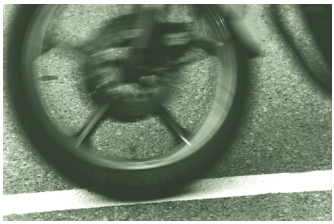
INSTITUT FÜR ZWEIRADSICHERHEIT e.V.

PRAXISHEFTE ZWEIRADSICHERHEIT 6

Motorradfreundlicher Straßenbau



Autoren:
Elmar Forke
Rainer Gajewski

PRAXISHEFTE ZWEIRADSICHERHEIT 6

In der Reihe „Praxishefte Zweiradsicherheit“ erscheinen in loser Folge Arbeiten, die – aufbauend auf einer wissenschaftlichen Grundlage – Handlungshilfen für die Praxis zur Zweiradsicherheitsarbeit bieten. Die Hefte wenden sich an verschiedene Zielgruppen. Die in der Reihe erscheinenden Arbeiten geben die Meinung des Autors, nicht in jedem Fall die Meinung des Instituts für Zweiradsicherheit wieder.

Praxishefte Zweiradsicherheit
Herausgeber: Institut für Zweiradsicherheit e.V.,
Elmar Forke

Redaktion: Friedhelm Kortmann
Bibliographie: Peter Bökamp
Koordination: Matthias Haasper

3., aktualisierte Auflage 2003
© Institut für Zweiradsicherheit e.V.
Postfach 12 04 04 · 45314 Essen
Gladbecker Straße 425 · 45329 Essen
Telefon 02 01/83 53 9-0
Telefax 02 01/36 85 14

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar.

Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmung und Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.
ISBN 3-923994-16-8
ISSN 0175-2634

Motorradfreundlicher Straßenbau

Motorradspezifische Anforderungen an Planung, Bau und Betrieb von Außerortsstraßen

Institut für Zweiradsicherheit e.V.

Praxisheft Nr. 6

Autoren:
Elmar Forke
Rainer Gajewski

INSTITUT FÜR ZWEIRADSICHERHEIT e.V.
Postfach 12 04 04 · 45314 Essen
Gladbecker Straße 425 · 45329 Essen
Telefon 02 01/83 53 9-0
Telefax 02 01/36 85 14

Vorwort zur dritten Auflage

Das erweiterte und aktualisierte Praxisheft Nr. 6 „Motorradfreundlicher Straßenbau" setzt die langjährige Tradition des Instituts für Zweiradsicherheit (ifz) fort, vermeidbare Risiken für Motorradfahrer im Straßenverkehrsumfeld klar zu benennen und Hilfestellungen zu deren Beseitigung zu geben.

Die Erfolge der letzten Jahre für einen motorradfreundlichen Straßenbau beweisen, dass ein konstruktiver Dialog mit den zuständigen Behörden und Ämtern und dessen Umsetzung in die Praxis an vielen Stellen geholfen hat, Problemstrecken für Motorradfahrer zu entschärfen und die Sensibilität für diesen Problemkreis bei den Behörden zu erhöhen. Schon 1984 bearbeitete das ifz als erste Institution die Problematik der Schutzplankenunfälle von Motorradfahrern auf wissenschaftlicher Basis. Risiken durch Fahrbahnmarkierungen und unsachgemäße Bitumenreparaturen waren weitere Aspekte, die das ifz wissenschaftlich untersuchte. Ziel aller Forschungsbemühungen war es stets, Risiken zu analysieren, Verbesserungsmöglichkeiten aufzuzeigen und diese durch einen direkten aktiven Dialog mit den Behörden umzusetzen.

Die Entschärfung der formaggressiven Schutzplankenpfosten kann als prototypisches Beispiel für die erfolgreiche Arbeit zur Risikominderung im Straßenumfeld gelten. Nicht zuletzt durch die wissenschaftliche Absicherung war es nach Veröffentlichung der Forschungsergebnisse möglich, die Interessen der Motorradfahrerinnen und Motorradfahrer in den offiziellen Richtlinien für „abweisende Schutzeinrichtungen" an Bundesfernstraßen zu verankern und zwischenzeitlich in den technischen Lieferbedingungen TL-SPU 93 Mindestanforderungen für Pfostenummantelungen festzuschreiben.

So ist das Praxisheft Nr. 6 „Motorradfreundlicher Straßenbau" nach seiner neuesten Aktualisierung auch weiterhin als Hilfe für die Straßenverkehrsbehörden konzipiert. Es beinhaltet den neuesten Stand ausführlicher Unfallanalysen für den Motorradverkehr auf Außerortsstraßen, beschreibt fahrphysikalische Spezifika motorisierter Zweiräder und gibt in seinem umfassenden Informationsteil über straßenbauliche Problemfelder Hinweise zur Verringerung oder Vermeidung von Risiken für Motorradfahrer in diesem Verkehrsumfeld.

Dieses Praxisheft soll den aktiven Dialog mit den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Straßenbaubehörden fortführen und ein zuverlässiges Instrument für die Optimierung der Motorradsicherheit sein.

Ich bin überzeugt, dass wir mit dieser überarbeiteten Auflage den zuständigen Stellen für ihre tägliche Arbeit Anregungen und Hintergrundwissen für eine sachgerechte Berücksichtigung der Sicherheitsinteressen motorisierter Zweiradfahrer vermitteln, deren spezifische und eigenständige Anforderungen im Straßenverkehr erfüllt sein müssen.

Wir freuen uns über Ihre Kommentare und Hinweise zur Ergänzung dieses Praxisheftes und hoffen auf einen fruchtbaren Dialog nicht nur mit Behörden, sondern auch mit Politikern und Motorradfahrerinnen und Motorradfahrern in Deutschland.

Essen, im Februar 2003

Elmar Forke

Institutsleiter

Seite	Inhaltsverzeichnis

7 - 9 **1. Einleitung und Zielsetzung des Praxisheftes**

9 - 14 **2. Bestandsentwicklung und Unfallanalyse**
2.1 Motorradbestand und Unfallentwicklung in Deutschland
2.1.1 Unfallszenario der Motorradunfälle
2.1.2 Ortslage und Verletzungsschwere Motorrad/Pkw

14 - 23 **3. Fahrphysikalische Unterschiede einspuriger Fahrzeuge gegenüber Personenkraftwagen**

23 - 37 **4. Modell des „Fahrer-Fahrzeug-Umwelt"-Systems und spezifische Eigenschaften des motorisierten Zweirades**

37 **5. Maßnahmen zur Reduzierung straßenbaulicher Problemfelder für Motorradfahrer auf Außerortsstraßen**

39 - 59 **5.1 Maßnahmen beim Entwurf von Straßen**
5.1.1 Kreis- und Übergangsbögen
5.1.2 Fahrbahnneigung und Fahrbahnausrundung
5.1.3 Sichtweiten und Sichtverhältnisse
5.1.4 Knotenpunkte

59 - 81 **5.2 Maßnahmen bei Bau, Betrieb und Erhaltung von Straßen**
5.2.1 Fahrbahnausstattung
5.2.2 Fahrbahnschäden und Fahrbahnerneuerung
5.2.3 Fahrbahnmarkierungen

81 - 87 **5.3 Verkehrstechnische Maßnahmen zum Geschwindigkeitsverhalten**
5.3.1 Entwurfs- und Bemessungsgeschwindigkeit
5.3.2 Optisch wirkende Maßnahmen
5.3.3 Geschwindigkeitskontrollen
5.3.4 Signaltechnische Maßnahmen

88 - 97 **6. Literatur**

1. Einleitung und Zielsetzung des Praxisheftes

Das heutige Verkehrssystem ist durch einen stetigen Zuwachs von Kraftfahrzeugen gekennzeichnet, Bedarfsprognosen gehen von einer weiteren Zunahme des motorisierten Individualverkehrs im Bereich der Außerortsstraßen und auf den Bundesautobahnen aus.

Das Motorrad ist in unserer mobilen Gesellschaft nicht nur ein Freizeit-„verkehrs"-mittel auf Außerortsstraßen, sondern es gewinnt zunehmend als flexibles und Platz sparendes Transportfahrzeug in Innenstädten an Bedeutung. Bei stetig steigenden Zulassungs- und Bestandszahlen von Motorrädern in Deutschland haben die Unfallzahlen mit diesem Anstieg erfreulicherweise nicht Schritt gehalten. Die Unfallzahlen wie auch die Getötetenrate pro 100.000 zugelassener Motorräder zeigen eine rückläufige Tendenz. Dennoch darf nicht verkannt werden, dass das Risiko, in einen Unfall verwickelt zu werden, im Vergleich zum Pkw doppelt so hoch ist. /1/

Unfall auslösende Aspekte können darüber hinaus nicht alleine mit der Risikobereitschaft der Motorradfahrer begründet werden, denn über 60 Prozent der Motorradunfälle sind Kollisionsunfälle zwischen Motorrädern und Pkw, bei denen der Pkw-Fahrer die Schuld trägt. /63/

Die Unfallentwicklung zeigt innerorts in den letzten Jahren unter anderem Dank der kontinuierlichen Entwicklung und Umsetzung sinnvoller straßenbaulicher Maßnahmen eine positive Tendenz. In der außerörtlichen Straßenlage (ohne Bundesautobahn), die von Motorradfahrern häufig genutzt wird, ist jedoch eine Stagnation oder auch eine weniger deutliche Verminderung der Unfallzahlen festzustellen.

Bei Motorradunfällen auf Außerortsstraßen besteht im Vergleich zu Innerortsunfällen die Gefahr einer erhöhten Verletzungsschwere. Trotz insgesamt verminderter Unfallzahlen bei Motorrädern ist die Unfallschwere bei Zweiradunfällen um ein Mehrfaches höher als bei Unfällen mit Beteiligung von nur Pkw. In bis zu 98 Prozent der Fälle findet dabei eine körperliche Schädigung des Fahrzeuglenkers statt. /88/

Motorradfahrer sind als „äußere Verkehrsteilnehmer" (Aufsassen) somit einem höheren Verletzungsrisiko ausgesetzt als beispielsweise Pkw-Insassen So fehlt die schützende Fahrgastzelle, Rückhaltesysteme

wie Sicherheitsgurt oder Airbags stehen nicht zur Verfügung. Unfallfolgen beim Pkw werden folgerichtig zur Hälfte als reine Sachschäden registriert.

Sieht man die Entwicklung der Verkehrssicherheit auch aus dem Blickwinkel einzelner Fahrzeuggattungen, wird immer noch ein Nachholbedarf an straßenbaulichen Verbesserungen für die Gruppe der Motorradfahrer deutlich. Fahrphysikalische Eigenschaften des Motorrades stehen in einer engeren Wechselwirkung zwischen Fahrer und Umwelt als beim Pkw. In vielen Fällen ist eine Vergleichbarkeit zwischen diesen Fahrzeuggattungen nicht möglich. Straßenbaulich ausgelöste Probleme für motorisierte Zweiräder wurden bisher oftmals nicht näher untersucht, zumal eine Orientierung an der Fahrzeuggattung Pkw sichtbar ist. Negative Wirkungen straßenbaulicher Maßnahmen auf motorisierte Zweiräder sind Behörden in der Regel nicht bekannt.

Fahrdynamische und fahrphysikalische Eigenschaften des motorsierten Zweirades im Vergleich zum Pkw sind die fehlende Kippstabilität des Fahrzeugs und der Mangel an eindeutigen Rückmeldungn beziehungsweise die kompliziertere Anwendung von Regelgrößen im Fahrer-Fahrzeug-Umweltsystem (z.B. Soll-/Ist-Kurs oder Sturzgefahr bei der Ausnutzung der Kraftschlussgrenze).

Wechselnde oder zu niedrige Reibwerte von Fahrbahnoberflächen führen beispielsweise zu gefährdenden oder Unfall auslösenden Situationen, die oftmals nicht in der Systematik des Umfeldes „Straßenbau" erkannt und deshalb ausschließlich dem Führer des Zweirades zugeschrieben werden. Empirische Belege für die Anzahl von „Beinahestürzen" durch straßenbauliche Problemfelder, beispielsweise fehlende Signalisierung von Gefahrenstellen oder gravierende „μ-spots" (Reibwertsprünge) im Fahrbahnbelag, sind Indizien für eine notwendige Integration motorradspezifischer Eigenschaften in straßenbauliche Belange. /8/

Mit dem Praxisheft Nummer 6 möchte das Institut für Zweiradsicherheit eine größere Sensibilität im Umgang mit straßenbaulich ausgelösten Problemen für Motorradfahrer fördern und gleichzeitig Lösungsansätze aufzeigen. Ziel weiterer Überlegungen wird ein

ausführlicher straßenbaulicher Maßnahmenkatalog sein, zu dem dieses Praxisheft erste Ansätze bietet.

Der Katalog und die Umsetzung von notwendigen Maßnahmen sollen zu einer Reduktion der Unfallzahlen und zu einer Verbesserung der Verkehrssicherheit für motorisierte Zweiräder beitragen.

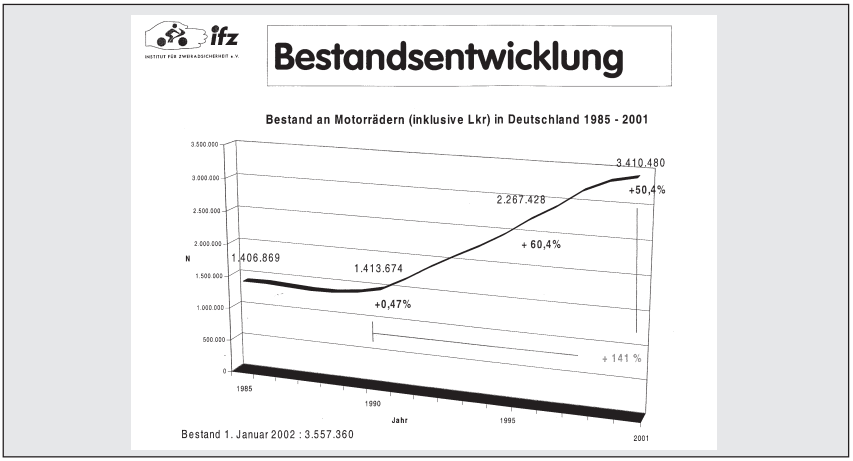
2. Bestandsentwicklung und Unfallanalyse

2.1 Motorradbestand und Unfallentwicklung

Die Entwicklung des Bestandes an motorisierten Zweirädern [KBA] hat im letzten Jahrzehnt stark zugenommen. Wurden noch im Jahr 1990 1,4 Millionen Motorräder gezählt, stieg deren Zahl auf über 3,5 Millionen Fahrzeuge im Jahr 2002 an. In den letzten zehn Jahren hat sich der Bestand an Krafträdern in Deutschland mehr als verdoppelt.

Unter Berücksichtigung von Leichtkrafträdern und Motorrollern sowie zulassungsfreien motorisierten Zweirädern waren bis Ende 2002 über fünf Millionen Personen in Deutschland auf einem motorisierten Zweirad unterwegs.

Tabelle 1: Bestandsentwicklung 1985 bis 2002 /KBA/

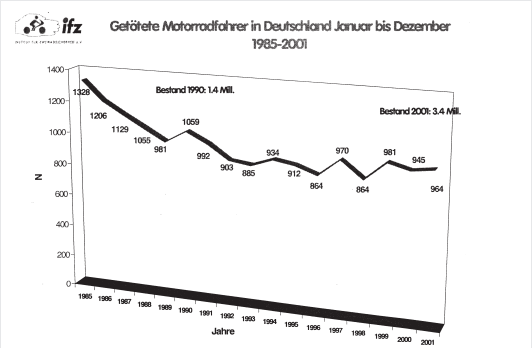


Gegenläufig und positiv entwickelte sich trotz der gestiegenen Bestände die Zahl der Verletzten und Getöteten, die auf einem sinkenden bzw. gleich bleibenden Niveau angesiedelt ist.

Es gilt dabei zu bedenken, dass die Gruppe der Motorradfahrer als „äußerer“ und „ungeschützter“ Verkehrsteilnehmer in bis zu 93% der Fälle bei Unfallereignissen verletzt wird, während es bei Pkw-Unfällen zu über 60% reine Sachschäden sind .

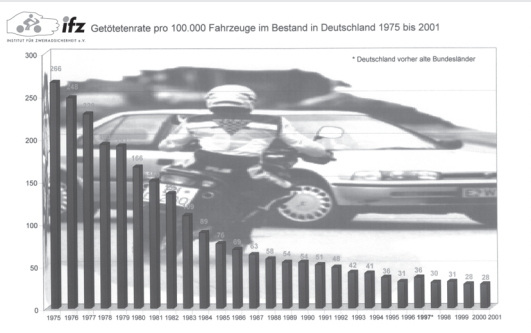
Von 1985 bis 1990 erfolgt eine kontinuierliche Verminderung der getöteten Motorradfahrer in Deutschland. Danach reduzieren sich die Getöteten um 800 auf weniger als 1.000 Personen, die im Straßenverkehr in dieser Fahrzeuggruppe tödlich verunglückten. Die Tendenz bei den verunglückten Nutzern von motorisierten Zweirädern ist äquivalent.

