuchungen an über 40 Messstellen auf dem Nationalstrassennetz konnten, nach der Überprüfung (Gegenüberstellung) der ausgewerteten Verlaufskurven auf Plausibilität, die 100 m-Intervallwerte für die entsprechenden Messintervalle aus den SRM- resp. SCRIM-Messdaten gewonnen und korreliert werden.

Die gefundenen Korrelationen für die Gruppe der Messstellen mit Messgeschwindigkeit 80 km/h und die Gruppe der Messstellen mit Messgeschwindigkeit 60 km/h weisen diese Zusammenhänge nach. Die Güte des Zusammenhangs (Bestimmtheitsmass) zeigt sich nicht sehr eng, kann aber als genügend angesehen werden.

Als unerwartet gross ergaben sich die Differenzen im Griffigkeitsniveau zwischen den beiden Messsystemen SRM und SCRIM. Sie betragen im Mittel rund 0.2. Diese Differenz bedeutet ein ungewöhnliches, unerklärbares Resultat, führt es doch zu grossen Problemen bei der vorgesehenen Verwendung des Beurteilungsmassstabes der Schweizerischen Griffigkeitsnormen, die auf dem Griffigkeitshintergrund des IVT beruhen. Eine schlüssige Klärung der damit aufgeworfenen Fragen konnte im Rahmen des vorliegenden Forschungsauftrages aus Zeit- und Aufwandgründen nicht vorgenommen werden. Es wurde indessen anhand einer weiteren Auswertung betreffend allfälliger Einflüsse der Spurrinntiefe auf die Höhe der Griffigkeitsmesswerte versucht, oder Klärung zu finden. Zusätzlich ging man der Frage zum Einfluss der Bereifung des Messsystems SRM durch eine weitere Untersuchung, allerdings mit einer kleinen Stichprobe an Messungen, nach.

Diese Untersuchungen geben einen ersten vorläufigen Hinweis, dass insbesondere die Bereifung des Messsystems einen grossen Einfluss auf das gemessene Griffigkeitsniveau hat. Es muss vermutet werden, dass zwischen dem SRM der ETH (Bereifung Maloja 94) und dem für die Kalibrierung aller SCRIM-Messsysteme in Deutschland verwendeten SRM-SBA-TS (Messreifen Vredestein 98) Griffigkeitsmessunterschiede von etwa 0.1 entstehen. Die Beantwortung der Frage des Einflusses vorhandener Spurrinnen auf die Griffigkeitsniveaus bei SCRIM und SRM ist schwierig. Im Sinne eines ersten, nicht schlüssigen Hinweises zeigte die entsprechende Zusatzauswertung keinen Zusammenhang zwischen den Griffigkeitsdifferenzen zwischen SRM und SCRIM bei zunehmender Spurrinntiefe.

3. Die Untersuchungen zeigten anhand des Messverfahrens, dass eine genügende Dichte von Einzelwerten bei der dynamischen Erhebung unter Verkehr mit dem SCRIM-Messsystem erhoben und ausgewertet werden kann, und dass es sowohl für netzweite Erhebungen und Beurteilungen dienen kann als auch für abschnittsweise Beurteilungen auf Projektebene (Ableitung von Massnahmen).

Die geforderte Messgenauigkeit mit  $\Delta\mu = \pm 0.05$  wird pro Messabschnitt erreicht, wie einerseits aus den Streuungen der Kontrollmessungen und andererseits aufgrund der Zusatzuntersuchungen (Inzell) nachgewiesen werden konnte. Auch hier muss die Frage der Verwendung des Beurteilungsmassstabes noch offen bleiben. Die Mittelwertbildung für die 100 m-Intervalle ist bei Streuungen unter 0.05 als gut und für die netzweite Erhebung als zweckmässig anzusehen.

## 12. Folgerungen

Die Untersuchung hat gezeigt, dass das SCRIM-Messsystem für die netzweite Erhebung der Griffigkeit geeignet und zweckmässig ist. Wie bereits aus anderweitig durchgeführten Untersuchungen bekannt ist, führt das SCRIM-Messsystem zu etwas höheren Griffigkeitswerten als das Messsystem SRM (und Skiddometer).

Aufgrund der im Rahmen dieser Untersuchung nicht abschliessend erklärbaren Differenz von 0.2 im Griffigkeitsniveau zwischen den Messergebnissen der beiden Messsysteme SCRIM und SRM wurde klar, dass eine Umrechnung von SCRIM-Werten via Korrelationszusammenhang SCRIM/SRM nicht zulässig ist.

Es wird deshalb empfohlen, Messergebnisse, welche mit SCRIM-Messsystemen aus Deutschland erhoben wurden, mit dem in Deutschland verwendeten Beurteilungsmassstab gemäss „Merkblatt zur Bewertung der Strassengriffigkeit bei Nässe“ [11] zu bewerten.

Da in der Schweiz zurzeit für die Erhebung der Griffigkeit keine SCRIM-Messsysteme vorhanden sind resp. eingesetzt werden und die geltende SN-Norm der VSS zur Bewertung der Griffigkeit auf dem Griffigkeitshintergrund IVT (Messprinzip blockiertes Rad/Schlupf der Messsysteme Skiddometer und SRM) basiert, drängt sich eine Festlegung oder Kalibrierung zwischen SCRIM und SRM im Moment nicht auf. Zudem fehlt für die Beurteilung von SCRIM-Messergebnissen die Erfahrung im Bereich SCRIM-Messgeschwindigkeiten 60 km/h und 40 km/h und somit für alle Strassen mit Ausnahme der Nationalstrassen [12]. Ob, und wenn ja, wie weit sich der SCRIM-Beurteilungsmassstab aus Deutschland allgemein verwenden lässt, ist zurzeit unklar und wird im Zusammenhang mit der zurzeit laufenden Überarbeitung der schweizerischen Griffigkeitsnormen über die Messsysteme [2] und die Anforderungen an die Griffigkeit [3] (Bewertung der Griffigkeit) in der Fachkommission 7 der VSS geprüft. Dabei gilt es auch, die europäische Normungstätigkeit in der CEN auf diesem Gebiet, die zurzeit ebenfalls im Gange ist, zu berücksichtigen bzw. einzubeziehen.

