

## Signifikante Griffigkeitswerte aus Verkehrssicherheitsicht

FA 4.182 E

Forschungsstelle: RWTH Aachen, Institut für Straßenwesen  
(Prof. Dr.-Ing. B. Steinauer)  
Bearbeiter: Mayer, G./van der Sluis, S.  
Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bonn  
Abschluss: November 2000

### 1. Aufgabenstellung

Die Griffigkeit – bzw. die mögliche Kraftübertragung zwischen Reifen und nasser Fahrbahn – ist vor allem in den Bereichen der Straßenbautechnik, der Straßenplanung und der Unfallforschung eine der wichtigsten Größen.

Die vorhandenen Vorschläge für einen Abnahme- und einen Gewährleistungswert für die Griffigkeit wurden auf der Basis von vorhandenen Messdaten ermittelt und berücksichtigen den derzeitigen Stand der Straßenbautechnik (Machbarkeit). Diese sollen in die neuen Ausgaben der ZTV Asphalt und ZTV Beton aufgenommen werden. Somit werden zum ersten Mal in Deutschland vertragliche Festlegungen von Griffigkeitswerten vorgenommen.

Im aktuellen Gutachten von Prof. Dr. Bartlsperger zum Entwurf der „Richtlinien zur Bewertung der Straßengriffigkeit bei Nässe“ wird vorgeschlagen, den Nachweis eines Grenzwertes (Schwellenwertes) für die Griffigkeit auf Grund von wissenschaftlichen Überlegungen bezüglich der Verkehrssicherheit zu erbringen, und zwar, indem eine Gefahrenermittlung für die Straßengriffigkeit bei Nässe durchgeführt wird.

Das Ziel dieses Forschungsprojektes war es deswegen, aus objektiven Kriterien vor dem Hintergrund der Verkehrssicherheit einen Schwellenwert für die Griffigkeit abzuleiten. Dazu wurden Unfallanalysen und fahrdynamische Betrachtungen durchgeführt. Es wurde versucht, eine Korrelation zwischen der Straßengriffigkeit und dem Unfallgeschehen bei Nässe nachzuweisen und zu beziffern. Gleichzeitig sollte mittels einer fahrdynamischen Betrachtung unter Beachtung der wesentlichen Einflussgrößen ein Mindestmaß für die Straßengriffigkeit für einen sicheren Bremsvorgang ermittelt werden.

### 2. Untersuchungsmethodik und -ergebnisse

#### 2.1 Unfallanalyse

In der Unfallanalyse wurde der aus früheren Untersuchungen bekannte Zusammenhang zwischen Griffigkeit und Unfallrate bzw. Unfallanteil bei Nässe überprüft. Dazu stand die umfangreiche Datenbasis zum Griffigkeitsniveau von Bundesfernstraßen, wie dieses im Rahmen der aktuellen Zustandserfassung auf Bundesfernstraßen (ZEB) in den Jahren 1997 und 1998 erfasst worden war, zur Verfügung.

Die netzweite Analyse für die Länder Bayern und Nordrhein-Westfalen zeigte zunächst, dass sich das Griffigkeitsniveau an Stellen, an denen sich Unfälle bei Nässe ereignet hatten, nur geringfügig vom Griffigkeitsniveau des übrigen Netzes unterschied.

Aus diesem Grund wurde in einem zweiten Schritt der Zusammenhang zwischen dem Griffigkeitsniveau und dem Unfallgeschehen in unfallauffälligen Bereichen bei Nässe untersucht. Die Auswahl der unfallauffälligen Bereiche (Unfallhäufungsstellen

und Unfallhäufungslinien) geschah in Anlehnung an das „Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen – Teil 1: Führen und Auswerten von Unfalltypensteckkarten“ (FGSV 1998). Auch in den unfallauffälligen Bereichen fand sich für keine der untersuchten Unfallkenngrößen (Unfalldichte, Unfallkostendichte, Unfallrate, Unfallkostenrate, Unfallkenngrößen bei Nässe) ein erkennbarer Zusammenhang mit der Griffigkeit bei trockenem oder nassem Straßenzustand. Ein Anstieg der Unfallanteile bei Nässe wäre jedoch entsprechend den früheren Untersuchungen zu erwarten gewesen.