Tabelle 2: Getötete Motorradfahrer 1985-2001



Wird die absolute Anzahl der tödlich verunglückten Motorradfahrer in eine Relation zum Bestand gebracht, kann von einem kontinuierlichen Sinken der Unfallrate gesprochen werden.

Grafik 4: Getötetenrate pro 100.000 Motorräder im Bestand in Deutschland 1975 bis 2001



Die Unfallrate der getöteten Motorradfahrer pro 1.000 zugelassener Fahrzeuge verringerte sich bis 2001 noch deutlicher. So wurden im Jahr 1975 noch 266 Motorradfahrer getötet, 2001 waren es 31 Personen. Berechnet auf den hier dargestellten Zeitraum entspricht dies einem Rückgang von 90 Prozent.

2.1.1 Unfallszenario der Motorradunfälle

Motorradfahrer gehören zur Gruppe der „zu schützenden Personen" im Straßenverkehr. Entgegen den weit verbreiteten Vorurteilen, dass motorisierte Zweiräder anderen Verkehrsteilnehmern gegenüber Vorteile besitzen, was Raumbedarf bei der Fahrt, Wendigkeit etc. betrifft, entspricht dies nicht den Tatsachen. Motorräder sind im unteren Geschwindigkeitsbereich als Zweirad äußerst instabil und brauchen bei der Kurvenfahrt eben soviel Raum wie ein Pkw. Das Kraftrad besitzt im Vergleich zu den vierräderigen Verkehrsmitteln eine spezifische Fahrphysik, die ebenfalls nach spezifischen Rahmenbedingungen verlangt (siehe auch Kap. 3 und 4). Gerade straßenbauliche Voraussetzungen können zu gravierenden Konfliktsituationen für das einspurige Fahrzeug führen.

Bei einer Analyse der Motorradunfallsituation ergeben sich einige zentrale Erkenntnisse:

- Zwei Drittel aller Motorradunfälle sind Kollisionen.
- Hauptunfallgegner ist der Pkw (ca. 75%).
- Hauptunfallursache ist die Missachtung der Vorfahrt des Zweiradfahrers durch andere Verkehrsteilnehmer (67%).
- Die Unfallschuld liegt zu 60% beim Kollisionspartner (zumeist Pkw).
- Hauptunfallorte sind Kreuzungen (45%), Kurven erreichen über 30%.
- Hauptkollisionstyp ist das Abbiegen eines Pkw (zumeist links), wobei es zu einer Kollision mit dem geradeaus fahrenden beziehungsweise überholenden Motorrad kommt.

- Zweiradfahrer werden zum überwiegenden Teil bei Unfällen verletzt (98%), beim Pkw sind dagegen zu 50% reine Sachschäden zu verzeichnen.

Dabei spiegelt dieses Szenario den zumeist vorkommenden Unfall im innerstädtischen Verkehrsraum wider, der in der Verletzungsschwere als oftmals geringer einzustufen ist. Motorradunfälle in der Außerortslage sind zumeist mit ihren Folgen gravierender bei der Betrachtung der Verletzungen der Motorradnutzer.

2.1.2 Ortslage und Verletzungsschwere Motorrad/Pkw

Aus dem Vergleich von Motorradunfällen nach Ortslage ergeben sich zwei substanzielle Erkenntnisse:

1. Innerorts sind wesentlich häufiger Motorradunfälle zu verzeichnen (ca. 60% aller Verunglückten)

2. Mehr als 70% aller getöteten Motorradfahrer werden aber außerhalb von Ortschaften registriert

Außerortsunfälle weisen folglich für Motorradfahrer trotz der zahlenmäßigen Dominanz des Innerortsbereichs die deutlich gravierendere Unfallschwere auf. Bei einem langfristigen Vergleich der Entwicklung der Unfallzahlen von Motorradfahrern kann konstatiert werden, dass der Rückgang der Unfallzahlen innerorts höher ist als außerorts.

Dienen als Bewertungsmaßstab für die Motorradzahlen die Daten der Pkw-Fahrer, so ergibt sich zunächst als wesentliche Übereinstimmung, dass auch die Zahl der getöteten Pkw-Nutzer innerorts stärker zurückgegangen ist als außerorts.

Als Ergebnis des Vergleiches der Unfallzahlen nach Ortslage für Motorrad- und Pkw-Fahrer zeigt sich als signifikantes Phänomen, dass Außerortsunfälle für beide Verkehrsteilnehmergruppen das Sicherheitsproblem Nr. 1 im Straßenverkehr darstellen.

Bei differenzierter Betrachtung der Außerortsunfälle speziell von Motorradfahrern lassen sich einige grundsätzliche Merkmale erkennen:

- Motorradfahrer verunglücken auf Landstraßen am häufigsten in den Sommermonaten, der Zeit der intensivsten Fahrzeugnutzung

- Bei Außerortsunfällen von Motorradfahrern ist der Anteil der Alleinunfälle höher als im Vergleich zum Pkw

- Bei Unfällen mit zwei Beteiligten außerhalb von Ortschaften werden über 60% von den Pkw-Fahrern verursacht, innerorts über 70%

- Beim unfallursächlichen Fehlverhalten der Fahrzeugführer ergeben sich neben dem dominierenden Aspekt „Nicht angepasste Geschwindigkeit" für das Motorrad als ein häufiger Fehler beim Überholen, während beim Pkw Fehler beim Gewähren von Vorfahrt/Vorrang häufiger auftreten

- Für Motorräder ist im Außerortsbereich die dominierende Unfallstelle die Kurve, gefolgt von Einmündungen und Kreuzungen

- Häufigste Unfalltypen sind bei Motorrädern Fahrunfälle sowie Unfälle beim Einbiegen, Kreuzen und Abbiegen.

Der Motorradunfall auf Außerortsstraßen ist somit oftmal ein Fahrunfall vor, in oder hinter Kurven. Der hohe Anteil der Einmündungs- und Kreuzungsunfälle lässt auf gleichfalls hohe Zahlen der typischen Pkw-Motorradkollisionen schließen.

Beim Allein- oder Fahrunfall von Motorradfahrern auf Landstraßen darf der Aspekt der straßenbaulichen Rahmenbedingungen nicht unberücksichtigt bleiben. Unfallanalysen zeigen, dass eine fehlerhafte Einschätzung der richtigen Geschwindigkeitswahl gerade in kurvigen Bereichen oft durch Aspekte des Straßenumfeldes begünstigt wird.

Zum Fahrunfall kommt es, wenn der Fahrzeugführer die Kontrolle über sein Fahrzeug verliert, weil die Geschwindigkeit nicht dem

- Verlauf
- dem Querschnitt
- der Neigung oder
- dem Zustand

des Straßenabschnitts angepasst ist, oder

- der Verlauf der Straße oder
- eine bevorstehende Querschnittsänderung

nicht rechtzeitig erkannt wurde.

Kurvenkombinationen, die nicht eingesehen werden können und Kurven, die sich zuziehen sowie Probleme des Fahrbahnbelags sind nur einige Faktoren, die für den Zweiradfahrer wesentlich kritischer werden können als für Pkw-Fahrer.

Fahrphysikalisch und -psychologisch stellen Streckenabschnitte an Pkw- und Motorradfahrer höchst unterschiedliche Anforderungen. Dies gilt in gleichem Maße für straßenbauliche Bedingungen, was besonders am Beispiel der Schutzplanken oder der Reibwerte des Asphaltbelages deutlich wird: Detaillierte Hinweise finden Sie in den folgenden Kapiteln.

3. Fahrphysikalische Unterschiede einspuriger Fahrzeuge gegenüber Personenkraftwagen

Motorräder als einspurige Fahrzeuge unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Fahreigenschaften in vielen Punkten von zweispurigen Fahrzeugen, z.B. den Personenkraftwagen. /12/ Für das Fahrverhalten einspuriger Fahrzeuge sind Lage und Höhe des Schwerpunktes, der Nachlauf, der Lenkkopfwinkel und Radstand sowie die Querdynamik, Längsdynamik und die Vertikaldynamik von Bedeutung. Motorräder bestehen aus drei Systemen, die miteinander über die Lenkachse gekoppelt sind (System 1 u. 2):

System 1 besteht aus: Vorderrad mit Gabel, Lenker, Scheinwerfer, Schutzblech und Vorderradbremse.

System 2 besteht aus: Rahmen mit Motor und Hinterrad mit Aufhängung.

System 3 besteht aus: Fahrer, Sozius und Gepäck.

Die Seiten 15-22 fehlen aufgrund einer inhaltlichen Überarbeitung.

des Kraftschlusses (Reifen, Bremsung), direkter und folgenschwerer für das Motorrad vollziehen, als dies beim Pkw der Fall ist. Deshalb ist eine straßenbauliche Optimierung für Zweiräder zwingend notwendig.

4. Modellbildung des Systems „Fahrer-Fahrzeug-Umwelt“ und spezifische Eigenschaften des motorisierten Zweirades

Zur Beschreibung eines Mensch-Motorrad -Systems können regelungstechnische Begriffe benutzt werden. Der Mensch als Fahrzeugführer ist hierbei der Regler, das Motorrad die Regelstrecke und die Umwelt die Führungsgröße (Sollkurs, Straße). Die Umwelt ist aber auch gleichzeitig wegen ihrer vielfältigen Einflüsse auf den Sollkurs als Störgröße anzusehen.

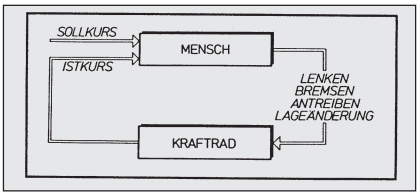


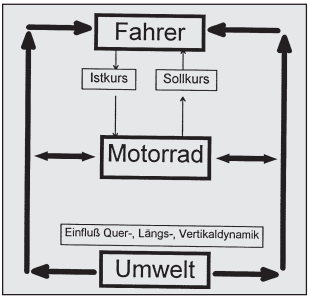
Abb. 5: Regelkreis Fahrer-Fahrzeug /51/

Die Regeltätigkeiten, die der Fahrer vornehmen muss, beziehen sich auf die Fahrzeugdisposition (Routenfestlegung im Straßennetz), die Antizipation (die Sollkursfestlegung innerhalb der Straßengrenzen) und die Kompensation (die Überprüfung des tatsächlich gefahrenen Ist-Kurses mit dem vorgegebenen Sollkurs und die Anpassung der beiden Kurse). Über die Regeltätigkeit der Kompensation führt der Fahrer nicht nur einen ständigen Abgleich zwischen Ist-Kurs und Soll-Kurs durch, sondern muss bei einspurigen Fahrzeugen auch gleichzeitig auf die Einhaltung der notwendigen Fahrstabilität achten.

Informationen über die Fahrstabilität erhält der Fahrer aus dem Bewegungsverhalten und der relativen Lage des Fahrzeuges zur Fahrbahn. Über die Stellgrößen Lenken, Bremsen, Antreiben und Änderung der relativen Körperlage kann er einen Einfluss auf die „Regelstrecke“ Kraftrad nehmen. Das Bewegungsverhalten des Fahrzeuges resultiert, neben dem Einfluss des Fahrers, aus der Störgröße Umwelt, die sich aus der direkten Einwirkung der Fahrbahn auf die Quer-, Längs- und Vertikaldynamik des Fahrzeuges ergibt.

Hieraus lässt sich ein Fahrer-Fahrzeug-Umwelt-Modell ableiten:

Abb. 6: Fahrer-Fahrzeug-Umwelt-Modell



Das oben dargestellte Modell geht von dem Regelkreis in Abb. 6 aus. Die Umwelt stellt die straßenbaulichen Rahmenbedingungen dar, die über die Straße (Fahrbahn, Randbebauung, Sichtweite u.a.) auf das Motorrad und den Fahrer einwirken.

Das Motorrad erfährt durch die Fahrbahn quer-, längs- und vertikaldynamische Einflüsse und reagiert darauf mit Bewegungen in seinen drei Freiheitsgraden (gieren, rollen, kippen), die für das Fahrzeug selbst zu einer Abweichung vom Sollkurs führen und für den Fahrer zusätzliche Beeinflussungen und Belastungen (z.B. durch Vertikalbewegungen) bedeuten.

Der Fahrer gibt den Sollkurs für das Motorrad vor und versucht, über die Wahrnehmung der straßenbaulichen Rahmenbedingungen einen Abgleich zwischen Ist- und Sollkurs vorzunehmen. Hierbei muss er gleichzeitig auf die Einhaltung der notwendigen Fahrstabilität achten und gegebenenfalls seinen vorherigen Sollkurs wieder verändern. Die fahrdynamischen Eigenschaften einspuriger Fahrzeuge verlangen vom Fahrer eine ständige Kontrolle der Umwelt und eine ständige Anpassung an wechselnde Rahmenbedingungen.

Danach ist der Fahrer direkt den Belastungen des Fahrtwindes ausgesetzt und muss bei Gefahrsignalen (andere Fahrzeuge o.a.) rechtzeitig und richtig reagieren. So muss er etwa bei plötzlich starker Verzögerung darauf achten, dass das Vorderrad nicht blockiert (Überbremsen des Vorderrades führt zum sofortigen Verlust der Richtung stabilisierenden Kreiselkraft), gleichzeitig (evtl. durch seine Körperhaltung) für die Einhaltung der nötigen Fahrstabilität sorgen und eventuell noch zusätzlich ein Ausweichmanöver durchführen (und auch hierbei wieder auf die Fahrstabilität achten).

Fahrer und Motorrad werden in diesem Modell einseitig von den Einwirkungen der Umwelt belastet. Der einzige Einfluss, den Fahrer und Fahrzeug auf die Umwelt (= straßenbauliche Rahmenbedingungen) ausüben können, ist die Abnutzung der Fahrbahn. Das Gesamtgewicht von einspurigen Fahrzeugen ist im Vergleich zu Personenkraftwagen so gering, dass die Fahrbahnabnutzung vernachlässigt werden kann.

Der Einfluss des Fahrzeugführers auf das Fahrverhalten
Der Fahrzeugführer besitzt gerade bei einspurigen Fahrzeugen einen wesentlichen Einfluss auf das Fahrverhalten. Hierzu zählen unter anderem:

- die optische Wahrnehmung
- das Gewicht und die Körperhaltung
- das Fahrerverhalten
- die mentalen und physischen Rahmenbedingungen.

Für ein richtiges und angemessenes Fahrverhalten benötigt ein Fahrzeuglenker optische Informationen, die er schon aus großem Abstand erhält. Fahrzeugführer blicken im allgemeinen geradeaus in Fahrtrichtung. Die Straße und die auf ihr befindlichen Objekte werden auf der Netzhautmitte und den angrenzenden Netzhautbereichen abgebildet und erhalten die höchste Aufmerksamkeit. Das periphere Sehen - mit seiner Warnfunktion – ist wichtig für das Erkennen von Fahrzeugen, die sich aus einer Seitenstraße nähern und vermittelt bei Überholvorgängen Informationen über die Position des Überholten. /7/

Informationen, die ein Fahrzeugführer über den Verlauf seiner Straße und somit für ein angemessenes Fahrverhalten benötigt, müssen im zentralen und parazentralen Gesichtsfeldbereichs liegen und somit die höchste Aufmerksamkeit erhalten. Signale, durch die eine Ablenkung der Blickrichtung von der Fahrbahn erfolgt bewirken, dass die Signale nur noch im peripheren Bereich mit der geringeren Leistungsfähigkeit abgebildet werden.

Optische Mittel, die z.B. in einer nicht überschaubaren Kurve über das notwendige Fahrverhalten besser informieren, dürfen sich nur in Blickrichtung befinden. Eine sehr kontrastreiche, helle Kurvenrandmarkierung liegt beispielsweise mit ihrem hohen optischen Reiz über der Wahrnehmungsschwelle und erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass diese optische Information vom Fahrzeuglenker berücksichtigt wird und ein angemessenes Fahrverhalten in der Kurve auslöst. /7/

Das Blickverhalten bei unterschiedlicher Straßenführung

Für die Bewältigung seiner Fahraufgabe (das sichere Erreichen eines Fahrtziels) versucht der Fahrzeugführer nach Cohen durch die Wahrnehmung der Umwelt die Voraussetzungen und Entscheidungsgrundlagen für seine anschließenden Handlungen zu schaffen. /24/ Hierzu muss er fünf untergeordnete Fahraufgaben bewältigen (Tab. 1):

1. Die Navigation dient dem Fahrer zur lokalen Orientierung; er wählt dabei die für sein Fahrtziel günstigste Route.

2. Durch die Führung seines Fahrzeuges (Festlegung der Fahrspur und der Geschwindigkeit) legt der Fahrer seine Fahrweise für die kommenden Sekunden im voraus fest.

3. Die Stabilisierung, der Soll-Ist-Vergleich, ermöglicht dem Fahrer die Durchsetzung seiner geplanten Fahrweise.

4. Die ununterbrochene Überwachung des Vorfeldes gewährleistet dem Fahrer die Realisierung seiner geplanten Fahrweise und er möglicht ihm, bei Bedarf rechtzeitig eine Veränderung vorzunehmen.