## QUELLENVERZEICHNIS

- [1] BÜHLMANN, F.; Beurteilung der Griffigkeit auf Fahrbahnen, Forschungsauftrag 20/76 des EDI, IS ETH-Mitteilung Nr. 53, 1983
- [2] VEREINIGUNG SCHWEIZ. STRASSENFACHLEUTE (VSS); SN 640 510b, Griffigkeit, Messverfahren, Februar 1985
- [3] VEREINIGUNG SCHWEIZ. STRASSENFACHLEUTE (VSS); SN 640 511b, Griffigkeit, Bewertung, Februar 1984
- [4] PELLOLI, R.; Griffigkeitsmessungen mit dem Skiddometer - Weitere Ergebnisse, IS ETH-Mitteilung Nr. 41, 1979
- [5] LINDENMANN, HP.; BÜHLMANN, F., SPACEK, P.; Grundlagen zur Norm Sichtweiten SN 640 093a, Forschungsauftrag
- [6] FORSCHUNG STRASSENBAU UND STRASSENVERKEHRSTECHNIK; Griffigkeitsschwankungen von Fahrbahndecken, BMV, Heft 720, 1996
- [7] FORSCHUNG STRASSENBAU UND STRASSENVERKEHRSTECHNIK; Vergleichsmessungen zwischen SRM und SCRIM, BMV, Heft 582, 1990
- [8] FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR DAS STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN, Arbeitsausschuss 4.3, Richtlinie zur Bewertung der Strassengriffigkeit bei Nässe, Nov. 1998 (Entwurf)
- [9] LINDENMANN, HP.; ZUSTANDSERFASSUNG- UND BEWERTUNG DER FAHRBAHNEN DER NATIONALSTRASSEN (ZEB-NS), Konzeptstudie, ASTRA / IVT, März 1999
- [10] WAMBOLD J. C., et al. International PIARC Experiment to compare and harmonize Texture and Skid Resistance measurements; PIARC Publication No. 10.04 T, Paris, 1995

<b>Messstelle Nr. 1 (N14 LU)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
<b>VON_BETKCM</b>	<b>BIS_BETKCM</b>		<b>SFC 80</b>
10.500	10.600	0.316	0.501
10.600	10.700	0.374	0.577
10.700	10.800	0.382	0.569
10.800	10.900	0.360	0.531
10.900	11.000	0.346	0.530
11.000	11.100	0.354	0.559
11.100	11.200	0.350	0.556
11.200	11.300	0.369	0.546
11.300	11.400	0.325	0.522
11.400	11.500	0.346	0.508
11.500	11.600	0.340	0.516
11.600	11.700	0.300	0.501
11.700	11.800	0.364	0.521
11.800	11.900	0.335	0.518
11.900	12.000	0.352	0.554

<b>Messstelle Nr. 2 (N6 BE)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
<b>VON_BETKCM</b>	<b>BIS_BETKCM</b>		<b>SFC 80</b>
4.000	4.100	0.440	0.549
4.100	4.200	0.440	0.575
4.200	4.300	0.417	0.554
4.300	4.400	0.440	0.568
4.400	4.500	0.427	0.583
4.500	4.600	0.424	0.629
4.600	4.700	0.483	0.632
4.700	4.800	0.439	0.601
4.800	4.900	0.455	0.592
4.900	5.000	0.433	0.601
5.000	5.100	0.461	0.616
5.100	5.200	0.445	0.591
5.200	5.300	0.426	0.587
5.300	5.400	0.412	0.606
5.400	5.500	0.484	0.637
5.500	5.600	0.440	0.576
5.600	5.700	0.465	0.598
5.700	5.800	0.441	0.619
5.800	5.900	0.413	0.595
5.900	6.000	0.436	0.600

<b>Messstelle Nr.3 (N3 AG)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
VON_BETKRM	BIS_BETKRM		SFC 80
23.000	23.100	0.416	0.513
23.100	23.200	0.387	0.519
23.200	23.300	0.369	0.521
23.300	23.400	0.381	0.504
23.400	23.500	0.359	0.448
23.500	23.600	0.382	0.480
23.600	23.700	0.392	0.497
23.700	23.800	0.357	0.466
23.800	23.900	0.350	0.497
23.900	24.000	0.360	0.483
24.000	24.100	0.376	0.472
24.100	24.200	0.359	0.482
24.200	24.300	0.382	0.530
24.300	24.400	0.388	0.543
24.400	24.500	0.374	0.528
24.500	24.600	0.382	0.515
24.600	24.700	0.347	0.530
24.700	24.800	0.342	0.511
24.800	24.900	0.333	0.491
24.900	25.000	0.344	0.486

<b>Messstelle Nr.3a (N3 AG)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
VON_BETKRM	BIS_BETKRM		SFC 80
19.000	19.100	0.368	0.517
19.100	19.200	0.398	0.557
19.200	19.300	0.405	0.563
19.300	19.400	0.379	0.538
19.400	19.500	0.386	0.541
19.500	19.600	0.367	0.552
19.600	19.700	0.379	0.553
19.700	19.800	0.372	0.537
19.800	19.900	0.370	0.534
19.900	20.000	0.384	0.538
20.000	20.100	0.364	0.525
20.100	20.200	0.373	0.540
20.200	20.300	0.376	0.552
20.300	20.400	0.395	0.560
20.400	20.500	0.373	0.544
20.500	20.600	0.377	0.548
20.600	20.700	0.382	0.521

<b>Messstelle Nr.4 (N1 AG)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
<b>VON_BETRKM</b>	<b>BIS_BETRKM</b>		<b>SFC 80</b>
75.000	75.100	0.432	0.600
75.100	75.200	0.397	0.578
75.200	75.300	0.416	0.591
75.300	75.400	0.436	0.599
75.400	75.500	0.414	0.598
75.500	75.600	0.424	0.587
75.600	75.700	0.400	0.555
75.700	75.800	0.407	0.565
75.800	75.900	0.402	0.575
75.900	76.000	0.406	0.582
76.000	76.100	0.407	0.582
76.100	76.200	0.350	0.559
76.200	76.300	0.324	0.556