In einem dritten Schritt wurde deshalb das Griffigkeitsniveau in unfallauffälligen Bereichen bei Nässe mit dem Griffigkeitsniveau des gesamten Netzes verglichen. Dabei zeigte sich, dass das Griffigkeitsniveau in unfallauffälligen Bereichen im Mittel deutlich niedriger lag als in den übrigen Netzbereichen.

Diese Verschiebung könnte jedoch auf einen Scheineffekt zurückzuführen sein. Auf Grund der Definition von Unfallhäufungsstellen ist davon auszugehen, dass diese tendenziell bei höheren Verkehrsbelastungen auftreten werden. Durch die höheren Verkehrsbelastungen wird die Griffigkeit auf Grund der polierenden Wirkung i.d.R. reduziert, und es könnte das festgestellte geringere Griffigkeitsniveau in den Nass-Unfallhäufungsstellen auf die höhere Verkehrsbelastung zurückgeführt werden. Dieser Effekt müsste jedoch auch bei Abschnitten zu verzeichnen sein, die bei Trockenheit unfallauffällig sind. Bei der Analyse der Trocken-Unfallhäufungsstellen zeigte sich jedoch keine „Linksverschiebung“ des Griffigkeitsniveaus. Aus diesem Grund kann ausgeschlossen werden, dass die niedrigeren Griffigkeiten bei nässeunfallauffälligen Bereichen auf höhere Verkehrsbelastungen zurückzuführen sind.

Auf Grund der Unterschiede im Griffigkeitsniveau innerhalb und außerhalb der unfallauffälligen Bereiche wurde berechnet, wie wahrscheinlich das Auftreten von unfallauffälligen Bereichen beim Straßenzustand „nass“ für unterschiedliche Griffigkeiten ist. Dabei zeigte sich ein deutlicher Anstieg dieser Wahrscheinlichkeiten mit sinkender Griffigkeit. Während z. B. bezogen auf den rechten Fahrstreifen die Wahrscheinlichkeit, dass bei einem Griffigkeitsniveau von  $\mu_{\text{SCRIM}} = 0,43$  eine Unfallhäufungsstelle auftritt nur bei 2,7 % liegt, wächst diese Wahrscheinlichkeit bei einem Griffigkeitswert bei  $\mu_{\text{SCRIM}} = 0,23$  auf 14 %, d. h. auf das Fünffache an. Dieser Zusammenhang deutet auf einen deutlichen Einfluss der Griffigkeit auf das Unfallgeschehen bei Nässe hin, auch wenn dieser Zusammenhang in den vorgenannten Unfallanalysen nicht nachgewiesen werden konnte.

Die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von unfallauffälligen Bereichen in Abhängigkeit von der Griffigkeit wächst jedoch bei abnehmender Griffigkeit zwar progressiv, jedoch so gleichmäßig an, dass sich hieraus im Sinne der o. g. Zielsetzung kein Schwellenwert objektiv ableiten lässt.

#### 2.2 Fahrdynamische Betrachtung

In der fahrdynamischen Untersuchung wurden mit möglichst einfachen Modellansätzen die Longitudinalbewegungen des Fahrzeuges während des Bremsvorgangs beschrieben. Hierbei kam ein dreistufiges Verzögerungsmodell zum Einsatz, mit dem sich die resultierenden Bremswege realitätsnah abbilden ließen. Zur Überprüfung und Kalibrierung des angewendeten Modelles wurden im Rahmen dieses Forschungsprojektes Bremsversuche auf Fahrbahnen mit unterschiedlicher Griffigkeit durchge-

führt. Die Bremsungen erfolgten sowohl mit ein- als auch mit ausgeschaltetem Antiblockiersystem (ABS). Die dabei erzielten Verzögerungen wurden mit den unmittelbar vor bzw. während der Bremsversuche durch ein SCRIM-Messverfahren ermittelten Griffigkeitswerten verglichen. Mittels Regressionsanalysen wurden für einen definiert angenähten Fahrbahnzustand Korrelationen zwischen der Bremsverzögerung (Kraftschlussbeanspruchung) und dem SCRIM-Wert hergestellt.