5. Die Antizipation erlaubt dem Fahrer durch gezielte Suche nach Informationen die Abschätzung und Erwartung einer in den folgenden Sekunden eintreffenden Situation und ermöglicht ihm ein angepasstes Handeln.

Tab. 1: Fahraufgabe in Abhängigkeit von der jeweiligen Straßenführung /24/

Fahraufgabe	Gerade	Kurve
- Navigation	Kann im voraus geplant werden, weil große Sichtdistanz vorliegt	Kurze Sichtdistanz verhindert rechtzeitiges Erkennen von Abzweigungen.
- Führung	Beibehalten der bisherigen Fahrweise	Anpassen der Fahrweise an Kurvenradius, Querneigung u.a.
- Stabilisierung	Beibehalten der bisherigen Aktivitäten	Geringe Fehlertoleranz verlangt genaue Stabilisierung der veränderten Fahrweise, einen häufigen Vergleich zwischen Ist- und Soll-Zustand sowie eventuell Korrekturen.
- Überwachung	Auf großen Distanzen möglich	Nur für kurzen Abstand realisierbar
- Antizipation	Weil ein großer Sichtabstand vorliegt, kann die Information aus einem großen Zeitabstand aufgenommen werden. Keine Ungewissheit für die nächsten Sekunden	Kurzer Sichtabstand verhindert die Wahrnehmung des Vorfeldes im großen Bereich, weshalb eine Erwartungshaltung das Fahrverhalten mit beeinflusst.

Durch die Informationsaufnahme aus der Umwelt wird die Fahrweise des Fahrzeugführers festgelegt. Der Fahrer muss die Bewegung seines Fahrzeuges ständig in einen Zusammenhang mit der Umwelt bringen (Tabelle 2).

Tab. 2: Informationsaufnahme in Abhängigkeit von der jeweiligen Straßenführung /24/

Informationsaufnahme	Gerade	Kurve
- Sichtdistanz	Recht groß	Gering, da die Straßenführung ihre Fortsetzung verdecken kann
- Verkehrskonstellation	Erkennbarkeit auf große Distanz möglich	Erkennbarkeit auf den Nahbereich beschränkt

Die Beanspruchung (Tab. 3) ist die Belastung, der ein Fahrzeugführer beim Befahren der unterschiedlichen Straßenführungen ausgesetzt ist. Die eingeschränkten Sichtverhältnisse beim Befahren einer Kurve verhindern eine vorausschauende Fahrweise und dem Fahrer steht weniger Zeit zur Verfügung, um auf eventuelle Ereignisse zu reagieren.

Tab. 3: Beanspruchung in Abhängigkeit von der jeweiligen Straßenführung /24/

Beanspruchung	Gerade	Kurve
- Reaktionsbereitschaft	Kann bei großer Sichtdistanz gering bis mittel bleiben	Hoch
- Aufmerksamkeitsniveau	Niedrig bis mittel	Hoch
- Informationsdichte	Niedrig bis mittel	Hoch

Das Fahrverhalten (Tab. 4) bezieht sich auf die Fahrdynamik des Fahrzeugs beim Befahren der unterschiedlichen Streckenabschnitte und die Anpassung, die der Fahrzeugführer für sein Fahrzeug entsprechend vornehmen muss.

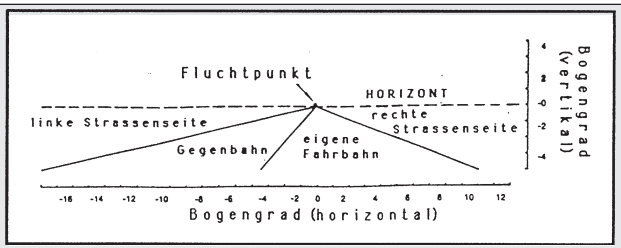
Tab. 4: Fahrverhalten in Abhängigkeit von der jeweiligen Straßenführung /24/

Fahrverhalten	Gerade	Kurve
- Querdynamik (Lenkung)	Beibehalten	An Radius, Querneigung, Straßenbelag u.a. anpassen
- Längsdynamik (Geschwindigkeit, Verzögerung, Beschleunigung)	Beibehalten	Anpassen

Das Sehverhalten auf Geraden

Für die Bewältigung der Fahraufgabe auf Geraden orientiert sich der Fahrzeugführer an der entferntesten Stelle der Fahrbahn, die gerade noch sichtbar ist, dem so genannten Fluchtpunkt.

Abb. 7: Schematische Darstellung der Sichtbedingungen auf gerader Strecke /18/



Durch die weite Entfernung des Fluchtpunktes kann der Fahrzeugführer sein Fahrverhalten für eine längere Zeitspanne festlegen, und

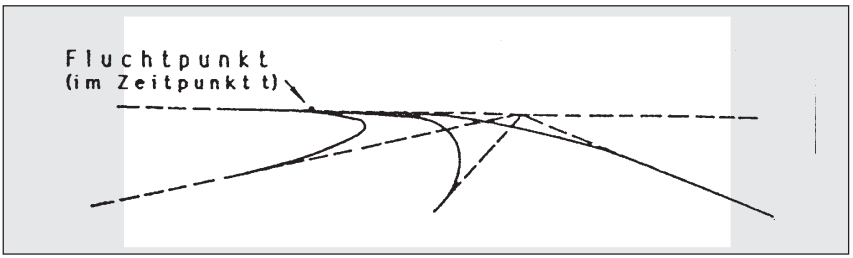
die Überwachung seiner Fahrstrecke ist auf große Distanzen möglich (vgl. Tab. 1: Fahraufgabe und Tab. 2: Informationsaufnahme).

Wegen der geringen Beanspruchung beim Befahren einer geraden Straße wird vom Fahrzeugführer vorwiegend das periphere Sehen zur Überwachung der Fahraufgabe eingesetzt. Mit dem zentralen Sehen fixiert der Fahrer häufig nicht-verkehrsrelevante Straßenelemente. Es wird erst dann wieder eingesetzt, wenn durch das periphere Sehen eine Störung und dadurch eine mögliche Änderung der Fahraufgabe wahrgenommen wird. Fahrzeugführer entnehmen auf geraden Straßen ihre für die Bewältigung der Fahraufgabe nötigen Informationen aus nur wenigen Straßenelementen. Fixiert wurden vorwiegend die Fahrbahnmarkierungen (am rechten Fahrbahnrand und in der Fahrbahnmitte) und die Ferne. /19/

Das Sehverhalten in Kurven

Informationen über die Führung und Navigation seines Fahrzeuges erhält der Fahrzeugführer während der Kurvenfahrt aus der Umgebung des sich kontinuierlich ändernden Fluchtpunktes.

Abb. 8: Schematische Sichtbedingung in einer Linkskurve /18/



Der Fahrer versucht, über die Kurveninnenseite einen möglichst großen und weiten Raum zu überblicken, aus dem er relevante Informationen über den Straßenverlauf und mögliche Behinderungen erhält. In Linkskurven mit eingeschränkten Sichtverhältnissen (Bebauung o.ä. auf der Kurveninnenseite) verläuft die Fixationsrichtung entlang des linken Fahrbahnrandes, der Fluchtpunkt liegt auf der rechten Fahrbahnseite.

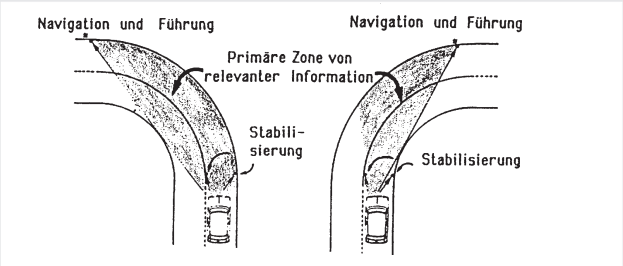
Auch in Rechtskurven verläuft die Fixationsrichtung entlang der Kurveninnenseite, in diesem Fall jedoch am rechten Fahrbahnrand. Der Fluchtpunkt liegt in Rechtskurven auf der linken Fahrbahnseite.

Bei der Stabilisierung überprüft der Fahrzeuglenker die Durchsetzung seiner geplanten Fahrweise, vergleicht also den Soll-/Ist-Zustand miteinander und führt bei Abweichungen eine Korrektur durch.

Die benötigten Informationen erhält der Fahrzeuglenker aus der unmittelbaren Umgebung seines Fahrzeuges, z.B. prägnante Stellen an den Fahrbahnrändern oder dem Mittelstreifen (vgl. Tabelle 1: Fahraufgabe und Tabelle 2: Informationsaufnahme). Um sein Fahrzeug durch eine Kurve zu steuern, verteilt der Fahrzeuglenker seine Aufmerksamkeit auf periodische Informationen zur Führung und zur Stabilisierung des Fahrzeuges.

Hierbei stellt sich ein gravierender Unterschied zwischen Rechts- und Linkskurven heraus (Abb. 9). In Rechtskurven braucht der Fahrzeugführer seinen Blick lediglich in vertikaler Richtung zu bewegen und erhält dann die benötigten Informationen aus der Fixationsrichtung. Linkskurven erfordern vom Fahrzeuglenker für die benötigten Informationen einen ständigen Blickwechsel zwischen horizontaler und vertikaler Richtung.

Abb. 9: Informationsaufnahme im Kurvenbereich /18/

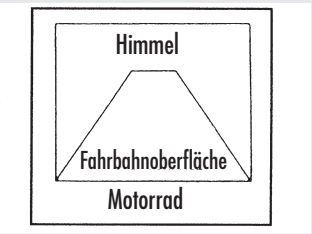


Fahrzeugspezifisches Sehverhalten von Motorradfahrern

Ein Vergleich des Sehverhaltens zwischen Motorrad- und Pkw-Fahrern wurde bislang nur in zwei Untersuchungen durchgeführt. Es wurden dabei erhebliche Unterschiede zwischen dem Blickverhalten der Fahrzeugführer von ein- und zweispurigen Fahrzeugen festgestellt. /74, 76/

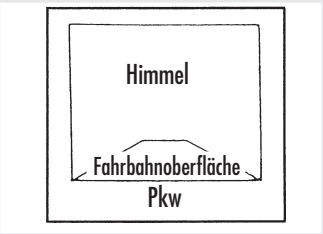
Der Anteil der Fahrbahn im Blickfeld des Motorradfahrers ist sehr groß (Abb. 10). Das Verhältnis vom Himmel zur Fahrbahn beträgt bei ihm 31:69. Die mittlere Lage der Blickpunkte des Fahrers (nach Dauer des Anschauens gewichtet) liegt häufig auf der Fahrbahn, d.h. das Hauptobjekt, das der Fahrer beobachtet und aus dem er seine Informationen bezieht, ist die Fahrbahn.

Abb. 10: Sichtverhältnis Himmel zur Fahrbahn im Blickfeld des Motorradfahrers /76/



Die durchschnittliche, horizontale mittlere Stelle der Blickpunkte liegt von der Mitte des Fahrstreifens etwas zum Fahrbahnrand versetzt. Der Fahrer schaut selten zur Fahrbahnmitte; entgegen kommende Fahrzeuge werden nur im Randbereich wahrgenommen. In der vertikalen Verteilung der Blickpunkte sehen Motorradfahrer häufig auf die nahe und weniger weit gelegene Fahrbahn, wobei ihr Blickfeld stärker dem Nahbereich zugewandt ist. Autofahrer schauen dagegen seltener auf die Fahrbahn, sondern relativ weit nach vorne. In ihrem Blickfeld ist das Verhältnis vom Himmel zur Fahrbahn 71:29 und damit fast entgegengesetzt zum Motorradfahrer.

Abb. 11: Sichtverhältnis Himmel zur Fahrbahn im Blickfeld des Pkw-Fahrers /76/

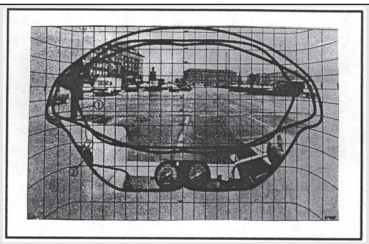


Auch beim Autofahrer liegt die durchschnittliche horizontale mittlere Stelle der Blickpunkte etwas von der Mitte des Fahrstreifens zum Fahrbahnrand versetzt. Pkw-Fahrer schauen jedoch häufiger zur Fahrbahnmitte und holen mehr Informationen vom Rand des Blickfeldes ein als

Motorradfahrer. In der vertikalen Verteilung der Blickpunkte wird ununterbrochen der entferntere Vordergrund betrachtet, so dass vertikale Augenbewegungen selten auftreten und dabei relativ gleichmäßig sind.

Die Sicht des Motorradfahrers auf seine Umwelt kann darüber hinaus durch die Visieröffnung des Helmes begrenzt sein.

Abb. 12: Sichtfeld des Fahrers bei verschiedenen Helmen /51/



Das begrenzte Sichtfeld vermindert die Warnfunktion des peripheren Sehens. Dies erfordert gerade in Kreuzungsbereichen eine deutliche Kopfbewegung und eine erhöhte Aufmerksamkeit des Fahrers. Größere Visieröffnungen und damit ein vergrößertes Sichtfeld des Fahrers senken aber gleichzeitig die Festigkeit der Helmschale. Die Gesichtspartie ist mit 30% aller Aufschläge die am höchsten belastete Anstoßstelle von Motorradhelmen. /47/

Körperliche Belastungen des Motorradfahrers

Der Fahrer ist gerade bei einspurigen Fahrzeugen nicht ein Transportgut, sondern mit seinem Gewicht, seinen steuernden Relativbewegungen und seiner großen Luftangriffsfläche (bei unverkleideten Motorrädern) ein wesentlicher Bestandteil des Mensch-Maschine-Systems. Die Einflüsse von Gewicht und Körperhaltung des Fahrers auf das Fahrverhalten sind schon unter fahrdynamischen Einflussfaktoren einspuriger Fahrzeuge erörtert worden.

Der Fahrer eines Motorrades ist aufgrund seiner ungeschützten Fahrerposition äußeren Reizen und Einflüssen unmittelbar ausgesetzt:

- der Fahrtwind erzeugt Druck auf Kopf und Oberkörper (führt zu Nacken- und Armverspannungen)

- Regen/Spritzwasser (Körper des Fahrers kühlt aus)
- laute Fahrtwindgeräusche im Helm (Beeinträchtigung des Hörvermögens).

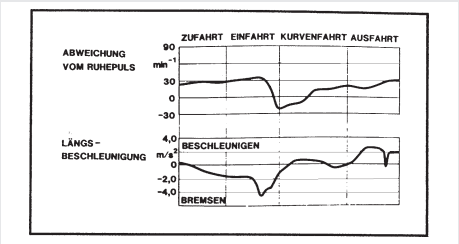
Durch den Fahrtwind ist der Fahrer ständig statisch belastet (Haltearbeit der Muskeln Arm, Schulter und Nacken). Die Arm- und Schultermuskulatur muss zusätzlich zur statischen noch dynamische Arbeit verrichten. Als „Verlängerung der Teleskopgabelfederung" muss der Fahrer mit muskulärem Aufwand

- Stöße von Fahrbahnunebenheiten abfangen
- Beschleunigungskräften standhalten
- die Vorwärtsbewegung des Fahrers beim Bremsen (durch die Massenträgheit) auffangen
- die Zentrifugalkraft bei Kurvenfahrten ausgleichen.

Auf Motorradfahrer wirken ähnliche Belastungen wie bei der Ausübung einer sportlichen Tätigkeit. Die Herzfrequenz von Motorradfahrern steigt bei vergleichbaren Fahrtbelastungen durch die erhöhten mentalen und körperlichen Belastungen deutlich stärker an, als bei den Fahrern von Personenkraftwagen. /58/

Gerade in Kurvenbereichen mit ihren hohen Anforderungen an die Fahrstabilität ist der Fahrer einer erhöhten Belastung ausgesetzt, wie hohe Abweichungen vom Ruhepuls beim Befahren des Kurvenbereiches aufzeigen.

Abb. 13: Fahrerbeanspruchung bei Landstraßenfahrt /49/



Der Fahrer nutzt die Verzögerungszeit (Abbremsen) bei der Anfahrt in eine Kurve, um sich über den Verlauf der Kurve zu orientieren. Bis zur Einfahrt in die Kurve steigt die Pulsfrequenz an und erreicht beim Einfahren ihren Maximalwert. Nach Erreichen der Kurvenfahrt (Einblick des Fahrers in den gesamten Kurvenverlauf) sinkt die Pulsfrequenz wieder stark ab. Für den Fahrer ist der Zeitpunkt der Kurveneinsicht von besonderer Bedeutung, denn erst hier erfährt er eine Bestätigung seiner gewählten Fahrstrategie (positiv oder negativ). /49/

Weitere Belastungen des Fahrers können sich durch Vibrationen ergeben. Auf den Fahrer von Motorrädern wirken diese vorwiegend über den Lenker-/Fußrastenbereich und erzeugen bei Langzeitbelastungen ein taubes Gefühl an den Finger-/Fußspitzen.