<b>Messstelle Nr.5 (N2 LU)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
<b>VON_BETRKM</b>	<b>BIS_BETRKM</b>		<b>SFC 80</b>
62.000	62.100	0.329	0.572
62.100	62.200	0.304	0.542
62.200	62.300	0.328	0.552
62.300	62.400	0.316	0.578
62.400	62.500	0.339	0.597
62.500	62.600	0.361	0.587
62.600	62.700	0.388	0.584
62.700	62.800	0.348	0.557
62.800	62.900	0.344	0.589
62.900	63.000	0.392	0.629
63.000	63.100	0.368	0.586
63.100	63.200	0.350	0.538
63.200	63.300	0.350	0.563
63.300	63.400	0.342	0.628
63.400	63.500	0.348	0.608
63.500	63.600	0.372	0.635
63.600	63.700	0.339	0.567
63.700	63.800	0.366	0.559
63.800	63.900	0.345	0.518
63.900	64.000	0.378	0.557

<b>Messstelle Nr.6 (N9 VS)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
VON_BETKRM	BIS_BETKRM		SFC 80
103.600	103.700	0.224	0.413
103.700	103.800	0.226	0.390
103.800	103.900	0.165	0.371
103.900	104.000	0.191	0.405
104.000	104.100	0.215	0.455
104.100	104.200	0.199	0.496
104.200	104.300	0.221	0.525
104.300	104.400	0.223	0.477
104.400	104.500	0.232	0.486
104.500	104.600	0.251	0.499
104.600	104.700	0.225	0.473
104.700	104.800	0.272	0.514
104.800	104.900	0.222	0.450
104.900	105.000	0.182	0.458
105.000	105.100	0.246	0.472
105.100	105.200	0.283	0.544
105.200	105.300	0.222	0.525
105.300	105.400	0.223	0.484
105.400	105.500	0.234	0.455
105.500	105.600	0.234	0.454

<b>Messstelle Nr.7 (N2 AG)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
VON_BETKRM	BIS_BETKRM		SFC 80
54.000	54.100	0.420	0.604
54.100	54.200	0.411	0.592
54.200	54.300	0.403	0.593
54.300	54.400	0.414	0.591
54.400	54.500	0.406	0.575
54.500	54.600	0.413	0.582
54.600	54.700	0.414	0.584
54.700	54.800	0.420	0.583
54.800	54.900	0.426	0.596
54.900	55.000	0.454	0.593
55.000	55.100	0.404	0.600
55.100	55.200	0.406	0.587
55.200	55.300	0.429	0.585
55.300	55.400	0.397	0.578
55.400	55.500	0.393	0.572
55.500	55.600	0.423	0.592
55.600	55.700	0.412	0.600
55.700	55.800	0.429	0.608
55.800	55.900	0.420	0.617
55.900	56.000	0.394	0.599

<b>Messstelle Nr.8 (N3 SG)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
VON_BETRKM	BIS_BETRKM		SFC 80
192.000	192.100	0.470	0.639
192.100	192.200	0.403	0.651
192.200	192.300	0.383	0.621
192.300	192.400	0.429	0.643
192.400	192.500	0.385	0.620
192.500	192.600	0.404	0.630
192.600	192.700	0.418	0.629
192.700	192.800	0.403	0.626
192.800	192.900	0.466	0.697
192.900	193.000	0.414	0.699
193.000	193.100	0.439	0.684
193.100	193.200	0.429	0.740
193.200	193.300	0.400	0.782
193.300	193.400	0.420	0.769
193.400	193.500	0.414	0.745
193.500	193.600	0.430	0.776
193.600	193.700	0.444	0.796
193.700	193.800	0.424	0.776
193.800	193.900	0.413	0.758
193.900	194.000	0.412	0.786

<b>Messstelle Nr.9 (N1 SO)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
VON_BETRKM	BIS_BETRKM		SFC 80
27.000	27.100	0.367	0.521
27.100	27.200	0.387	0.522
27.200	27.300	0.379	0.553
27.300	27.400	0.382	0.563
27.400	27.500	0.389	0.590
27.500	27.600	0.383	0.574
27.600	27.700	0.375	0.580
27.700	27.800	0.392	0.584
27.800	27.900	0.354	0.599
27.900	28.000	0.386	0.595
28.000	28.100	0.407	0.595
28.100	28.200	0.375	0.557
28.200	28.300	0.372	0.555
28.300	28.400	0.379	0.576
28.400	28.500	0.366	0.567
28.500	28.600	0.355	0.514
28.600	28.700	0.363	0.534
28.700	28.800	0.353	0.534
28.800	28.900	0.384	0.527
28.900	29.000	0.409	0.580

<b>Messstelle Nr.10 (N1 SO)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
VON_BETKRM	BIS_BETKRM		SFC 80
47.000	47.100	0.409	0.541
47.100	47.200	0.407	0.549
47.200	47.300	0.388	0.541
47.300	47.400	0.416	0.547
47.400	47.500	0.418	0.551
47.500	47.600	0.434	0.568
47.600	47.700	0.400	0.597
47.700	47.800	0.397	0.601
47.800	47.900	0.404	0.597
47.900	48.000	0.368	0.571
48.000	48.100	0.412	0.571
48.100	48.200	0.402	0.560
48.200	48.300	0.399	0.568
48.300	48.400	0.384	0.552
48.400	48.500	0.381	0.561
48.500	48.600	0.328	0.518
48.600	48.700	0.361	0.475
48.700	48.800	0.341	0.492
48.800	48.900	0.342	0.499
48.900	49.000	0.358	0.480

<b>Messstelle Nr.11 (N1 BE)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
VON_BETKRM	BIS_BETKRM		SFC 80
7.000	7.100	0.438	0.638
7.100	7.200	0.436	0.617
7.200	7.300	0.394	0.622
7.300	7.400	0.441	0.619
7.400	7.500	0.416	0.621
7.500	7.600	0.460	0.633
7.600	7.700	0.437	0.627
7.700	7.800	0.382	0.600
7.800	7.900	0.411	0.602
7.900	8.000	0.414	0.600
8.000	8.100	0.431	0.640
8.100	8.200	0.387	0.602
8.200	8.300	0.454	0.642
8.300	8.400	0.441	0.661
8.400	8.500	0.421	0.644
8.500	8.600	0.422	0.643
8.600	8.700	0.407	0.607
8.700	8.800	0.407	0.602
8.800	8.900	0.404	0.672
8.900	9.000	0.430	0.644