Bei Bremsvorgängen ist immer die Interaktion der Parameter

- Griffigkeit der Fahrbahnoberfläche,
- Haltesichtweite,
- Geschwindigkeit

zu beachten. Bei Vorgabe zweier Parameter ist die dritte Größe bestimmt. Über den in dieser Untersuchung abgeleiteten formalen Zusammenhang zwischen Kraftschlussbeanspruchung bei Nässe und SCRIM-Messungen kann für die unterschiedlichen Randbedingungen der jeweils erforderliche SCRIM-Wert ermittelt werden. Die ermittelten Zusammenhänge sind daher nicht nur bei der Bestimmung von Richtliniengrenzwerten verwendbar, sondern können vielmehr auch dazu benutzt werden, auf vorhandenen Straßen zu prüfen, inwieweit diese drei Parameter zu einer verkehrssicheren Gesamtbedingung zusammengeführt werden können.

Mit Hilfe des fahrdynamischen Modells wurden die notwendigen Bremsverzögerungen und zugehörigen erforderlichen Mindestgriffigkeiten für folgende Situationen ermittelt:

- Halten innerhalb der Mindesthaltesichtweite aus  $V_0 = 130$  km/h (Bundesautobahn),
- Halten innerhalb der Haltesichtweite aus  $V_0 = 100$  km/h (Bundesstraße),
- Halten innerhalb der Haltesichtweite aus  $V_0 = 70$  km/h (Knotenpunkt mit LSA).

Aus fahrdynamischer Sicht sind folgende minimale Griffigkeiten der Fahrbahn bei den beschriebenen Situationen erforderlich:

- Anhalten innerhalb der Mindesthaltesichtweite nach RAS-L auf Autobahnen bei Fahren mit Richtgeschwindigkeiten ohne ABS in der Geraden:  $\min \mu_{\text{SCRIM}} = 0,27$ ,

- Anhalten innerhalb der Mindesthaltesichtweite nach RAS-L auf Bundesstraßen bei einer Ausgangsgeschwindigkeit von 100 km/h:  $\min \mu_{\text{SCRIM}} = 0,28$ ,
- Anhalten vor einer Lichtsignalanlage bei einer Ausgangsgeschwindigkeit von 70 km/h:  $\min \mu_{\text{SCRIM}} = 0,37$ . Da Lichtsignalanlagen, die nicht auf ausreichende Entfernung erkennbar sind, durch Zeichen 131 StVO angekündigt werden, wird dieser Fall für die Ableitung eines Schwellenwertes als nicht relevant erachtet.

Auf Grund der fahrdynamischen Betrachtung ist auf Bundesfernstraßen eine Griffigkeit von mindestens  $\mu_{\text{SCRIM}} = 0,28$  erforderlich, wenn sicher gestellt sein soll, dass Fahrzeugführer auf richtliniengerecht trassierten Straßen innerhalb der Mindesthaltesichtweite vor einem Hindernis anhalten können.

Das SCRIM-Gerät birgt – wie alle Messverfahren – Ungenauigkeiten in sich. Bei Berücksichtigung der Toleranzen des Messverfahrens erhöht sich der vorgenannte Wert auf  $\min \mu_{\text{SCRIM}} = 0,31$ .

Einen Schwellenwert von  $\mu_{\text{SCRIM}} = 0,31$  für das deutsche Fernstraßennetz unterschreiten weniger als 5 % aller 100 m-Abschnitte, die im Rahmen der ZEB-Messungen auf Bundesautobahnen erfasst wurden.

Bei der Festlegung des genannten Schwellenwertes wurde vorausgesetzt, dass der Bremsvorgang in der Geraden stattfindet. Bei einer Vollbremsung in einer engen Kurve, in der Radialkräfte zur Wirkung kommen und zusätzlich u. U. die nach RAS-L geforderte Mindesthaltesichtweite nicht verfügbar ist, kann die Festlegung eines höheren Schwellenwertes erforderlich sein.

#### 4. Folgerungen

Die vorliegende Untersuchung erwies noch deutlichen Forschungsbedarf in den folgenden Bereichen:

- Durchführung ergänzender Untersuchungen zur weiteren Absicherung des ermittelten Schwellenwertes,
- Durchführung weitergehender Untersuchungen über das Bremsverhalten in Notsituationen zur genaueren Abbildung des Bremsverhaltens. □