Fahrmotivationen

Das Motorrad wird heute – wie auch andere Individualverkehrsmittel – vorwiegend für Freizeitzwecke genutzt. Der Fahrvollzug und die damit verbundenen Erlebnisse stellen den Hauptzweck dieser Freizeitaktivität dar. In diesem Sinne benutzen Fahrer ihre Motorräder aus Spaß am Fahren als wichtigstem Anreiz. Hauptanreize bilden:

- generell positive Gefühle (Fahrspaß, Freiheit, Abenteuer, Naturerlebnis)
- fahrdynamische Aspekte (Erleben von Beschleunigung, Geschwindigkeit und Kurvenfahrten)
- Leistungsaspekte (Maschinenbeherrschung, Fahren im Grenzbereich)
- soziale Aspekte. /64/

Im Rahmen des Forschungsprojektes des Instituts für Zweiradsicherheit /11/ wurden mit Motorradfahrern Interviews und Videobefragungen durchgeführt, die unter anderem auch die Risikoeinschätzung des eigenen Fahrverhaltens enthielten. Die Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- „Motorradstreckenfahrer“ zeichnen sich nicht durch ein erhöhtes Risikopotenzial aus

- Motorradfahren führt auf den „Motorradstrecken“ zur Betonung der gleichen Motive wie bei normalen Motorradfahrern (fahrdynamische Anreize, Erlebnis- und Leistungsorientierung)

- Motorradfahrer auf den „Motorradstrecken“ haben zumeist eine höhere Fahrpraxis, d.h. Unfälle können nicht allein durch das fahrerische Unvermögen von Fahranfängern verursacht sein. /11/

Hauptanreize und Motive der Motorradfahrer und der Charakter einer Freizeitaktivität unterliegen im allgemeinen keiner Regelmäßigkeit und sind stark wetterabhängig. Sind Fahrerfahrung und Fahrpraxis gering, so ist der Fahrer durch seine Kompensationsaufgaben (Kurseinhaltung) und die ständige Überwachung der Fahrbahn (z.B. Reibwertwechsel der Fahrbahn) in hohem Maße gefordert.

Straßenbauliche Konsequenzen für einspurige Fahrzeuge (Motorrad)

Verkehrsanlagen sollen sicher, leistungsfähig und verträglich sein. Für den Entwurf von Verkehrsanlagen gilt:

1. Die Stellen müssen rechtzeitig erkennbar sein.

2. Die Änderung muss für den Fahrzeugführer begreifbar sein (Fahrtrichtung, Geschwindigkeit, Vorfahrt).

3. Die Stellen müssen übersichtlich und mit angepasster Geschwindigkeit sicher zu befahren sein. /80/

Für die Bestimmung und Klassifikation von Unfällen ist allein die Situation entscheidend, aus der ein Unfall entstanden ist. So gilt als Fahrunfall ein Verlust der Kontrolle über das Fahrzeug (z.B. durch eine nicht angepasste Geschwindigkeit und durch die falsche Einschätzung des Straßenverlaufes oder des Straßenzustandes), ohne dass ein anderer Verkehrsteilnehmer das Entstehen dieser Situation mit herbeigeführt hat.

Zur Realisierung von örtlichen Unfalluntersuchungen und der Bekämpfung von Verkehrsunfällen sagt die VwV-StVO zu § 44:

1. „Die Bekämpfung der Verkehrsunfälle setzt eine möglichst genaue Kenntnis aller mitwirkenden Ursachen voraus. (...) Diese Erhebungen dienen vor allem dem Ziel, zu ermitteln, wo sich Unfälle häufen, worauf diese gerade dort zurück zuführen sind und welche Maßnahmen als angezeigt erscheinen, um erkannte Unfallquellen zu beseitigen.

2. Das Ergebnis der örtlichen Untersuchungen dient der Polizei als Unterlage für zweckmäßigen Einsatz, den Verkehrsbehörden für verkehrsregelnde und den Straßenbaubehörden für straßenbauliche Maßnahmen.

3. Dazu bedarf es der Anlegung von Unfallsteckkarten. (...) Außerdem sind Unfallblattsammlungen zu führen oder Unfallstraßenkarteien anzulegen. (...) Diese Unterlagen sind sorgfältig auszuwerten; vor allem Vorfahrtunfälle, Abbiegeunfälle, Unfälle mit kreuzenden Fußgängern und Unfälle infolge Verlustes der Fahrzeugkontrolle weisen häufig darauf hin, dass die bauliche Beschaffenheit der Straßen mangelhaft oder die Verkehrsregelung unzulänglich ist.

4. Welche Behörde diese Unterlagen zu führen und auszuwerten hat, richtet sich nach Landesrecht. Jedenfalls bedarf es engster Mitwirkung auch der übrigen beteiligten Behörden.

5. Wenn örtliche Unfalluntersuchungen ergeben haben, dass sich an einer bestimmten Stelle regelmäßig Unfälle ereignen, so ist zu prüfen, ob es sich um Unfälle ähnlicher Art handelt. Ist das der Fall, so kann durch den Verkehr regelnde oder bauliche Maßnahmen häufig für eine Entschärfung der Gefahrenstelle gesorgt werden. Derartige Maßnahmen sind in jedem Fall ins Auge zu fassen, auch wenn in absehbarer Zeit eine völlige Umgestaltung geplant ist.“ /93/

Die in diesem Abschnitt geschilderten „Eigenschaften“ der einspurigen Fahrzeuge machen es notwendig, sich auch aus straßenbaulicher Sicht mit Zweirädern auseinanderzusetzen. Um einen ersten Anstoß

– auch im Verhältnis zu möglichen Maßnahmen – zu geben, werden im folgenden Elemente des Straßenbaus und der Verkehrstechnik beschrieben, die für das motorisierte Zweirad kritisch sind, und es werden erste Lösungen benannt. Grundlage ist, dass der einzelne Streckenabschnitt auf „individuelle" Eigenschaften untersucht wird, bevor Maßnahmen installiert werden.

5. Maßnahmen zur Reduzierung straßenbaulicher Problemfelder für Motorradfahrer auf Außerortsstraßen

In diesem Kapitel werden die straßenbaulichen und verkehrstechnischen Gegebenheiten, die für den Motorradfahrer häufig zu Problemen führen können, zunächst allgemein dargestellt. Danach werden sie in ihrem Wirkungszusammenhang mit dem motorisierten Zweirad beschrieben, um anschließend straßenbaulich sinnvolle und zweckmäßige Empfehlungen zu geben, die auch den besonderen Anforderungen der Zweiradfahrer gerecht werden.

Die Einflussgrößen in diesem Wirkungszusammenhang liegen:

- beim Fahrer (Informationsaufnahme und Informationsverarbeitung)
- beim Fahrzeug (Kraftschlussbeiwert, Antriebs- und Bremskräfte, Fahrverhalten)
- beim Fahrraum (Straße, Fahrbahndecke, Umgebung außerhalb der Fahrbahn).

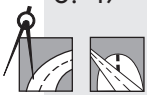
Die Problemfelder und die daraus folgenden Empfehlungen und Maßnahmen umfassen sowohl planerische, bauliche und betriebliche Anforderungen als auch verkehrstechnische Aspekte, die nachfolgend im einzelnen erläutert werden. Zunächst werden jedoch die wesentlichen Schlagworte aufgelistet, ein Piktogramm gibt einen Verweis auf die entsprechenden Erläuterungen im Text.

Entwurf von Straßen

S. 39 - 47

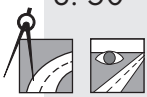
Kreis- und Übergangsbögen
- Korbbogen
- Korbklotoide
- Radiensprünge

S. 47 - 50



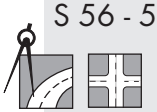
Fahrbahnneigung u. Fahrbahnausrundung
- Kuppen
- Schrägverwindung
- Wannen

S. 50 - 56



Sichtweiten u. Sichtverhältnisse
- Haltesichtweite
- Überholsichtweite
- Übersichtlichkeit
- Randbebauung

S 56 - 59



Knotenpunkte
- Kreuzungen/Einmündungen
- Wirtschaftswege

Bau/Betrieb/Erhaltung

S. 59 - 65

Fahrbahnausstattung
- Dehnungsfuge
- Hochborde
- Stahldeckel/Kanaldeckel
- Schutzplanken

S. 66 - 76

Fahrbahnschäden/-erneuerung
- Fahrbahnschäden
- µ-spot (Griffigkeit)
- Längsfräsungen
- Querfräsungen
- Verschmutzung
- Bitumen
- Rollsplitt

S. 76 - 81 **Fahrbahnmarkierungen**
- Dickschichtmarkierung
- Dünnschichtmarkierung
- Markierungsknopf
- Profilierte Markierung

Verkehrstechnische Maßnahmen

S. 81 - 83 **Entwurfs- und Bemessungsgeschwindigkeit**

S. 83 - 85 **Optisch wirkende Maßnahmen**

S. 85 - 86 **Geschwindigkeitskontrollen**

S. 86 - 87 **Signaltechnische Maßnahmen**

5.1 Maßnahmen beim Entwurf von Straßen

Einen wesentlichen Ansatzpunkt zur Entwicklung von geeigneten Maßnahmen zur Reduzierung der Unfälle auf Außerortsstraßen zeigt die Analyse von Zusammenhängen zwischen dem Unfallgeschehen und der Trassierung von Straßen. Hanke stellt nach Auswertung von entsprechenden Untersuchungen sowie eigenen Überlegungen grundsätzlich fest: Straßen, die nach 1973 (also nach Einführung der neuen RAL-L-Richtlinien) trassiert wurden, weisen im Durchschnitt nur noch etwa die Hälfte des Unfallrisikos auf als ältere Straßen. /50/

Eine der Hauptursachen für diese Entwicklung ist in der Grenzwerttrassierung zu sehen, bei der vor 1973 lediglich Mindestwerte für Radien und Klotoiden in Abhängigkeit von der Entwurfsgeschwindigkeit gefordert waren. Mit Einführung der RAL-L wurden dagegen die Grenzen für die Verhältnisse aufeinander folgender Elemente sowie mit der V 85 als fahrdynamischem Wert für die geometrische

Bemessung einzelner Entwurfselemente ein Zusammenhang zwischen der Entwurfsgeschwindigkeit und der Streckencharakteristik festgelegt (Relationstrassierung).

Die Berücksichtigung fahrdynamischer Aspekte ist insbesondere für den Motorradfahrer von großer Bedeutung, wie die nachfolgende Überprüfung einzelner Trassierungselemente im Hinblick auf ihre Verkehrssicherheit für den Motorradfahrer zeigt.

5.1.1 Kreis- und Übergangsbögen

In mehreren Untersuchungen ist festgestellt worden, dass Kraftfahrer beim Durchfahren einer Strecke nur bestimmte Geschwindigkeitsdifferenzen anzunehmen bereit sind. Bei Kraftfahrern liegt erfahrungsgemäß die akzeptierte Geschwindigkeitsdifferenz zwischen zwei aufeinander folgenden Kreisbögen bei etwa 10km/h; sind größere Verzögerungen aufgrund der Trassierung der Straße notwendig, so kommt es zu Unfallhäufungen. /50/

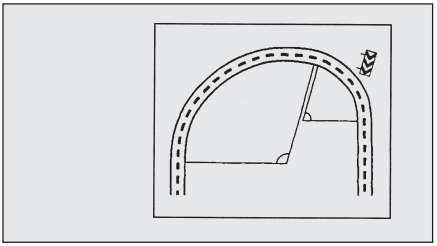
Eine Radienfolge mit sehr unterschiedlichen Radienverhältnissen - beispielsweise mehr als eine Halbierung des Radius im Vergleich zum vorhergehenden - erfordert eine deutliche Reduzierung der Geschwindigkeit und hat mehreren Untersuchungen zur Folge die Unfallrate in Kurven drastisch ansteigen lassen. Die Größe des Kreisbogenradius selbst spielt dabei für das Unfallgeschehen eine wesentlich geringere Rolle als das Radienverhältnis zum vorhergehenden Kreisbogen; enge Radien können also durchaus eingesetzt werden, wenn das Verhältnis zum vorherigen Kreisbogen gut ist. /94/

Grundsätzlich bleibt festzuhalten, dass die Relationstrassierung und die so genannte Radientulpe, die auch in den neuen RAS-L-1995 in leicht veränderter Form aufgenommen worden ist, sich aus Sicht der Verkehrssicherheit eindeutig bewährt haben. Sie sollten deshalb bei Neu- und Umbauten von Straßen berücksichtigt werden, soweit es die Topographie und die Wirtschaftlichkeit zulassen. Nach diesen grundsätzlichen sicherheitsrelevanten Aspekten werden zusätzliche besondere Gefahrenmomente für Motorradfahrer dargestellt.

Allgemeines

Als „Hundekurven“ werden in der Umgangssprache sich gleichsinnig verengende Kreisbögen mit unterschiedlichen Radien bezeichnet. Diese Form sollte grundsätzlich die Ausnahme bei der Trassierung von Straßen sein und nur angewandt werden, wenn sich aufgrund der örtlichen Gegebenheiten kein Übergangsbogen einschalten lässt. Den Verlauf dieser Kurven kennzeichnet folgende Grafik:

Abb. 14: Verlauf einer „Hundekurve“ /59/



Viele Außerortsstrecken, die häufig von Motorradfahrern frequentiert werden, folgen einem historisch gewachsenen Streckenverlauf und besitzen aufgrund ihrer oftmals nicht richtliniengerechten Anlage einzelne Kurven mit diesem Verlauf.

Auswirkung auf das Motorrad

Kritische Stellen mit sich gleichsinnig verengenden Kreisbögen werden vom Fahrer unterschätzt, wenn die Sichtverhältnisse zur Informationsaufnahme nicht ausreichend sind und der Fahrer sein Fahrverhalten (vgl. hierzu Blickverhalten bei unterschiedlicher Straßenführung, Tabelle 2, 4) nicht rechtzeitig auf die sich verändernde Kurvenführung einstellen kann. Für den Motorradfahrer sind Scheitelpunkt und Verlauf der Kurve nicht sichtbar, obwohl er an diesen Faktoren seine Eingangsgeschwindigkeit festmachen muss.

Dieses Missverhältnis zwischen der nach subjektiver Einschätzung gewählten Annäherungsgeschwindigkeit des Motorradfahrers und der fahrdynamisch sinnvollen Kurvengeschwindigkeit führt häufig zu einer überhöhten Geschwindigkeit im Kurvenanfang. Diese überhöhte Geschwindigkeit kann im weiteren Kurvenverlauf bei einspurigen Fahrzeugen nicht mehr durch Bremsen abgebaut werden, da ein Aufstellmoment beim Bremsen den befahrbaren Kurvenradius noch vergrößert. Eine Erhöhung der Schräglage bewirkt ein

„Kurvenschneiden“ und damit ein Befahren der Gegenfahrbahn (Kollisionsgefahr); bei zuviel Schräglage droht ein „Wegrutschen“ des Motorrades (Gegenverkehrskollision oder Abkommen von der Fahrbahn).

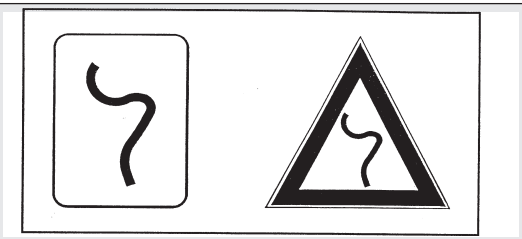
Empfehlungen

Zunächst kann die fahrdynamisch sinnvolle Kurvengeschwindigkeit durch bauliche Maßnahmen angepasst werden. Dabei ist eine Umgestaltung der Kurve bei der Häufung von Motorradunfällen als wirkungsvollste Maßnahme anzusehen, wobei die Anwendung von Klotoiden zur Abgleichung kritischer Radien notwendig ist.

Häufig ist eine verkehrssichere Trassierung aufgrund der topographischen Gegebenheiten nicht möglich oder wirtschaftliche Gründe lassen keine kurzfristige Umsetzung baulicher Maßnahmen zu. In diesem Fall sollte dem Motorradfahrer die Einschätzung der richtigen Annäherungsgeschwindigkeit durch optische Maßnahmen erleichtert werden.

Hier kann durch entsprechende Hinweisschilder auf den kritischen Verlauf der Kurve hingewiesen werden. Normale Kurvenschilder, wie sie die StVO (Zeichen 103 und 105) anbietet, sind zwar sinnvoll, ermöglichen aber keine genaue Einschätzung der zu wählenden Geschwindigkeit und des Kurvenverlaufs. Neue Vorschläge zu Kurvenverlaufsschildern (Abb. 15), die den Kurvenverlauf und die Kurvenkombinationen schematisch darstellen, erscheinen zur Einschätzung von möglichen Gefahren sinnvoller und sollten deshalb an diesen Stellen eingesetzt werden.