<b>Messstelle Nr.12 (N9 VS)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
<b>VON_BETRKM</b>	<b>BIS_BETRKM</b>		<b>SFC 80</b>
109.000	109.100	0.294	0.729
109.100	109.200	0.434	0.740
109.200	109.300	0.467	0.720
109.300	109.400	0.451	0.738
109.400	109.500	0.467	0.731
109.500	109.600	0.479	0.712
109.600	109.700	0.472	0.715
109.700	109.800	0.460	0.735
109.800	109.900	0.465	0.731
109.900	110.000	0.461	0.733
110.000	110.100	0.463	0.721
110.100	110.200	0.472	0.692
110.200	110.300	0.455	0.696
110.300	110.400	0.459	0.611
110.400	110.500	0.410	0.430
110.500	110.600	0.264	0.410
110.600	110.700	0.248	0.421
110.700	110.800	0.232	0.478
110.800	110.900	0.264	0.465
110.900	111.000	0.259	0.476

<b>Messstelle Nr.14 (N1 ZH)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
<b>VON_BETRKM</b>	<b>BIS_BETRKM</b>		<b>SFC 80</b>
290.000	290.100	0.260	0.540
290.100	290.200	0.285	0.589
290.200	290.300	0.378	0.715
290.300	290.400	0.367	0.652
290.400	290.500	0.349	0.597
290.500	290.600	0.351	0.511
290.600	290.700	0.323	0.496
290.700	290.800	0.294	0.407
290.800	290.900	0.351	0.531
290.900	291.000	0.404	0.743
291.000	291.100	0.358	0.695
291.100	291.200	0.398	0.752
291.200	291.300	0.394	0.745
291.300	291.400	0.406	0.705
291.400	291.500	0.508	0.746
291.500	291.600	0.430	0.755
291.600	291.700	0.372	0.772
291.700	291.800	0.418	0.769
291.800	291.900	0.381	0.708
291.900	292.000	0.428	0.699
292.000	292.100	0.373	0.405

<b>Messstelle Nr.15 (N20 ZH)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
VON_BETKRM	BIS_BETKRM		SFC 80
90.000	90.100	0.518	0.671
90.100	90.200	0.457	0.662
90.200	90.300	0.486	0.676
90.300	90.400	0.530	0.650
90.400	90.500	0.493	0.658
90.500	90.600	0.505	0.658
90.600	90.700	0.448	0.662
90.700	90.800	0.486	0.649
90.800	90.900	0.480	0.669
90.900	91.000	0.441	0.652
91.000	91.100	0.483	0.645
91.100	91.200	0.510	0.667
91.200	91.300	0.523	0.656
91.300	91.400	0.460	0.659
91.400	91.500	0.485	0.673
91.500	91.600	0.476	0.676
91.600	91.700	0.468	0.684
91.700	91.800	0.468	0.683
91.800	91.900	0.487	0.716
91.900	92.000	0.492	0.660

<b>Messstelle Nr.16 N2 BS)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
VON_BETKRM	BIS_BETKRM		SFC 80
1.900	2.000	0.422	0.571
2.000	2.100	0.373	0.553
2.100	2.200	0.364	0.518
2.200	2.300	0.362	0.539
2.300	2.400	0.359	0.515
2.400	2.500	0.357	0.477
2.500	2.600	0.373	0.524

<b>Messstelle Nr.17 (N1 VD)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
VON_BETRKM	BIS_BETRKM		SFC 80
58.000	58.100	0.367	0.529
58.100	58.200	0.375	0.572
58.200	58.300	0.382	0.566
58.300	58.400	0.381	0.550
58.400	58.500	0.412	0.599
58.500	58.600	0.379	0.583
58.600	58.700	0.380	0.556
58.700	58.800	0.362	0.513
58.800	58.900	0.346	0.525
58.900	59.000	0.354	0.531
59.000	59.100	0.382	0.581
59.100	59.200	0.379	0.608
59.200	59.300	0.385	0.606
59.300	59.400	0.400	0.589
59.400	59.500	0.389	0.592
59.500	59.600	0.349	0.554
59.600	59.700	0.370	0.539
59.700	59.800	0.370	0.558
59.800	59.900	0.401	0.578
59.900	60.000	0.388	0.588

<b>Messstelle Nr.18 (N2 BL)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
VON_BETRKM	BIS_BETRKM		SFC 80
29.000	29.100	0.457	0.617
29.100	29.200	0.458	0.629
29.200	29.300	0.432	0.626
29.300	29.400	0.454	0.618
29.400	29.500	0.459	0.635
29.500	29.600	0.466	0.627
29.600	29.700	0.465	0.577
29.700	29.800	0.427	0.553
29.800	29.900	0.450	0.574
29.900	30.000	0.442	0.574
30.000	30.100	0.434	0.568
30.100	30.200	0.427	0.586
30.200	30.300	0.418	0.616
30.300	30.400	0.431	0.602
30.400	30.500	0.430	0.601
30.500	30.600	0.458	0.606
30.600	30.700	0.447	0.619
30.700	30.800	0.469	0.656
30.800	30.900	0.447	0.643
30.900	31.000	0.435	0.626

<b>Messstelle Nr.18a (N2 BL)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
<b>VON_BETRKM</b>	<b>BIS_BETRKM</b>		<b>SFC 80</b>
23.000	23.100	0.533	0.766
23.100	23.200	0.529	0.747
23.200	23.300	0.487	0.738
23.300	23.400	0.495	0.770
23.400	23.500	0.474	0.735
23.500	23.600	0.464	0.729
23.600	23.700	0.468	0.746
23.700	23.800	0.506	0.683
23.800	23.900	0.496	0.695
23.900	24.000	0.478	0.698
24.000	24.100	0.366	0.597
24.100	24.200	0.423	0.595
24.200	24.300	0.420	0.585
24.300	24.400	0.363	0.553
24.400	24.500	0.446	0.628
24.500	24.600	0.449	0.623
24.600	24.700	0.461	0.634
24.700	24.800	0.463	0.641
24.800	24.900	0.473	0.627
24.900	25.000	0.477	0.637

<b>Messstelle Nr.18b (N2 BL)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
<b>VON_BETRKM</b>	<b>BIS_BETRKM</b>		<b>SFC 80</b>
23.000	23.100	0.406	0.577
23.100	23.200	0.441	0.587
23.200	23.300	0.483	0.664
23.300	23.400	0.441	0.614
23.400	23.500	0.371	0.568
23.500	23.600	0.413	0.571
23.600	23.700	0.380	0.525
23.700	23.800	0.483	0.676
23.800	23.900	0.493	0.659
23.900	24.000	0.414	0.572
24.000	24.100	0.485	0.599
24.100	24.200	0.445	0.675
24.200	24.300	0.476	0.734
24.300	24.400	0.464	0.731
24.400	24.500	0.419	0.651
24.500	24.600	0.420	0.624
24.600	24.700	0.413	0.596
24.700	24.800	0.431	0.591
24.800	24.900	0.456	0.598
24.900	25.000	0.434	0.590

<b>Messstelle Nr.19 (N9 VD)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
<b>VON_BETRKM</b>	<b>BIS_BETRKM</b>		<b>SFC 80</b>
5.000	5.100	0.407	0.586
5.100	5.200	0.431	0.638
5.200	5.300	0.409	0.602
5.300	5.400	0.388	0.621
5.400	5.500	0.408	0.614
5.500	5.600	0.343	0.587
5.600	5.700	0.410	0.650
5.700	5.800	0.423	0.623
5.800	5.900	0.408	0.619
5.900	6.000	0.415	0.632
6.000	6.100	0.392	0.586
6.100	6.200	0.340	0.528
6.200	6.300	0.377	0.514
6.300	6.400	0.349	0.500
6.400	6.500	0.376	0.602
6.500	6.600	0.403	0.622
6.600	6.700	0.350	0.521
6.700	6.800	0.338	0.453
6.800	6.900	0.309	0.413
6.900	7.000	0.306	0.439

<b>Messstelle Nr.19a (N9 VD)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
<b>VON_BETRKM</b>	<b>BIS_BETRKM</b>		<b>SFC 80</b>
5.000	5.100	0.573	0.822
5.100	5.200	0.548	0.801
5.200	5.300	0.565	0.777
5.300	5.400	0.536	0.763
5.400	5.500	0.560	0.774
5.500	5.600	0.576	0.742
5.600	5.700	0.578	0.791
5.700	5.800	0.580	0.797
5.800	5.900	0.566	0.793
5.900	6.000	0.567	0.809
6.000	6.100	0.585	0.765
6.100	6.200	0.589	0.806
6.200	6.300	0.571	0.812
6.300	6.400	0.549	0.761
6.400	6.500	0.550	0.785
6.500	6.600	0.533	0.797
6.600	6.700	0.520	0.776
6.700	6.800	0.525	0.791
6.800	6.900	0.543	0.768
6.900	7.000	0.517	0.759

<b>Messstelle Nr.20 (N1 ZH)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
VON_BETRKM	BIS_BETRKM		SFC 80
323.000	323.100	0.367	0.567
323.100	323.200	0.381	0.537
323.200	323.300	0.379	0.504
323.300	323.400	0.399	0.526
323.400	323.500	0.388	0.530
323.500	323.600	0.376	0.528
323.600	323.700	0.429	0.564
323.700	323.760	0.444	0.598

<b>Messstelle Nr.21 (N1 AG)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
VON_BETRKM	BIS_BETRKM		SFC 80
62.000	62.100	0.351	0.568
62.100	62.200	0.393	0.588
62.200	62.300	0.384	0.604
62.300	62.400	0.380	0.572
62.400	62.500	0.382	0.560
62.500	62.600	0.388	0.553
62.600	62.700	0.388	0.568
62.700	62.800	0.384	0.587
62.800	62.900	0.392	0.589
62.900	63.000	0.383	0.597
63.000	63.100	0.392	0.599
63.100	63.200	0.383	0.596
63.200	63.300	0.387	0.591
63.300	63.400	0.382	0.582
63.400	63.500	0.388	0.586
63.500	63.600	0.387	0.578
63.600	63.700	0.387	0.573
63.700	63.800	0.388	0.582
63.800	63.900	0.384	0.580
63.900	64.000	0.383	0.589

<b>Messstelle Nr.22 (N1 VD)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
<b>VON_BETRKM</b>	<b>BIS_BETRKM</b>		<b>SFC 80</b>
43.500	43.600	0.384	0.539
43.600	43.700	0.378	0.571
43.700	43.800	0.379	0.583
43.800	43.900	0.381	0.591
43.900	44.000	0.381	0.601
44.000	44.100	0.378	0.594
44.100	44.200	0.381	0.624
44.200	44.300	0.390	0.632
44.300	44.400	0.376	0.623
44.400	44.500	0.382	0.600
44.500	44.600	0.393	0.600
44.600	44.700	0.396	0.642
44.700	44.800	0.416	0.653
44.800	44.900	0.423	0.672
44.900	45.000	0.442	0.656
45.000	45.100	0.419	0.629
45.100	45.200	0.433	0.666
45.200	45.300	0.398	0.653
45.300	45.400	0.413	0.625
45.400	45.500	0.410	0.630
45.500	45.600	0.407	0.626

<b>Messstelle Nr.23 (N9 VD)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
<b>VON_BETRKM</b>	<b>BIS_BETRKM</b>		<b>SFC 80</b>
43.000	43.100	0.339	0.508
43.100	43.200	0.347	0.488
43.200	43.300	0.343	0.501
43.300	43.400	0.341	0.520
43.400	43.500	0.359	0.521
43.500	43.600	0.346	0.526
43.600	43.700	0.350	0.526
43.700	43.800	0.349	0.505
43.800	43.900	0.347	0.494
43.900	44.000	0.337	0.498
44.000	44.100	0.342	0.523
44.100	44.200	0.336	0.532
44.200	44.300	0.351	0.509
44.300	44.400	0.344	0.504
44.400	44.500	0.341	0.516
44.500	44.600	0.363	0.536
44.600	44.700	0.345	0.502
44.700	44.800	0.339	0.489
44.800	44.900	0.353	0.508
44.900	45.000	0.348	0.521

<b>Messstelle Nr.24 (N1 SG)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
VON_BETKRM	BIS_BETKRM		SFC 80
380.800	380.900	0.390	0.603
380.900	381.000	0.401	0.632
381.000	381.100	0.412	0.644
381.100	381.200	0.410	0.649
381.200	381.300	0.404	0.636
381.300	381.400	0.398	0.646
381.400	381.500	0.404	0.671
381.500	381.600	0.403	0.656
381.600	381.700	0.392	0.671
381.700	381.800	0.380	0.631
381.800	381.900	0.371	0.633
381.900	382.000	0.360	0.662
382.000	382.100	0.379	0.600
382.100	382.200	0.368	0.595
382.200	382.300	0.355	0.560