Abb. 15: Veränderte Kurvenverlaufsschilder



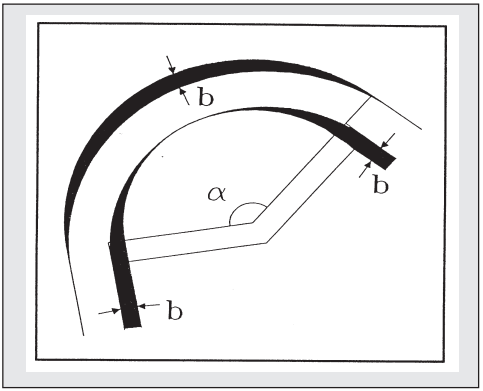
Zusätzlich bieten sich Geschwindigkeit reduzierende Maßnahmen im Vorfeld der Kurve an. Die Freilegung des Sichtfelds der Kurve

(siehe „Übersichtlichkeit“) oder eine optische Linienführung an der Kurvenaußenseite durch Hecken oder anderen Randbewuchs (siehe „Radiensprünge“ und „Randbebauung“) verbessern die richtige Einschätzung des Kurvenverlaufs. Der Randbewuchs sollte sich an jahreszeitlichen Veränderungen orientieren und führt aufgrund des langsamen Wachstums erst langfristig zu Verbesserungen.

Bei ausreichender Fahrbahnbreite kann eine visuelle Angleichung von kritischen Radienfolgen mit Hilfe von Markierungen (siehe „Dickschichtmarkierungen“, „Dünnschichtmarkierungen“ und „µ-spot“) als eingefärbter Asphalt verwendet werden.

Die befahrbare Straßenbreite wird durch Markierungen so verändert, dass eine Vergrößerung der kleinen Radien gemeinsam mit einer Verkleinerung vorliegender großer Radien zu einer besseren Anpassung der Krümmungsänderungen führen (Abb.16). Markierungen für die visuelle Angleichung dürfen nur aus eingefärbtem Asphalt bestehen, um eine gleich bleibende Haftreibung zu gewähren.

Abb. 16: Anpassung des Kurvenradius



Eine weitere, bislang sehr selten eingesetzte Möglichkeit zur Verringerung der Annäherungsgeschwindigkeit ist die Fahrbahnverengung, die bei ausreichendem Querschnitt in größerem Abstand vor der Kurve angebracht werden kann. Die Schaffung einer Torsituation durch Bepflanzung, Markierungen oder Belagwechsel kann erfahrungsgemäß Geschwindigkeit mindernd wirken; sie darf allerdings keine neuen Risikofaktoren schaffen. Eine Fahrbahnverengung in der Kurve ist nicht zu empfehlen.

Allgemeines

Klotoiden sind Übergangsbögen, bei denen sich die Krümmung des Bogens linear mit der Bogenlänge ändert. Diese Übergangsbögen werden in verschiedenen Anwendungsformen als Trassierungselement eingesetzt und sollen von einer Krümmung in eine nächste Krümmung überleiten. Dabei sollen sie eine stetige Änderung der bei der Kurvenfahrt auftretenden Zentrifugalbeschleunigung ermöglichen sowie durch ihre allmähliche Krümmungsänderung einen stetigen Linienverlauf gewährleisten und damit eine gleichmäßige Abschnittsgeschwindigkeit fördern.

Die beiden Krümmungen (R1 und R2) haben in der Regel einen unterschiedlichen Radius. In vielen Fällen stellt die Klotoide den Übergang zwischen einer Geraden (R=unendlich) und einem Kreisbogen her, wobei durch die Klotoide eine abrupte Einleitung in die Kurve verhindert wird. Die Korbklotoide besteht aus einer Folge von zwei oder drei gleichsinnig gekrümmten Klotoidenstücken mit zunehmender Krümmungsschärfe, die als Kurve einen „zuschnürenden" Charakter haben. Laut den Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Linienführung, ist die Anwendung von Korbklotoiden zu vermeiden. /41/

Auswirkung auf das Motorrad

Die Auswirkungen für den Motorradfahrer sind vergleichbar mit denen in der Hundekurve (Korbbogen). Das Missverhältnis zwischen der Annäherungsgeschwindigkeit des Motorradfahrers und der fahrdynamisch sinnvollen Kurvengeschwindigkeit führt häufig zu einer überhöhten Geschwindigkeit im Kurvenanfang, die im weiteren Kurvenverlauf bei einspurigen Fahrzeugen nicht mehr durch Bremsen abgebaut werden kann und entweder ein „Kurvenschneiden" oder ein „Wegrutschen" des Motorrades zur Folge hat.

Empfehlungen

Grundsätzlich sollte die Anwendung von Korbklotoiden vermieden werden. Bei schon bestehenden Kurven sind dieselben Maßnahmen wie bei „Korbbogen" anwendbar. Dazu zählen beispielsweise Maßnahmen zur Einschätzung der richtigen Annäherungsgeschwindigkeit durch Kurvenverlaufsschilder (vgl. Abb. 15), die

den Kurvenverlauf und die Kurvenkombinationen schematisch darstellen.

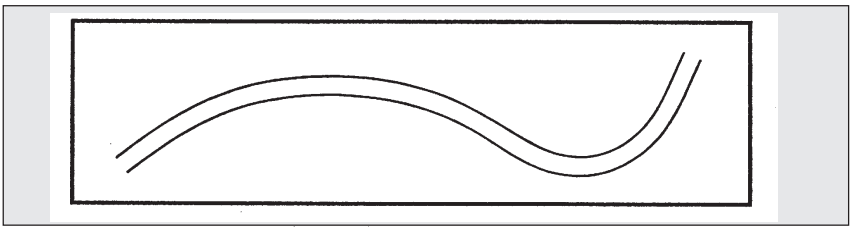
Zusätzlich bieten sich Geschwindigkeit reduzierende Maßnahmen im Vorfeld der Kurve an wie die Freilegung des Sichtfelds der Kurve (siehe „Übersichtlichkeit“) oder eine optische Linienführung an der Kurvenaußenseite zur richtigen Einschätzung des Kurvenverlaufs, eine visuelle Angleichung von kritischen Radienfolgen mit Hilfe von Markierungen als eingefärbter Asphalt oder die Geschwindigkeit mindernde Fahrbahn-Verengung.

Radiensprünge

Allgemeines

Radiensprünge sind eine direkte Aufeinanderfolge von Kreisbögen mit unterschiedlich großen Radien.

Abb. 17: Radiensprünge /61/



Auswirkung auf das Motorrad

Zum Befahren der direkt aufeinander folgenden Kreisbögen muss der Fahrer schnelle Lageänderungen des Motorrades vornehmen (vgl. Einleiten einer Kurvenfahrt). Eine schnelle, wechselnde Schräglagenveränderung des Motorrades wird vom Fahrer in höheren Geschwindigkeitsbereichen durch den Lenkerimpuls und durch eine schnelle Gewichtsverlagerung erreicht. Die Fahrspur im Bereich der ersten Kurve vergrößert sich, und für den Motorradfahrer erhöht sich die Gefahr des Wegrutschens z.B. in den Straßengraben oder in den Gegenverkehr.

Ein Überschreiten des Schräglagengrenzbereichs (maximal 45 Grad bei optimalen Bedingungen) ist nicht mehr korrigierbar und führt unweigerlich zum Sturz. Insbesondere ungeübte Fahrer sind nicht in der Lage, die Spurstabilität einspuriger Fahrzeuge (Querdynamik)

durch eine schnelle Gewichtsverlagerung zu verändern. Sie erreichen bei einer starken Radienminderung zum Teil nur ein Aufrichten des Motorrades, kollidieren mit dem Gegenverkehr oder verlassen die Fahrbahn.

Bei Schräglagenfahrt können nur begrenzt Bremskräfte übertragen werden, und bei maximaler Ausnutzung der Schräglage ist ein Bremsen nicht mehr möglich. Überbremsen (Blockieren des Vorderrades) erzeugt durch Kreisel- und Zentrifugalkräfte ein Kippen des Motorrades in die entgegen gesetzte Richtung und das Motorrad verlässt tangential die Kurvenbahn.

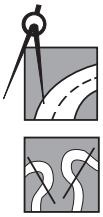
Maßnahmen an Motorradstrecken

Radiensprünge sollen nur nach den Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil „Linienführung“ (RAS-L 1994), vorgenommen werden. Bei schon bestehenden Kurven ist die Umgestaltung der Kurve aufgrund der Häufung von Kurvenunfällen (vgl. hierzu Unfallort) als wirkungsvollste Maßnahme anzusehen. Bei gemäßigten „Radiensprüngen“ könnte ein Vorbogen eingeschaltet werden, der in entgegen gesetzter Richtung zur eigentlichen engen Kurve verläuft. Dabei wird der vorhandene, zu große Radiensprung zur vorhergehenden Trassierung in zwei kleine Radiensprünge zerteilt.

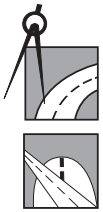
Darüber hinaus sind dieselben Maßnahmen wie bei „Korbbogen“ anwendbar. Dazu zählen beispielsweise Maßnahmen zur Einschätzung der richtigen Annäherungsgeschwindigkeit durch Kurvenverlaufsschilder (vgl. Abb. 15), die den Kurvenverlauf und die Kurvenkombinationen schematisch darstellen.

Zusätzlich bieten sich Geschwindigkeit reduzierende Maßnahmen im Vorfeld der Kurve an wie die Freilegung des Sichtfelds der Kurve (siehe „Sichtweiten“) oder eine optische Linienführung an der Kurvenaußenseite zur richtigen Einschätzung des Kurvenverlaufs, eine visuelle Angleichung von kritischen Radienfolgen mit Hilfe von Markierungen als eingefärbter Asphalt oder die Geschwindigkeit mindernde Fahrbahnverengung. Mit Hilfe der visuellen Führung durch Bewuchs am Straßenrand kann zudem ein Fixationspunkt (unterschiedlicher Bewuchs) an der Kurvenaußenseite geschaffen werden, der einer Informationsaufnahme im Zusammenhang mit der Geschwindigkeitswahrnehmung und der Wahrnehmung des Kurvenverlaufs dient. Bei einer gezielten und

den Anprall mindernden Bepflanzung der Kurvenränder können Schutzplanken entweder abgebaut oder zumindest die Anprallfolgen gemildert werden; damit wird die Verletzungsschwere bei Unfällen von Motorradfahrern vermindert (siehe „Schutzplanken“).



5.1.2 Fahrbahnneigung und Fahrbahnausrundung



Kuppen

Allgemeines

Bei Kuppen werden in der Regel zwei Geraden durch einen Ausrundungsbogen verbunden. Dabei muss der Kuppenmindesthalbmesser im Scheitelpunkt der Kuppe so gewählt werden, dass er zusammen mit den Lageplanelementen eine ausreichende Haltesichtweite beim Befahren der Strecke mit der Bemessungsgeschwindigkeit V85 nass ermöglicht.

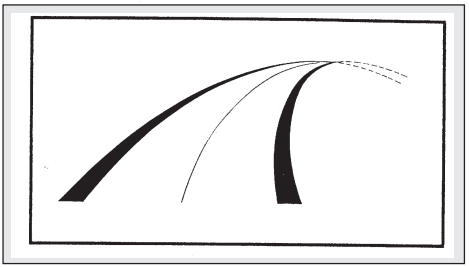
Die Bemessungsgeschwindigkeit entspricht bei anbaufreien Straßen der Geschwindigkeit, die 85% der unbehindert fahrenden Pkw auf sauberer, nasser Fahrbahn nicht überschreiten. Für Straßen der Kategoriengruppe B und C entspricht die Geschwindigkeit V85 der zulässigen Höchstgeschwindigkeit und somit auch der Entwurfsgeschwindigkeit (V85=zulV=Ve).

Mit dem V85-Wert werden die erforderlichen Haltesichtweiten (und damit die Kuppenmindesthalbmesser), die Querneigungen in Kurven und die Mindestradien bei negativer Querneigung bestimmt. /41/

Auswirkung auf das Motorrad

Beim Überfahren von Kuppen kommt es bei Motorrädern zu einer Radlastminderung des Vorderrades. Dies führt zu einer verminderten Haftreibung des Rades, und bei Kuppen in Kurven kommt es zusätzlich zu einer Störung der Seitenführungskraft. Die verminderte Haftreibung führt außerdem bei Verzögerungsvorgängen zu einer Bremswegverlängerung in/vor Kurven (siehe „Haltesichtweite“ und Vertikaldynamik von Motorrädern).

Abb.18: Kuppen in Kurven /69/



Empfehlungen

Bei unzureichender Haltesichtweite an Kuppen in Kurven müssen Geschwindigkeit senkende Maßnahmen im Vorfeld der Kurve zu einer angepassten Fahrgeschwindigkeit führen. Dazu zählen beispielsweise Maßnahmen zur Einschätzung der richtigen Annäherungsgeschwindigkeit durch Hinweisschilder, die auf die Kuppe hinweisen und den Kurvenverlauf hinter der Kuppe schematisch darstellen.

Geschwindigkeit reduzierende Maßnahmen im Vorfeld der Kurve sind: eine optische Linienführung an der Kurvenaußenseite, die bereits vor dem Scheitelpunkt der Kuppe zu sehen ist, unterstützt die richtige Einschätzung des Kurvenverlaufs. Die Geschwindigkeit mindernde Fahrbahnverengung kann in Einzelfällen ebenfalls zur Anwendung kommen. Hier müssen die Haltesichtweite und damit die Bemessungsgeschwindigkeit insbesondere an die fahrdynamischen Besonderheiten einspuriger Fahrzeuge angepasst werden.

Schrägverwindung

Allgemeines

Die Querneigung dient bei geraden Streckenabschnitten zur Entwässerung der Fahrbahn, und es wird in der Regel zur Kurvenaußenseite hin entwässert. In Kurven wird die Querneigung dagegen aus fahrdynamischen Gründen zur Kurveninnenseite angelegt; sie kann auf Außerortsstraßen bis zu 8% betragen. Die Änderung der Fahrbahnquerneigung wird auf einer Übergangsstrecke vollzogen, wobei innerhalb dieser Strecke die Fahrbahnränder angerampt und die Fahrbahnfläche verwunden wird. (Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Linienführung /41/)

Schrägverwindungen sind Querneigungswechsel zwischen verschiedenen oder gleich großen, gegensinnigen Querneigungen mit einem

schräg zur Fahrbahn verlaufenden Grat, die aus entwässerungstechnischen Gründen angelegt werden.

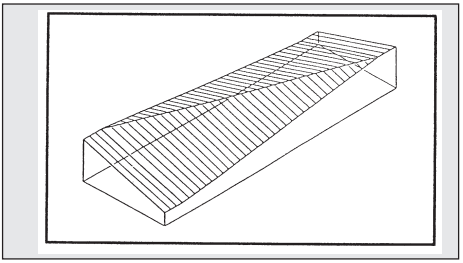


Abb. 19: Ansicht einer stark überhöhten Schrägverwindungsstrecke /41/

Auswirkung auf das Motorrad
Das Überfahren eines Grates bewirkt eine Radlastminderung am Vorderrad und dadurch eine sinkende Haftreibung des betreffenden Rades (siehe „Fahrbahnunebenheiten"). Durch die sinkende Haftreibung verlängert sich ein möglicher Bremsweg und die Führung durch das Vorderrad verschlechtert sich durch die Radlastminderung.

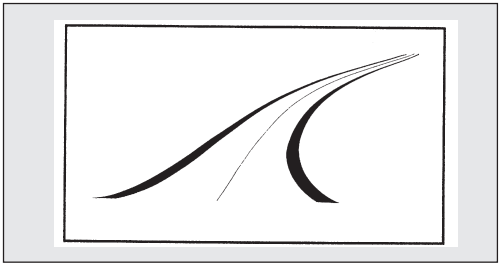
Empfehlungen
Klotoiden (Übergangsbögen) sollen als Übergangsstrecke für Fahrbahnverwindungen dienen und die nachteiligen Auswirkungen mindern.

Wannen

Allgemeines
Wannenhalbmesser sollen aus optischen Gründen nicht kleiner als die halben Kuppenhalbmesser gewählt werden (Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Querschnitt, siehe auch „Kuppen") und die Aspekte einer optisch befriedigenden Linienführung berücksichtigen. /42/

Auswirkung auf das Motorrad
Wenn sich Wannen in Kurven befinden, führt dies bei kleinen Wannenhalbmessern zu einer Tauchbewegung der Teleskopgabel. Der Nachlauf verringert sich dabei und bewirkt in Schräglagenfahrt eine Verkleinerung des Lenkeinschlags, wodurch sich der befahrbare Kurvenradius vergrößert.

Abb. 20: Kurven in Wannen /61/



Empfehlungen

Bei kleinen Wannenhalbmessern in Kurvenbereichen müssen Geschwindigkeit reduzierende Maßnahmen im Vorfeld der Kurve vorgenommen werden (siehe „Hundekurve“).