<b>Messstelle Nr26 (N3 AG)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
VON_BETKRM	BIS_BETKRM		SFC 80
5.500	5.600	0.470	0.651
5.600	5.700	0.392	0.540
5.700	5.800	0.448	0.624
5.800	5.900	0.396	0.622
5.900	6.000	0.386	0.628
6.000	6.100	0.461	0.666

<b>Messstelle Nr.26a (N3 AG)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
VON_BETKRM	BIS_BETKRM		SFC 80
5.500	5.600	0.429	0.605
5.600	5.700	0.357	0.536
5.700	5.800	0.351	0.513
5.800	5.900	0.376	0.545
5.900	6.000	0.389	0.560
6.000	6.100	0.375	0.543

<b>Messstelle Nr.27 (N12 VD)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
<b>VON_BETRKM</b>	<b>BIS_BETRKM</b>		<b>SFC 80</b>
82.000	82.100	0.260	0.466
82.100	82.200	0.270	0.476
82.200	82.300	0.340	0.585
82.300	82.400	0.335	0.581
82.400	82.500	0.364	0.600
82.500	82.600	0.372	0.628
82.600	82.700	0.393	0.624
82.700	82.800	0.368	0.586
82.800	82.900	0.358	0.582
82.900	83.000	0.354	0.600
83.000	83.100	0.360	0.558
83.100	83.200	0.355	0.588
83.200	83.300	0.426	0.599
83.300	83.400	0.397	0.623
83.400	83.500	0.396	0.621
83.500	83.600	0.418	0.622
83.600	83.700	0.399	0.625
83.700	83.800	0.397	0.615
83.800	83.900	0.232	0.406
83.900	84.000	0.221	0.458

<b>Messstelle Nr.28 (N12 VD)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
<b>VON_BETRKM</b>	<b>BIS_BETRKM</b>		<b>SFC 80</b>
3.000	3.100	0.372	0.519
3.100	3.200	0.443	0.547
3.200	3.300	0.477	0.563
3.300	3.400	0.468	0.567
3.400	3.500	0.425	0.544
3.500	3.600	0.415	0.542
3.600	3.700	0.381	0.575
3.700	3.800	0.365	0.513
3.800	3.900	0.377	0.495
3.900	4.000	0.354	0.503
4.000	4.100	0.363	0.477
4.100	4.200	0.412	0.581
4.200	4.300	0.434	0.659
4.300	4.400	0.439	0.638
4.400	4.500	0.364	0.568
4.500	4.600	0.376	0.561
4.600	4.700	0.417	0.566
4.700	4.800	0.378	0.522
4.800	4.900	0.386	0.493
4.900	5.000	0.403	0.566

<b>Messstelle Nr.29a (N1 VD)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
VON_BETKRM	BIS_BETKRM		SFC 80
39.000	39.100	0.199	0.454
39.100	39.200	0.209	0.467
39.200	39.300	0.187	0.506
39.300	39.400	0.193	0.512
39.400	39.500	0.190	0.482
39.500	39.600	0.192	0.495
39.600	39.700	0.189	0.499
39.700	39.800	0.191	0.499
39.800	39.900	0.227	0.531
39.900	40.000	0.200	0.545
40.000	40.100	0.199	0.504
40.100	40.200	0.236	0.508
40.200	40.300	0.187	0.506
40.300	40.400	0.214	0.511
40.400	40.500	0.196	0.482
40.500	40.600	0.211	0.519
40.600	40.700	0.197	0.498
40.700	40.800	0.204	0.471
40.800	40.900	0.194	0.482
40.900	41.000	0.209	0.486

<b>Messstelle Nr.29b (N1 VD)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
VON_BETKRM	BIS_BETKRM		SFC 80
50.000	50.100	0.185	0.462
50.100	50.200	0.214	0.419
50.200	50.300	0.211	0.427
50.300	50.400	0.227	0.440
50.400	50.500	0.195	0.438
50.500	50.600	0.224	0.461
50.600	50.700	0.204	0.474
50.700	50.800	0.262	0.545
50.800	50.900	0.276	0.516
50.900	51.000	0.263	0.526
51.000	51.100	0.246	0.499
51.100	51.200	0.174	0.396
51.200	51.300	0.146	0.428
51.300	51.400	0.160	0.423
51.400	51.500	0.179	0.412
51.500	51.600	0.183	0.409
51.600	51.700	0.171	0.413
51.700	51.800	0.181	0.428
51.800	51.900	0.163	0.404
51.900	52.000	0.158	0.419

<b>Messstelle Nr.30 (N2 TI)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
<b>VON_BETRKM</b>	<b>BIS_BETRKM</b>		<b>SFC 80</b>
90.000	90.100	0.328	0.517
90.100	90.200	0.305	0.502
90.200	90.300	0.307	0.487
90.300	90.400	0.311	0.507
90.400	90.500	0.309	0.512
90.500	90.600	0.315	0.529
90.600	90.700	0.322	0.530
90.700	90.800	0.312	0.546
90.800	90.900	0.340	0.582
90.900	91.000	0.353	0.635
91.000	91.100	0.339	0.641
91.100	91.200	0.372	0.635
91.200	91.300	0.381	0.618
91.300	91.400	0.267	0.510
91.400	91.500	0.223	0.439
91.500	91.600	0.224	0.447
91.600	91.700	0.252	0.443
91.700	91.800	0.221	0.447
91.800	91.900	0.229	0.411
91.900	92.000	0.193	0.378

<b>Messstelle Nr.31 (N1 SG)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
<b>VON_BETRKM</b>	<b>BIS_BETRKM</b>		<b>SFC 80</b>
403.000	403.100	0.396	0.651
403.100	403.200	0.404	0.650
403.200	403.300	0.391	0.648
403.300	403.400	0.425	0.648
403.400	403.500	0.422	0.617
403.500	403.600	0.432	0.660
403.600	403.700	0.424	0.654
403.700	403.800	0.414	0.644
403.800	403.900	0.421	0.651
403.900	404.000	0.441	0.650
404.000	404.100	0.449	0.663
404.100	404.200	0.416	0.618
404.200	404.300	0.419	0.640
404.300	404.400	0.389	0.634
404.400	404.500	0.429	0.640
404.500	404.600	0.416	0.637
404.600	404.700	0.435	0.646
404.700	404.800	0.404	0.626
404.800	404.900	0.439	0.628
404.900	405.000	0.415	0.637

<b>Messstelle Nr.32 (N2 TI)</b>			
<b>VON_BETKRM</b>	<b>BIS_BETKRM</b>	<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
			SFC 80
46.900	47.000	0.435	0.632
47.000	47.100	0.422	0.650
47.100	47.200	0.364	0.513
47.200	47.300	0.390	0.630
47.300	47.400	0.389	0.710
47.400	47.500	0.410	0.697
47.500	47.600	0.433	0.722
47.600	47.700	0.413	0.709
47.700	47.800	0.414	0.716
47.800	47.900	0.426	0.729
47.900	48.000	0.438	0.729
48.000	48.100	0.415	0.708
48.100	48.200	0.382	0.656
48.200	48.300	0.380	0.651
48.300	48.400	0.383	0.621
48.400	48.500	0.394	0.621
48.500	48.600	0.375	0.650
48.600	48.700	0.393	0.615
48.700	48.800	0.365	0.617
48.800	48.900	0.379	0.656
48.900	49.000	0.399	0.691

<b>Messstelle Nr.34 (N1 SG)</b>			
<b>VON_BETKRM</b>	<b>BIS_BETKRM</b>	<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
			SFC 80
398.000	398.100	0.423	0.602
398.100	398.200	0.389	0.570
398.200	398.300	0.397	0.579
398.300	398.400	0.394	0.561
398.400	398.500	0.397	0.594
398.500	398.600	0.420	0.604
398.600	398.700	0.398	0.578
398.700	398.800	0.381	0.536
398.800	398.900	0.385	0.565
398.900	399.000	0.428	0.557
399.000	399.100	0.373	0.566
399.100	399.200	0.399	0.574
399.200	399.300	0.442	0.605
399.300	399.400	0.387	0.579
399.400	399.500	0.417	0.576
399.500	399.600	0.405	0.573
399.600	399.700	0.366	0.550
399.700	399.800	0.357	0.554
399.800	399.900	0.392	0.596
399.900	400.000	0.427	0.674

<b>Messstelle Nr.35 (N13 SG)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
<b>VON_BETRKM</b>	<b>BIS_BETRKM</b>		<b>SFC 80</b>
145.000	145.100	0.352	0.467
145.100	145.200	0.377	0.461
145.200	145.300	0.371	0.455
145.300	145.400	0.361	0.453
145.400	145.500	0.354	0.470
145.500	145.600	0.259	0.477
145.600	145.700	0.396	0.466
145.700	145.800	0.385	0.465
145.800	145.900	0.377	0.481
145.900	146.000	0.356	0.479
146.000	146.100	0.341	0.505
146.100	146.200	0.379	0.507
146.200	146.300	0.362	0.441
146.300	146.400	0.354	0.507
146.400	146.500	0.315	0.510
146.500	146.600	0.390	0.506
146.600	146.700	0.372	0.530
146.700	146.800	0.336	0.502
146.800	146.900	0.332	0.525
146.900	147.000	0.360	0.541

<b>Messstelle Nr.36 (N8 BE)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
<b>VON_BETRKM</b>	<b>BIS_BETRKM</b>		<b>SFC 80</b>
22.700	22.800	0.419	0.456
22.800	22.900	0.447	0.529
22.900	23.000	0.499	0.613
23.000	23.100	0.555	0.710
23.100	23.200	0.554	0.669
23.200	23.300	0.544	0.735
23.300	23.400	0.526	0.681
23.400	23.500	0.545	0.730
23.500	23.600	0.556	0.673
23.600	23.700	0.569	0.698
23.700	23.800	0.602	0.703
23.800	23.900	0.565	0.665
23.900	24.000	0.548	0.624
24.000	24.100	0.575	0.633
24.100	24.200	0.594	0.752
24.200	24.300	0.676	0.781
24.300	24.400	0.605	0.765
24.400	24.500	0.572	0.734
24.500	24.600	0.801	0.763
24.600	24.700	0.666	0.805

<b>Messstelle Nr.37 (N1 SG)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
VON_BETKRM	BIS_BETKRM		SFC 80
359.000	359.100	0.392	0.569
359.100	359.200	0.354	0.569
359.200	359.300	0.378	0.573
359.300	359.400	0.341	0.552
359.400	359.500	0.340	0.564
359.500	359.600	0.361	0.537
359.600	359.700	0.349	0.527
359.700	359.800	0.313	0.515
359.800	359.900	0.369	0.542
359.900	360.000	0.342	0.523
360.000	360.100	0.272	0.472
360.100	360.200	0.336	0.547
360.200	360.300	0.331	0.505
360.300	360.400	0.328	0.514
360.400	360.500	0.357	0.530
360.500	360.600	0.347	0.488
360.600	360.700	0.290	0.466
360.700	360.800	0.310	0.486

<b>Messstelle Nr.38 (N3 SG)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
VON_BETKRM	BIS_BETKRM		SFC 80
182.000	182.100	0.363	0.510
182.100	182.200	0.346	0.521
182.200	182.300	0.368	0.526
182.300	182.400	0.376	0.520
182.400	182.500	0.384	0.491
182.500	182.600	0.399	0.525
182.600	182.700	0.392	0.544
182.700	182.800	0.419	0.618
182.800	182.900	0.443	0.724
182.900	183.000	0.450	0.742
183.000	183.100	0.445	0.743
183.100	183.200	0.430	0.756
183.200	183.300	0.433	0.788
183.300	183.400	0.416	0.748
183.400	183.500	0.386	0.775
183.500	183.600	0.422	0.748
183.600	183.700	0.445	0.748
183.700	183.800	0.458	0.833
183.800	183.900	0.467	0.849
183.900	184.000	0.509	0.830

<b>Messstelle Nr.39 (N13 SG)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
<b>VON_BETKRM</b>	<b>BIS_BETKRM</b>		<b>SFC 80</b>
173.000	173.100	0.480	0.732
173.100	173.200	0.499	0.730
173.200	173.300	0.471	0.736
173.300	173.400	0.460	0.751
173.400	173.500	0.458	0.743
173.500	173.600	0.498	0.734
173.600	173.700	0.490	0.744
173.700	173.800	0.482	0.741
173.800	173.900	0.487	0.742
173.900	174.000	0.476	0.760
174.000	174.100	0.479	0.770
174.100	174.200	0.414	0.685
174.200	174.300	0.407	0.677
174.300	174.400	0.424	0.646
174.400	174.500	0.474	0.723
174.500	174.600	0.450	0.734
174.600	174.700	0.467	0.734
174.700	174.800	0.456	0.740
174.800	174.900	0.482	0.744
174.900	175.000	0.467	0.742