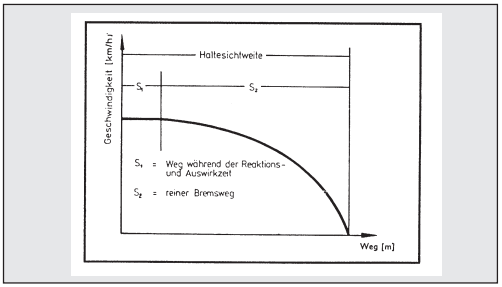
5.1.3 Sichtweiten und Sichtverhältnisse

Haltesichtweite

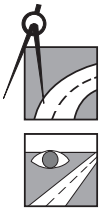
Allgemeines

Die erforderliche Haltesichtweite (Sh) soll das sichere Abbremsen vor einem plötzlich auftretenden Hindernis ohne Verlassen der Fahrspur erlauben und ist für die Straßen aller Kategoriengruppen Maß gebend (Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Linienführung /41/). Haltesichtweiten setzen sich aus dem eigentlichen Bremsweg und dem Weg zusammen, der während der Reaktions- und Auswirkzeit mit nahezu unverminderter Geschwindigkeit vom Fahrzeug zurück gelegt wird.

Abb. 21: Haltesichtweite /41/



Die Haltesichtweite bestimmt unter anderem die Bemessungsgeschwindigkeit, die für die geometrischen Bemessungen der einzelnen Entwurfselemente des Lageplans (Kurvenmindestradien, Querneigungen und Kuppenmindesthalbmesser) benutzt wird.



Auswirkung auf das Motorrad

Die verminderte Bremsfähigkeit von Motorrädern in Kurvenschräglage kann notwendige Bremsverzögerungen verhindern und einen Sturz und ein Abkommen von der Fahrbahn zur Folge haben. Motorradfahrer müssen sich für eine optimierte Angleichung der Geschwindigkeit deutlich mehr von ausreichenden Sichtweiten leiten lassen als Pkw-Fahrer.

Zusätzlich ist auch der Einfluss von Fahrbahnunebenheiten (siehe „Fahrbahnunebenheiten") und von Markierungen (siehe „Dickschichtmarkierungen", „Dünnschichtmarkierungen" und „µ-spot") auf das Bremsverhalten einspuriger Fahrzeuge zu beachten.

Empfehlungen

Die besonderen fahrdynamischen Eigenschaften von einspurigen Fahrzeugen erfordern deren Berücksichtigung bei der Bemessungsgeschwindigkeit. In schwierigen Kurvenbereichen ist eine höhere Haltesichtweite als die auf das Bremsverhalten zweispuriger Fahrzeuge bezogene und zur Zeit verwendete Haltesichtweite erforderlich. Eine der Haltesichtweite angepasste Kurvengeschwindigkeit muss vor der Kurveneinfahrt erreicht sein, um einen Sturz oder Abkommen von der Fahrbahn zu verhindern.

Die geometrischen Bemessungen der Entwurfselemente müssen bei Neu- oder Umtrassierungen der veränderten Bemessungsgeschwindigkeit angepasst werden. Für bestehende Strecken muss die zulässige Höchstgeschwindigkeit unter der Berücksichtigung des Fahrverhaltens einspuriger Fahrzeuge entsprechend angepasst werden. Eine Senkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit erfordert Maßnahmen im straßenbaulichen, Verkehr lenkenden und Strecken begleitenden Bereich. Hinweise dazu werden unter „Kreis- und Übergangsbögen" gegeben.

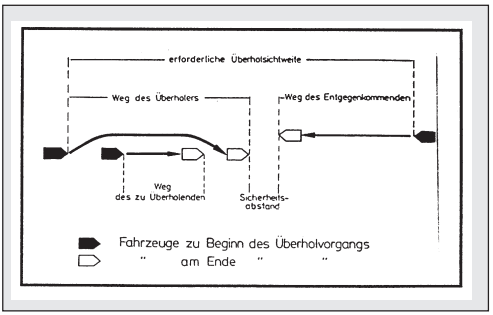
Überholsichtweite

Allgemeines

Die Überholsichtweite (Sü) soll sichere Überholvorgänge auf zweispurigen, im Gegenverkehr benutzten Straßen ermöglichen. Es wird davon ausgegangen, dass die Anfangsgeschwindigkeit beim Überholvorgang der Geschwindigkeit des zu Überholenden entspricht und dass der Überholvorgang vor einer Behinderung des Gegenverkehrs

abgeschlossen ist. Die erforderliche Sichtweite setzt sich aus dem Weg des zu Überholenden, dem Weg, den ein während dieser Zeit entgegenkommendes Fahrzeug zurück legt und dem Sicherheitsabstand zusammen.

Abb. 22: Modell der Überholsichtweite /53/



Die Überholsichtweite ist nur bei der Trassierung von Straßen der Kategoriengruppe A von Bedeutung; für Straßen der Kategoriengruppe B und C müssen keine Überholsichtweiten berücksichtigt werden. /41/

Die VwV-StVO zu Zeichen 276 schreibt Überholverbote vor, wenn die Sichtweite (siehe „Übersichtlichkeit“) zu gering ist. /93/

Auswirkung auf das Motorrad

Bevorzugte Motorradstrecken sind häufig landschaftlich reizvoll gelegene Bundes- und Landesstraßen mit einer für diese Straßenklasse erhöhten Verkehrsdichte durch den Wochenend- und Ausflugsverkehr. Dabei muss eine unterschiedliche Intention zur Nutzung dieser Straßen für verschiedene Nutzer (Pkw/Motorrad) unterstellt werden. Deshalb können sehr unterschiedliche Fahrgeschwindigkeiten einzelner Verkehrsteilnehmer auftreten, die gegebenenfalls zu riskanten Auffahr- und Überholkonflikten führen.

Das im Vergleich zum Pkw erhöhte Beschleunigungsvermögen des Motorrads macht eine geringere Überholsichtweite erforderlich und verleitet den Motorradfahrer häufig auch dort zu Überholmanövern, wo von den Pkw-Fahrern keine Überholvorgänge erwartet werden.

Empfehlungen

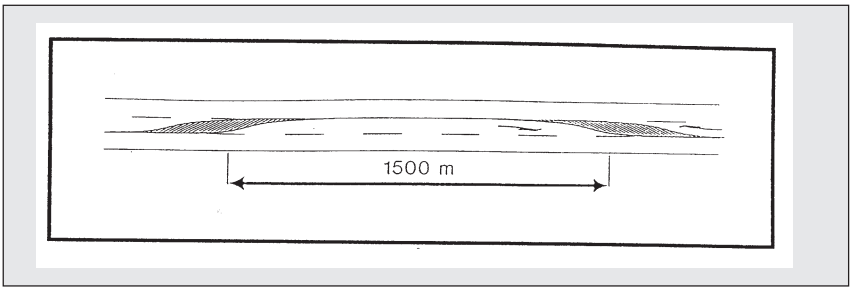
Überholverbote sollten sich auf kritische Gefahrenbereiche beschränken, um ihr Warnpotenzial zu behalten. Bei einer großzügigen Querschnittsbreite der Fahrbahn sollte der Ausbau von Zwischenquerschnitten

für eine Mehrzwecknutzung (zwei- und einspurige Führung) erwogen werden; der Einsatz von Zwischenquerschnitten kann jedoch im Regelfall nur auf Geraden und eher unkritischen Streckenteilen empfohlen werden. /80/

Der Mehrzweckstreifen bietet Vorteile, wenn gravierende Geschwindigkeitsdifferenzen zwischen den Fahrzeugen durch einen unkritischen Überholvorgang abgebaut werden.

Beginn und Ende des Mehrzweckstreifens sollten eindeutig und rechtzeitig mit Hilfe von optischen Führungspfeilen zu erkennen sein (Abb. 23).

Abb. 23: „2+1"-Spurführung /11/



Der mittlere Fahrstreifen wird wechselseitig und abschnittsweise für etwa 1 bis 1,5km der Fahrtrichtung oder dem Gegenverkehr zugeordnet, wobei Überholvorgänge ermöglicht werden. Die Überleitungen zum Wechseln sind mit führenden Sperrflächen und Fahrtrichtungswechselpfeilen zu versehen. Für die einspurige verengte Führung eines Fahrstreifens gilt ein generelles Überholverbot.

Obwohl bevorzugte Motorradstrecken nur selten Maß gebende Verbindungsfunktionen besitzen, sind sie doch stellenweise vom Busverkehr und Schwerlastverkehr betroffen; auch vor diesem Hintergrund bietet sich die „2+1"-Führung an.

Übersichtlichkeit

Allgemeines

Die Übersichtlichkeit einer Situation setzt sich aus mehreren Faktoren zusammen. Sie wird bestimmt durch die Zeit, die zwischen Erkennen

einer Situation und der Reaktion verbleibt – also die Wahrnehmung einer bevorstehenden Änderung oder eines Hindernisses – und der Abschätzung der eigenen Entfernung hierzu; daraus folgt die Wahl einer adäquaten Reaktion.

Die Übersichtlichkeit ist gleichzusetzen mit der Sichtweite und hat eine entscheidende Bedeutung für die Wahl der Geschwindigkeit. In einer Sichtweitenanalyse sollen für jede Fahrtrichtung die tatsächlich möglichen Sichtweiten (ergeben sich aus Linienführung, Querschnitt und Straßenumgebung) den zu fordernden Sichtweiten gegenüber gestellt und durch Entwurfsverbesserungen aufeinander abgestimmt werden.

Bei der Sichtweitenanalyse müssen folgende Anforderungen erfüllt werden: ausreichend große Sichtweiten, genügend großer Anteil von Strecken mit angemessenen Überholsichtweiten und Ausgewogenheit der Verteilung der Überhol- und Haltesichtweiten (siehe „Haltesichtweite" und „Überholsichtweite"). /41/

Die Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Knotenpunkte, schreiben für Knotenpunkte vor, dass alle Wartepflichtigen bei der Annäherung an einen Gefahrenpunkt (Knotenpunkt) die bevorrechtigten Verkehrsteilnehmer rechtzeitig erkennen können. Der engere Knotenpunktbereich muss daher für alle Verkehrsteilnehmer ausreichende Sichtflächen aufweisen. /39/

Auswirkung auf das Motorrad

Die Forderung nach ausreichend großer Sichtweite ergibt sich aus dem starken Einfluss der Sichtweiten auf das Fahrerverhalten. Unzureichende Sichtverhältnisse können schon im Bereich geringer und mittlerer Verkehrsbelastungen Anlass zur Kolonnenbildung sein und sich durch das dadurch gesteigerte Überholbedürfnis negativ auf Sicherheit und Verkehrsqualität auswirken.

Ein genügend großer Anteil von Streckenabschnitten mit ausreichenden Überholsichtweiten erhöht die Verkehrsqualität der Straße. Die Verteilung der Überhol- und Haltesichtweiten muss ausgewogen sein; zum Teil ändern sich die von der Straße gebotenen Sichtverhältnisse sehr plötzlich. Starke Sichtweitenabnahmen sind im Gegensatz zu Sichtweitenzunahmen kritisch und resultieren aus fahrpsychologischen

Gesetzen: Ein Fahrzeugführer, der einen längeren Straßenzug mit gleich bleibender Streckencharakteristik befährt, reagiert darauf mit einer gleichförmigen Fahrgeschwindigkeit.

Auf eine plötzliche Abnahme der Sichtweite kann der Verkehrsteilnehmer nicht rechtzeitig durch eine Verminderung seiner Geschwindigkeit reagieren, weil dazu eine bestimmte Adaptionszeit benötigt wird. Daher fährt er mit einer zu hohen und damit den Verkehr gefährdenden Geschwindigkeit in den Abschnitt mit kleineren Sichtweiten ein (siehe „Sichtweite" und „Knotenpunkte"). /53/

Empfehlungen

Die erforderlichen Maßnahmen sind unter den übrigen Parametern zur Trassierung aufgeführt worden.

Randbebauung

Allgemeines

Eine Randbebauung durch Bewuchs kann der optischen Führung durch eine Kurve dienen. Möglichkeiten zur optischen Führung sind beispielsweise abwechslungsreiche Randgestaltung bzw. Umfeldgestaltung von Kurven. Durch gezielte Bepflanzung, die eine bessere Erkennbarkeit und gleichzeitig die Einsehbarkeit des Kurvenverlaufs gewährt, vermindert sich die Unter- bzw. Falscheinschätzung des Kurvenverlaufs.

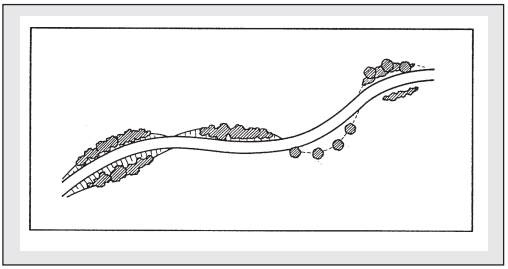


Abb.24: Bepflanzung eines Kurvenzugs /69/

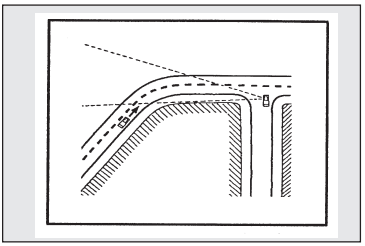
Durch einen Wechsel des Bewuchses kann ein Fixationspunkt an der Kurvenaußenseite geschaffen werden, der einer Informationsaufnahme im Zusammenhang mit der Geschwindigkeitswahrnehmung und der Wahrnehmung des Kurvenverlaufs entspricht.

Auswirkung auf das Motorrad

Durch jahreszeitlich unterschiedlichen Pflanzenwuchs und -bewuchs können sich die Sichtverhältnisse in Kurvenbereichen stark ändern. Der

Motorradfahrer kann den Verlauf einer Kurve nur bedingt einsehen und hat bei einer Unterschätzung des Verlaufs nur geringe Möglichkeiten, sein Fahrverhalten an den plötzlich veränderten Kurvenverlauf anzupassen (vgl. Übertragung von Seitenkräften und Bremsen).

Abb. 25: Sichtbehinderung durch Bepflanzung und Bebauung /80/



Empfehlungen

Die Kontrolle der Randbebauung muss dem jahreszeitlich veränderten Pflanzenwuchs und -bewuchs angepasst sein und sollte regelmäßig in kleineren Abständen durchgeführt werden.

5.1.4 Knotenpunkte

Kreuzungen/Einmündungen

Allgemeines

Knotenpunkte sollen nach dem Trennungsprinzip (gilt für Straßen der Kategoriengruppen A, B und C) den Verkehrsstrom regeln. Hinweise zur Gestaltung von Knotenpunkten und deren Übersichtlichkeit (siehe „Übersichtlichkeit“) finden sich in den Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Knotenpunkte.

Die wesentlichen Kriterien für die verkehrssichere Gestaltung des Knotenpunkts sind die rechtzeitige Erkennbarkeit, die Übersichtlichkeit, die Begreifbarkeit und die ausreichende Befahrbarkeit. Bei nicht ausreichender Sichtweite erfordern die VwV-StVO zu § 37 und Zeichen 274 die Anbringung von Lichtzeichenanlagen oder die Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit. /39, 93/

Auswirkung auf das Motorrad

Motorräder besitzen eine schmale Silhouette und sind bezüglich ihrer Geschwindigkeit von Wartepflichtigen in außerorts gelegenen Knotenpunkten schlecht erkennbar und einschätzbar. /66/

Markierungen in Knotenpunkten verlängern beim Überfahren den

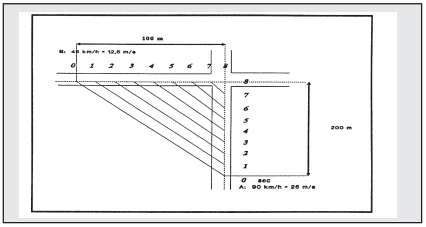
Bremsweg zum Teil erheblich (siehe „Dickschichtmarkierungen“, „Dünnschichtmarkierungen“ und „µ-spot“) und können beim Blockieren des Vorderrades einen Sturz provozieren. Schlecht oder gar nicht einsehbare, kleinere Knotenpunkte, die sich beispielsweise hinter Kurvenbereichen befinden, verringern für Motorradfahrer die rechtzeitige Erkennbarkeit und gegebenenfalls auch die Begreifbarkeit. Hier ist keine ausreichende Bremsverzögerung möglich, ein gefahrloses Ausweichen ist ebenfalls nicht mehr zu realisieren.

Durch den Helm wird das Gesichtsfeld des Motorradfahrers begrenzt, was zu einer Einschränkung der Wahrnehmung von Gefahrensignalen führen kann, die von seitlich kommenden Fahrzeugen ausgehen.

Empfehlungen

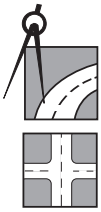
Knotenpunkte erfordern insbesondere für Motorradfahrer eine erhöhte Sichtfeldfreilegung, um Gefahrensignale rechtzeitig erkennen zu können. Hierbei ist die Einsehbarkeit der Kreuzung durch eine Rücknahme von topographisch oder visuell bedingten Behinderungen (siehe „Randbebauung“) die einfachste Lösung, um Sichtbehinderungen am Innenrand von Kurven und vor Knotenpunkten zu vermeiden.

Abb. 26: Optimale Sichtwinkel in Knotenpunktbereichen /11/



Die Besonderheit des Bremsverhaltens von einspurigen Fahrzeugen muss Eingang in die Bemessungsgeschwindigkeit finden, um einen sicheren Verzögerungsvorgang durch eine ausreichende Haltesichtweite in Kurvenbereichen zu gewährleisten.

Der Einsatz von „vorwarnenden“ Lichtsignalanlagen ist in Einzelfällen eine Möglichkeit zur Erhöhung der rechtzeitigen Erkennbarkeit. Der Umbau von Knotenpunkten in Kreisverkehre ist eine - wenn auch aufwändige - Alternativlösung, die nach Erfahrungen (vor allem aus England) eine gleichwertige Leistungsfähigkeit, einfachere Vorfahrtsregeln, geringere Unfallhäufigkeiten und eine geringere Unfallschwere nachweist. /80/



Der Vorteil für den Motorradfahrer liegt in der von allen Seiten gleichberechtigten Zufahrt und einer geringen Geschwindigkeit im Knotenpunkt, die eine Wahrscheinlichkeit einer Kollision durch die falsche Einschätzung der Geschwindigkeit des Motorradfahrers verringert. Kreisverkehre gewährleisten bei einem nicht extremen Platzbedarf einen hohen Durchfluss von Fahrzeugen. Dieser soll schon bei einem Durchmesser des Kreisverkehrs von 30 Metern und einer Verkehrsbelastung von 20.000 Fahrzeugen pro Tag „problemlos funktionieren". /13/

Wirtschaftswege (Einmündungen)

Allgemeines

Wirtschaftswege sind Einmündungen von Feld- oder Waldwegen und werden häufig von landwirtschaftlichen Fahrzeugen genutzt. Die Wege haben einen niedrigen Ausbaustandard und eine geringe Verkehrsbedeutung. Aus wirtschaftlichen Gründen, im Interesse eines möglichst freizügigen Verkehrsablaufs bei geringen Geschwindigkeiten auf der übergeordneten Straße und bei geringer Verkehrsbelastung werden Einmündungen nicht als Knotenpunkte angelegt. /39/

Der Konfliktpunkt der Einmündung wird bei Unfällen von Motorradbenutzern relativ häufig angegeben (vgl. hierzu „Analyse des Unfallortes").

Auswirkung auf das Motorrad

Landwirtschaftliche Fahrzeuge sind bauartbedingt nur für eine niedrige Höchstgeschwindigkeit ausgelegt. Hierdurch ergeben sich hohe Geschwindigkeitsdifferenzen zwischen landwirtschaftlichen Fahrzeugen und anderen Verkehrsteilnehmern.

In Kurvenbereichen bei mangelnder Übersichtlichkeit (siehe „Übersichtlichkeit" und „Randbebauung") zwingt ein plötzliches Erscheinen von landwirtschaftlichen Fahrzeugen den Motorradfahrer zum Ausweichen oder zu einer Vollbremsung. Probleme ergeben sich aus der begrenzten Höhe der Seitenführungskraft von einspurigen Fahrzeugen (Übertragung von Seitenkräften) sowie dem im Vergleich zu Personenkraftwagen längeren Ausweichweg von einspurigen Fahrzeugen (Einleiten einer Kurvenfahrt) und dem Verlust der stabilisierenden

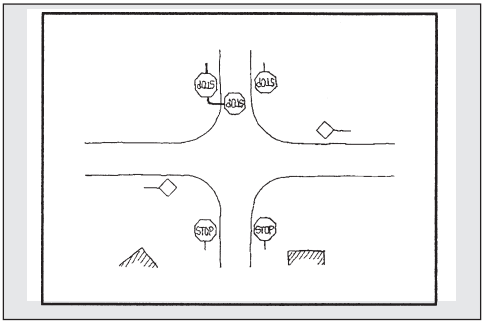
Kreiselkraft bei Vollbremsungen in Kurven (Bremsen). Wirtschaftswege erhöhen die Gefahr der Fahrbahnverschmutzung (siehe „Verschmutzung der Fahrbahn“).

Empfehlungen

Der landwirtschaftliche Verkehr (Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Knotenpunkte) muss in Kurvenbereichen auf Mehrzweckstreifen oder Parallelwege verlegt werden. /39/

Die Notwendigkeit einer Vielzahl von Wirtschaftswegen und Einmündungen muss wegen des hohen Kollisionspotenzials im Bereich dieser Einmündungen überprüft werden. Die verstärkte Nutzung der übergeordneten Straßen an den Wochenenden (Ausflugsverkehr) verlangt teilweise eine Umgestaltung von Einmündungen zu Knotenpunkten. Wenn dies nicht möglich ist, sollte ein Stoppschild (Zeichen 206 „Halt! Vorfahrt gewähren!“) an beiden Seiten von Einmündungen die Wartepflicht hinreichend kenntlich machen. Auf der vorfahrtberechtigten Straße könnte ein Schild „Achtung - Wirtschaftswege“ auf die Gefahr hinweisen.

Abb. 27: Zeichen 206 an Einmündungen /80/



Die Anbindung des landwirtschaftlichen Verkehrs in Abhängigkeit von der zulässigen Höchstgeschwindigkeit darf nur in größeren Abständen in Form von Knotenpunkten gemäß den Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Knotenpunkte, vorgenommen werden. /39/

5.2 Maßnahmen bei Bau, Betrieb und Erhaltung von Straßen

5.2.1 Fahrbahnausstattung

Dehnungsfugen

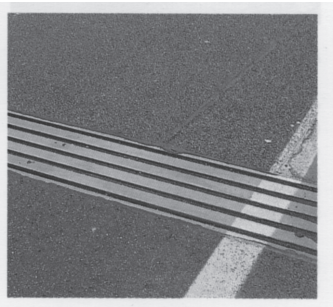
Allgemeines

Dehnungsfugen werden vorwiegend an Brücken eingesetzt. Brücken unterliegen besonderen Schwingungen und können sich unter Wärme

anders ausdehnen als eine Straße mit Unterbau. Deshalb werden sie durch Fugen von der bodenverbundenen Fahrbahn abgetrennt. Fugen werden zumeist von dünn geriffelten Stahlplatten abgedeckt.

Die Breite der Fugen wird durch die Länge der Brücke bestimmt. Die verwendeten Stahlplatten haben einen sehr geringen Haftreibungswert, der sich bei Nässe zusätzlich verringert und dadurch die Fahrstabilität von motorisierten Zweirädern gefährdet.

Abb. 28: Dehnungsfugen /36/



Auswirkung auf das Motorrad

Bei Nässe bedeutet das Befahren von Dehnungsfugen – insbesondere in Kurvenbereichen – schon für zweispurige Fahrzeuge einen erheblichen Spur- und Lenkversatz. Bei einspurigen Fahrzeugen kann der geringe Haftreibungswert zu plötzlichem Lenkimpuls und/oder Wegrutschen des Motorrades bei Schräglage führen. Stürze und die Gefahr einer Kollision mit dem Gegenverkehr oder ein Abkommen von der Fahrbahn (siehe „Bitumen“ und „μ-spot“) sind möglich.

Empfehlungen

Dehnungsfugen sollten durch ein Gefahrenschild angezeigt werden, z.B. „Brückendehnfugen - Vorsicht bei Nässe“, um alle Verkehrsteilnehmer zu warnen.

Die Konstruktion der Stahlplatten sollte verändert werden, so dass ein homogener Haftreibwert im Vergleich zum Fahrbahnbelag erreicht werden kann. Die Beschichtung mit Kunststoffen oder anderen einstreubaren Materialien wären Maßnahmen, um die Haftreibung zu erhöhen.

Hochbord (Bordsteinrand)

Allgemeines

Hochborde werden aus entwässerungstechnischen Gründen und zur Abgrenzung der Geh- und Radwege von der Fahrbahn angelegt.

An anbaufreien Straßen, zu deren Kategorie die Außerortsstraßen zählen, sollen Hochborde möglichst vermieden werden (Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Querschnitte /42/).

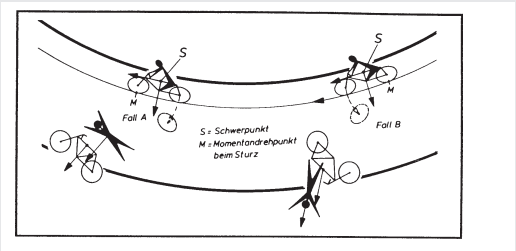
In der Regel liegen an Außerortsstraßen keine Geh- oder Radwege in unmittelbarer Nähe zur Fahrbahn. Die Entwässerung wird normalerweise durch eine entsprechende Neigung der Straßen gewährleistet. Aufgrund von bestimmten Trassierungsparametern kann allerdings in einigen Streckenabschnitten ein Hochbord erforderlich sein.

Auswirkung auf das Motorrad

Ein gestürztes, rutschendes Motorrad sollte vor dem Fahrer her rutschen, um die Gefahr eines Zusammenstoßes des Zweiradbenutzers mit dem Zweirad (Sekundärkollision) zu vermeiden.

Eckig ausgelegte Bordsteine oder Randbefestigungen bremsen das rutschende Motorrad, und es besteht die Gefahr einer Sekundärkollision des Fahrers mit dem rückprallenden Motorrad (Abb. 29, Fall A). Prallt der Motorradbenutzer zunächst gegen eine eckige Randbefestigung, kann dies ebenfalls zu schwerwiegenden Körperverletzungen (Kopf, Wirbelsäule) führen. Weiterhin besteht die Gefahr eines anschließenden Zusammenpralls mit dem rutschenden Motorrad (Abb. 29, Fall B).

Abb. 29: Sturzverläufe bei Kurvenunfällen, Fall A durch Blockieren des Hinterrades, Fall B durch Blockieren des Vorderrades. /2/



Empfehlungen

Aus Sicht der Motorradfahrer sollten Hochborde nur dort eingesetzt werden, wo sie unbedingt erforderlich sind. Bei Verwendung von Hochborden sollte beachtet werden, dass sie ihrem Zweck entsprechend

und so niedrig wie möglich gewählt werden. Je flacher das Hochbord, umso geringer ist die Gefahr eines rückprallenden Motorrades.

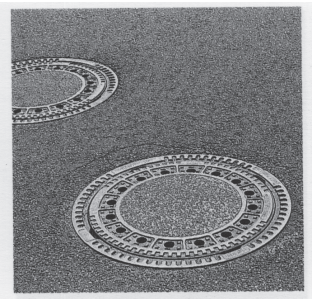
Darüber hinaus sollten abgeflachte Hochborde eingesetzt werden, die ein sicheres Trennen von Fahrer und Motorrad eher ermöglichen und damit Verletzung reduzierend wirken. In jedem Fall ist ausreichender Sturzraum erforderlich.

Kanaldeckel
(Stahldeckel von Ver- und Entsorgungsschächten)

Allgemeines

Kanaldeckel bestehen oftmals noch aus Gusseisen und haben geringe Haftreibungswerte; neuere Abdeckungen besitzen einen etwa 20 Zentimeter breiten Rand aus Metall. Die Lage der Ver- und Entsorgungsschächte im mittigen Fahrbahnbereich bereitet den Motorradfahrern besondere Probleme. Zudem stehen die Kanaldeckel häufig hervor, weil der Verbau der Abdeckungen nicht ebenerdig erfolgt oder Veränderung in der Fahrbahnunterfütterung eintreten.

Abb. 30: Kanaldeckel /36/



Auswirkung auf das Motorrad

Beim Überfahren von Kanaldeckeln im Kurvenbereich kann es durch den geringen Haftreibungswert zum Wegrutschen (Lenkversatz) des überfahrenden Reifens kommen (siehe „μ-spot“).

Nicht ebenerdig verlegte Kanaldeckel führen beim Überfahren zu schnell hintereinander auftretenden Radlastveränderungen. Diese bewirken bei Schräglagenfahrt im Kurvenbereich eine Veränderung des befahrbaren Kurvenradius (siehe „Fahrbahnunebenheiten“).

Beide oben angegebene Probleme können zu einer Kollision mit dem Gegenverkehr oder zu einem Abkommen von der Fahrbahn

führen (Sturzgefahr oder Nichteinhaltung des vorgenommenen, eingeschlagenen Kurvenradius).

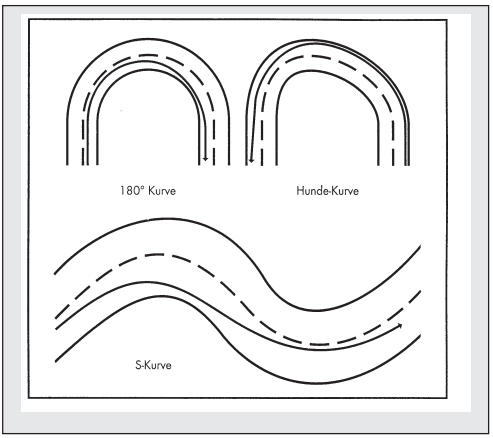
Der geringe Haftreibungswert des Metallrandes führt bei Bremsvorgängen zum Blockieren des Rades (erhöhte Sturzgefahr).

Empfehlungen

Metallkanaldeckel sollten gegen Betondeckel mit einem besseren Haftreibungswert ausgewechselt und es sollte auf eine ebenerdige Verlegung geachtet werden. Bei neueren Kanaldeckeln mit einem Metallrand sollte dieser mit Kunststoffen und/oder eingestreuten Materialien beschichtet sein, um einen verbesserten Haftreibungswert zu erhalten.

Der Verbau von Kanaldeckeln in Kurven muss nach Möglichkeit vermieden werden. Die Verlegung aller Versorgungsleitungen in den äußeren Fahrbahnraum erscheint sinnvoll. Falls sich dies nicht erreichen lässt, sollten die Deckel in Kurven nicht im Bereich der Sicherheitsfahrlinie von Motorradfahrern liegen (Abb. 31).

Abb. 31: Sicherheitsfahrlinien in Kurvenbereichen /36/



Schutzplanken

Allgemeines

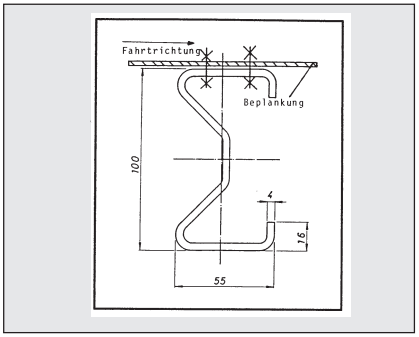
Schutzplanken sollen die Verletzungsfolgen von Unfällen, vor allem für Personenkraft- und Schwerlastwagen, möglichst gering halten. Neben der abweisenden Schutzfunktion besitzen sie die Aufgabe einer optischen Kurvenführung. Vorschriften zur Ausführung und

Anbringung von Schutzplanken sind in den Richtlinien für passive Schutzeinrichtungen an Straßen (RPS 1989/42/) und den Technischen Lieferbedingungen für Stahlschutzplanken an Bundesfernstraßen (TL-SP/11/) geregelt. Seit 1993 gilt für die Ummantelung der Schutzplankenpfosten die TL-SPU 93. /94/

Auswirkung auf das Motorrad

Schutzplanken sind an Doppel-T-Trägern oder den weniger gefährdenden Sigma-Pfosten mit abgerundeten Kanten (Abb. 32) befestigt. Der Körperanprall von verunglückten Motorradbenutzern gegen die Planke und die Pfosten führt zu schweren und oftmals tödlichen Verletzungen. Bei einem Anprall mit 35km/h resultiert eine Verletzungsschwere von (Verletzungsskala: Abbreviated Injury Scale) AIS >4 (schwerverletzt), höhere Anprallgeschwindigkeiten erzeugen AIS-Klassen von 5 bis 6, die tödliche Verletzungen nach sich ziehen. /24, 65/

Abb. 32: Sigma-100-Pfosten im Querschnitt /85/



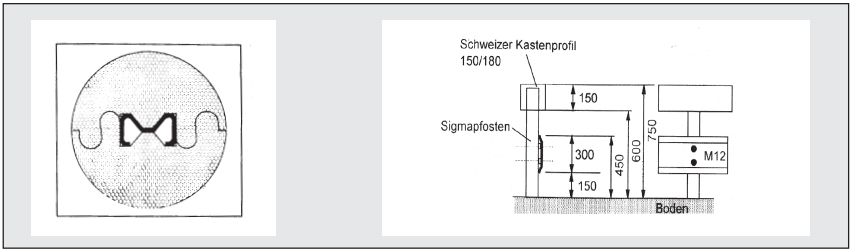
Die Anbringung von Schutzplanken macht die Verletzungsschwere für verunglückte Motorradbenutzer unkalkulierbar. Die Form- und Materialaggressivität führt dazu, dass der Anteil schwer verletzter oder getöteter Zweiradfahrer bei einem Abkommen von Fahrbahnen, die mit Schutzplanken ausgestattet sind, bei 60,9% liegt. Bei nicht mit Schutzplanken ausgestatteten Fahrbahnen kann dagegen ein Anteil von 37,4% festgestellt werden. /31, 61/

Empfehlungen

Die Anbringung von neuen Schutzplanken muss überprüft, bereits installierte, aber nicht notwendige Schutzplanken sollten entfernt werden. Bei unverzichtbaren Schutzplanken müssen die Doppel-T-Träger durch die abgerundeten Sigma-Pfosten ersetzt werden. Bei Neubaumaßnahmen sollten generell Sigma-Posten Verwendung finden.