<b>Messstelle Nr.40 (N8 BE)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
<b>VON_BETKRM</b>	<b>BIS_BETKRM</b>		<b>SFC 80</b>
27.000	27.100	0.581	0.704
27.100	27.200	0.527	0.701
27.200	27.300	0.554	0.787
27.300	27.400	0.634	0.817
27.400	27.500	0.591	0.769
27.500	27.600	0.485	0.684
27.600	27.700	0.386	0.533
27.700	27.800	0.423	0.564
27.800	27.900	0.410	0.597
27.900	28.000	0.462	0.594
28.000	28.100	0.449	0.604
28.100	28.200	0.470	0.632
28.200	28.300	0.428	0.634
28.300	28.400	0.431	0.595
28.400	28.500	0.463	0.682
28.500	28.600	0.568	0.762
28.600	28.700	0.556	0.760
28.700	28.800	0.612	0.746
28.800	28.900	0.652	0.775
28.900	29.000	0.595	0.844
29.000	29.100	0.587	0.828

<b>Messstelle Nr.40a (N8 BE)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
<b>VON_BETKRM</b>	<b>BIS_BETKRM</b>		<b>SFC 80</b>
22.700	22.800	0.283	0.398
22.800	22.900	0.316	0.430
22.900	23.000	0.431	0.539
23.000	23.100	0.514	0.670
23.100	23.200	0.591	0.681
23.200	23.300	0.542	0.620
23.300	23.400	0.528	0.646
23.400	23.500	0.557	0.706
23.500	23.600	0.545	0.705
23.600	23.700	0.554	0.661
23.700	23.800	0.569	0.707
23.800	23.900	0.548	0.631
23.900	24.000	0.529	0.630
24.000	24.100	0.508	0.601
24.100	24.200	0.783	0.731
24.200	24.300	0.590	0.769
24.300	24.400	0.683	0.760
24.400	24.500	0.647	0.755
24.500	24.600	0.624	0.775
24.600	24.700	0.578	0.767
24.700	24.800	0.557	0.758
24.800	24.900	0.573	0.751

<b>Messstelle Nr.41 (N1 SO)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
<b>VON_BETKRM</b>	<b>BIS_BETKRM</b>		<b>SFC 80</b>
52.000	52.100	0.328	0.425
52.100	52.200	0.349	0.441
52.200	52.300	0.351	0.483
52.300	52.400	0.379	0.512
52.400	52.500	0.345	0.487
52.500	52.600	0.355	0.471
52.600	52.700	0.380	0.497
52.700	52.800	0.401	0.481
52.800	52.900	0.368	0.521
52.900	53.000	0.344	0.476
53.000	53.100	0.394	0.458
53.100	53.200	0.299	0.483
53.200	53.300	0.354	0.517
53.300	53.400	0.373	0.455
53.400	53.500	0.311	0.409
53.500	53.600	0.303	0.460
53.600	53.700	0.365	0.527
53.700	53.800	0.403	0.530
53.800	53.900	0.353	0.518
53.900	54.000	0.386	0.566

<b>Messstelle Nr.42 (N6 BE)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
<b>VON_BETRKM</b>	<b>BIS_BETRKM</b>		<b>SFC 80</b>
28.000	28.100	0.518	0.763
28.100	28.200	0.499	0.718
28.200	28.300	0.478	0.711
28.300	28.400	0.465	0.685
28.400	28.500	0.529	0.730
28.500	28.600	0.538	0.728
28.600	28.700	0.482	0.753
28.700	28.800	0.507	0.722
28.800	28.900	0.565	0.747
28.900	29.000	0.301	0.425
29.000	29.100	0.273	0.363
29.100	29.200	0.287	0.367
29.200	29.300	0.278	0.362
29.300	29.400	0.365	0.372
29.400	29.500	0.388	0.446
29.500	29.600	0.386	0.508
29.600	29.700	0.443	0.525
29.700	29.800	0.392	0.488
29.800	29.900	0.363	0.437
29.900	30.000	0.381	0.440

<b>Messstelle Nr.44 (N2 UR)</b>			
		<b>SRM</b>	<b>SCRIM</b>
VON_BETKRM	BIS_BETKRM		SFC 80
119.000	119.100	0.462	0.719
119.100	119.200	0.379	0.678
119.200	119.300	0.431	0.630
119.300	119.400	0.299	0.448
119.400	119.500	0.276	0.429
119.500	119.600	0.260	0.398
119.600	119.700	0.224	0.393
119.700	119.800	0.225	0.366
119.800	119.900	0.224	0.440
119.900	120.000	0.262	0.363
120.000	120.100	0.220	0.360
120.100	120.200	0.217	0.349
120.200	120.300	0.185	0.340
120.300	120.400	0.190	0.348
120.400	120.500	0.223	0.367
120.500	120.600	0.219	0.363
120.600	120.700	0.199	0.362
120.700	120.800	0.218	0.364
120.800	120.900	0.220	0.386
120.900	121.000	0.210	0.390
121.000	121.100	0.208	0.399
121.100	121.200	0.169	0.364
121.200	121.300	0.190	0.340
121.300	121.400	0.152	0.352
121.400	121.500	0.192	0.354
121.500	121.600	0.197	0.383
121.600	121.700	0.191	0.342
121.700	121.800	0.187	0.349
121.800	121.900	0.177	0.361
121.900	122.000	0.192	0.423
122.000	122.100	0.186	0.349
122.100	122.200	0.182	0.308
122.200	122.300	0.180	0.328
122.300	122.400	0.190	0.310
122.400	122.500	0.169	0.311
122.500	122.600	0.210	0.352
122.600	122.700	0.205	0.335
122.700	122.800	0.182	0.388
122.800	122.900	0.203	0.313
122.900	123.000	0.214	0.435
123.000	123.100	0.211	0.382
123.100	123.200	0.215	0.391
123.200	123.300	0.200	0.357
123.300	123.400	0.223	0.368
123.400	123.500	0.228	0.369
123.500	123.600	0.184	0.319
123.600	123.700	0.270	0.436
123.700	123.800	0.279	0.407
123.800	123.900	0.280	0.384
123.900	124.000	0.277	0.470