Die Ummantelung der Schutzplankenpfosten nach TL-SPU 93 (Protektoren aus Energie absorbierendem Material, Abb. 33) muss möglichst umgehend zum Schutz verunfallender Motorradfahrer vorgenommen werden. Energie absorbierende Pfostenummantelungen (siehe TL-SPU 93) können die Verletzungsschwere von AIS >4 (schwer) auf AIS =1/2 (leicht) reduzieren.

Abb. 33: Protektoren für Sigma-Pfosten /70/ und schematische Darstellung Kastenprofil /62/



Als Ersatz für Schutzplanken im Bereich der optischen Kurvenführung bietet sich eine gezielte Bepflanzung an, die durch veränderten Bewuchs (Kurvenfixationspunkt) zu einer Informationsaufnahme im Zusammenhang mit der Geschwindigkeitswahrnehmung und der Wahrnehmung des Kurvenverlaufs führen kann. Die Bepflanzung kann in Verbindung mit ausreichenden Sturzräumen (siehe „Hochborde") zu einer Minderung der Unfallschwere im Kurvenbereich beitragen (siehe „Randbebauung"). Die Verwendung von Doppelschutzplanken verhindert zwar das Unterrutschen von verunglückten Motorradbenutzern, aber der Anprall an die Schutzplanken kann zu erheblichen Verletzungsfolgen führen, so dass ihre Verwendung außer bei tangentialen Anprallsituationen wenig sinnvoll erscheint.

Neue Schutzplankensysteme sind in der wissenschaftlichen Erforschung respektive in der Erprobungsphase. Bei den Systemen handelt es sich um Kastenprofile als obere Planke, die weniger scharfkantig (Schweizer Kastenprofile oder Euskirchener Plankensystem) und zudem mit einem glatt profilierten Unterzug verbunden sind, um ein Unterrutschen der Schutzplanke zu vermeiden sowie einen Anprall an das Pfostensystem zu unterbinden. Es bedarf aber auch hier weiterer Forschungen, die z.B. im Bereich einer Anpralldämmung des Unterzuges ansetzen. Nach der Erprobungsphase sollten „alte" Systeme im Sinne des Zweiradfahrers ersetzt werden./62/

5.2.2 Fahrbahnschäden und Fahrbahnerneuerung

Fahrbahnschäden

Fahrbahnschäden sind für den Motorradfahrer wesentlich problematischer als für den Pkw-Fahrer. So können Fahrbahnunebenheiten durch Bodenwellen (Längs- oder Querwellen), Schäden in der Fahrbahn selbst (Nahtschäden, offene Fugen o.a.), Schlaglöcher oder Unebenheiten durch Fahrbahnausbesserungen die Ursache für einen zunächst unerklärlichen Unfall sein.

Unebenheiten in der Fahrbahn bewirken eine Verminderung des Haftreibungswerts zwischen Reifen und Fahrbahn. Dies führt zu verlängerten Bremswegen und zu einer verminderten Seitenführungskraft in Kurven (Vertikaldynamik des Motorrades). Die Arm- und Schultermuskulatur des Fahrers – die Arme wirken sozusagen als Verlängerung der Teleskopgabelfederung – muss eine erhöhte dynamische Arbeit verrichten.

Die StVO zu Zeichen 112 („Unebene Fahrbahn") schreibt die Aufstellung dieses Zeichens vor, wenn Fahrbahnunebenheiten schlecht zu erkennen sind /93/. Fahrbahnunebenheiten durch Fahrbahnausbesserungen, Fräsungen, Schlaglöcher u.a. sollten in Gefahrenstellen grundsätzlich durch diese Beschilderung kenntlich gemacht werden. Hierbei ist zu beachten, dass das Zeichen 112 nicht für ganze Streckenabschnitte angewendet wird, sondern besser einzelne Gefahrenzeichen gezielt auf die Unebenheiten hinweisen. So wird für eine bessere Akzeptanz der einzelnen Zeichen gesorgt.

Maßnahmen zur Ausbesserungen der Fahrbahn werden in der Regel kleinräumig ausgeführt. Die verschiedenen Verfahren zur Ausbesserung von lokal begrenzten Fahrbahnschäden werden nur als Zwischenlösung angesehen (Merkblatt für die Erhaltung von Asphaltstraßen /71/) und ergeben je nach Güte der Ausbesserung spürbare Fahrbahnunebenheiten (Abb. 34).

Abb. 34: Ausbesserungsverfahren für Fahrbahnschäden /88/

Verfahren	Bituminöse Schlämmen und Porenfüllmassen	Ausbessern mit bituminösem Mischgut	Verfüllen und Vergießen	Anspritzen und Absplitten
Verwendung	Ausbrüche, poröse Oberflächen, Nahtschäden, Fugen	Schlaglöcher, Nahtschäden	Nahtschäden, Fugen, Risse	poliertes Splitkorn, verringerte Griffigkeit
Aushärten	Porenfüllmassen: Verdunsten von Lösungsmitteln Schlämmen: Säure/Base-Reaktion	Abkühlen	Abkühlen	Säure/ Base
Abstreuen	Brechsand	-/-	Brechsand	Edelsplit

Bei Fahrbahnen mit großflächig verringerter Griffigkeit werden die Flächen mit einer Bitumenlösung bespritzt und mit Edelsplitt abgestreut (siehe „Rollsplitt"), der dann angewalzt wird. Seine Griffigkeit erhält dieser Straßenbelag aus der Menge des eingewalzten Splittes (und der Splittkornzusammensetzung).

Die Ausbesserungsmaßnahmen werden oftmals unter Verwendung von Bitumen durchgeführt, das einen deutlich geringeren Haftreibungswert als die Asphaltoberfläche besitzt. Gegenüber der Asphaltfahrbahn sind bei Kurvenfahrten nur sehr begrenzte Schräglagen möglich, und der Bremsweg verlängert sich ebenfalls.

Bei häufiger Ausbesserung des Straßenabschnittes führt dies unweigerlich zu veränderten Haftreibwerten des Fahrbahnbelages, die „μ-spots" erzeugen (siehe Bitumen und Fahrbahngriffigkeit) und problematisch für einspurige Fahrzeuge sind.

Eine dauerhafte Instandsetzung wird nur durch eine Erneuerung der Fahrbahn erreicht (Merkblatt für die Erhaltung von Asphaltstraßen /64/). Ausbesserungsmaßnahmen, die kontinuierlich an einer Fahrbahn vorgenommen werden müssen, können auf Dauer nicht billiger

als eine einmalige Erneuerung sein. Eine langfristige Lösung ist nur durch das Abfräsen von großflächigen Fahrbahnteilen und Aufbringung einer neuen Deckschicht möglich. Hierbei ist darauf zu achten, dass in Kurvenbereichen keine Fahrbahnen mit unterschiedlichen Haftreibungswerten aneinanderstoßen. Kurvenbereiche sollten immer vollständig mit einer neuen Deckschicht versehen werden.

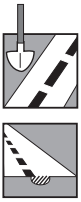
Nachfolgend wird zunächst die spezielle Problematik einzelner Arten von Fahrbahnschäden erläutert, anschließend werden die Verfahren zur Ausbesserung der Schäden oder zur Erneuerung der Fahrbahn kritisch beurteilt.

μ-spot
(Griffigkeit)

Allgemeines
Die Fahrbahngriffigkeit sollte großflächig einheitlich sein und insbesondere gleiche Haftreibungswerte in Problembereichen (Kurven, Knotenpunkte) aufweisen. Besondere Beachtung für den Motorradfahrer findet der „μ-spot", ein kurzfristig auftretender Haftreibungswechsel im Asphaltbelag der Straße. Die VwV - StVO zu Zeichen 114 schreibt bei mangelnder Griffigkeit des Fahrbahnbelags, der insbesondere bei Nässe rutschgefährlich wird und trotz angemessener Sorgfalt nicht ohne weiteres erkennbar ist, die Anbringung des Zeichens „Schleudergefahr bei Nässe oder Schmutz" vor. /93/

Auswirkung auf das Motorrad
Bei einer Minderung der Haftreibung geht bei Kurvenfahrten ein Teil der Seitenführungskraft der Räder verloren. Für das eingeschlagene Vorderrad bedeutet dies ein ungewolltes Einschlagen der Lenkung zur Kurveninnenseite und eine erhebliche Vergrößerung des Schräglaufwinkels. Kommt das Rad wieder in einen Bereich mit normalem Reibwert, führt der große Schräglaufwinkel schnell zu einer für den Fahrzustand viel zu hohen Seitenführungskraft. Durch das verstärkte Einschlagen der Lenkung zur Kurveninnenseite und die dadurch erzeugten Kreisel- und Zentrifugalkräfte kippt das Motorrad zur Kurvenaußenseite und der befahrbare Kurvenradius vergrößert sich dabei. Da nicht beide Räder gleichzeitig über die Fläche mit vermindertem Reibwert fahren, kommt es zusätzlich noch zu einem Spurversatz. Die Vergrößerung des befahrbaren Kurvenradius und der Spurversatz des Motorrades können – je nach Fahrspur im Kurvenbereich – für den Motorradfahrer ein Abkommen von der Fahrbahn oder eine

erzwungene Ausweichbewegung auf die Gegenfahrbahn bedeuten.



Beim Bremsen kommt es durch verminderten Kraftschluss beim Überfahren einer Fläche mit geringerem Reibwert zum Blockieren des entsprechenden Rades. Bei Vorderrädern führt ein Blockieren des Rades zum Verlust der richtungsstabilisierenden Kreiselkraft. Das Blockieren des Rades muss sofort durch eine gezielte Verringerung der eingesetzten Bremskraft verhindert werden, da ansonsten schon ein geringer Lenkeinschlag ausreicht, um das Motorrad zum Sturz zu bringen.

Empfehlungen

Kurzfristige Haftreibungswechsel müssen wegen der Gefahren für Motorräder zwingend vermieden werden. Bei Fahrbahnausbesserungsarbeiten muss auf den gleichen Haftreibwert des Belages geachtet werden (siehe hierzu auch: Bitumen, Dehnungsfugen, Dick-/Dünnschichtmarkierungen, Kanaldeckel, Rollsplitt, Fahrbahnverschmutzung).

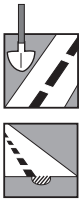
Längsfräsungen

Allgemeines

Längsfräsungen werden auf ebenen Straßen zur Verringerung der Aquaplaning-Gefahr aufgebracht; darüber hinaus entstehen sie beim Entfernen von Fahrbahnmarkierungen.

Auswirkung auf das Motorrad

Längsfräsungen beeinflussen die Fahrstabilität von Motorrädern und können gefährliche Pendelbewegungen erzeugen. Durch den sogenannten Schienenführungseffekt des Fahrzeugs, der durch die formschlüssige Verbindung des Reifens den Stabilisierungsprozess stört, beginnt das Motorrad infolge der Zwangsführung zu kippen. Die Seitenführungskräfte an den beiden Reifen steigen so lange an, bis diese schließlich aus der Fräsungsrille gelangen. Der dabei quer auf das Motorrad wirkende Impuls erzeugt ein Pendeln. Falls nur eines der beiden Räder aus der Rille springt, kommt es zu einem Spurversatz des Motorrades. Ein Gegenlen-ken des Fahrers erzeugt durch Überlagerung von Fahrbahnunebenheit und Lenkbewegung eine verstärkte Pendelanregung, die bis zum Sturz des Fahrzeuges führen kann. /97/



Im Bereich von Längsfräsungen können falsch angeordnete Geschwindigkeitsbeschränkungen (eventuell aus Unkenntnis über die Fahrdynamik einspuriger Fahrzeuge) zu Unfällen von Motorrädern führen, da instabile Geschwindigkeitsbereiche der Motorradfahrdynamik betroffen werden.

Empfehlungen
Gefahrenschilder, z.B. „Achtung – Längsrillen“, müssen auf die Gefahrenstelle hinweisen. Geschwindigkeitsbeschränkungen im Bereich von Längsfräsungen dürfen nicht unter 80 km/h liegen, da Motorräder im Bereich zwischen 60 und 80 km/h zum Lenkerflattern neigen (Störungen der Eigenstabilität). Sie sollten auch nicht die Grenze des instabilen Fahrbereichs von Zweirädern, die bei ca. 20km/h liegt (beispielsweise im innerstädtischen Bereich), unterschreiten. Die Fahrbahn muss im Bereich der Längsfräsungen abgefräst und mit einer neuen Fahrbahndecke und geeigneter Querneigung zur Entwässerung versehen werden. Haftreibungswechsel zwischen der neuen und der alten Fahrbahndecke müssen im Bereich von problematischen Stellen (Kurven, Knotenpunkte) vermieden werden.

Querfräsungen

Allgemeines
Durch Spurrillen in der Fahrbahn kann das Quergefälle von Straßen (zur Entwässerung) unterbrochen werden. Querrillen als Drainagerillen dienen zur Wasserverdrängung und vermindern die Gefahr von Aquaplaning.

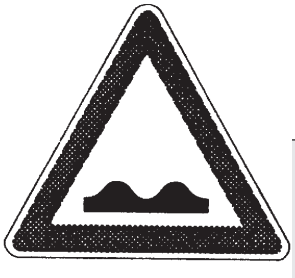
Auswirkung auf das Motorrad
Aufeinander folgende Spurrillen können bei Motorrädern Pendelbewegungen hervorrufen. Hierbei führt das gesamte Motorrad gekoppelte Roll- und Gierschwingungen durch und das Vorderrad neigt zusätzlich zu Lenkschwingungen. Im Extremfall kann es zu Stürzen durch Störungen der Eigenstabilität des Motorrades kommen.

Querfräsungen bewirken Vertikalbewegungen des Motorrades und rufen dadurch Radlaständerungen hervor, die sich negativ auf den Bremsweg und die Seitenführungskräfte auswirken (Vertikaldynamik).

Empfehlungen

Der Bereich von Querfräsungen sollte für Motorradfahrer rechtzeitig zu erkennen sein. Hierzu kann das Zeichen 112 „Unebene Fahrbahn“ der StVO benutzt werden. /93/

Abb. 35: Zeichen 112 „Unebene Fahrbahn“ /80/



Die Fahrbahn sollte im Bereich der Querfräsungen abgefräst und mit einer neuen Fahrbahndecke bei geeigneter Querneigung zur Entwässerung versehen werden. Haftreibungswechsel zwischen der neuen und der anschließenden alten Fahrbahndecke müssen im Bereich von problematischen Stellen (Kurven, Knotenpunkte) vermieden werden.

Verschmutzung der Fahrbahn

Allgemeines

Straßen, die häufig von landwirtschaftlichen oder industriellen Transportfahrzeugen genutzt werden, sind zu bestimmten Zeiten im Jahr oder auch ganzjährig stark verschmutzt. Hinzu kommen jahreszeitlich bedingte Probleme (Laub etc.), die zu extrem rutschigen Fahrbahnen führen können. Starke Regenfälle können Böschungsabtragungen und damit Fahrbahnverschmutzungen (angeschwemmtes Erdreich) bewirken.
Die VwV - StVO zu Zeichen 114 „Schleudergefahr bei Nässe oder Schmutz“ schreibt die Aufstellung des Zeichens bei mangelnder Griffigkeit der Fahrbahn, die trotz angemessener Sorgfalt nicht zu erkennen ist, vor /93/.

Auswirkung auf das Motorrad

Häufig frequentierte Motorradstrecken führen oft durch Wald- oder landwirtschaftlich genutzte Gebiete, die einen hohen, jahreszeitlich wechselnden Verschmutzungsgrad besitzen. Die Verschmutzungen auf der Fahrbahn können zu plötzlich auftretenden Änderungen der Haftreibung zwischen Fahrbahn und Straße (siehe „μ - spot“) führen.

Empfehlungen

Regelmäßige Kontrollen und Reinigungen der Fahrbahn, besonders an/vor den Wochenenden (vgl. hierzu Unfallverteilung nach Wochentagen), sollten auf besonders gefährdeten Straßen (großer Waldbestand, hoher Obstbestand, häufige landwirtschaftliche Benutzung der Fahrbahn o.a.) vorgeschrieben werden. Das jahreszeitlich bedingte Aufstellen des Zeichens 114 der StVO ist an entsprechenden Stellen dringend erforderlich.

Abb.36: Zeichen 114 „Schleudergefahr bei Nässe oder Schmutz“/59/

Bitumen

Allgemeines

Bitumen wird häufig für Ausbesserungsarbeiten benutzt. In den Merkblättern für die Erhaltung von Asphaltstraßen werden Ausbesserungsverfahren unter Verwendung von Bitumen nur für lokal begrenzte Schäden (Nahtschäden, Risse, Fugen) empfohlen (siehe „Fahrbahnausbesserungen“). /71/ Trotzdem werden Ausbesserungen mit Bitumen vielfach großflächig vorgenommen.

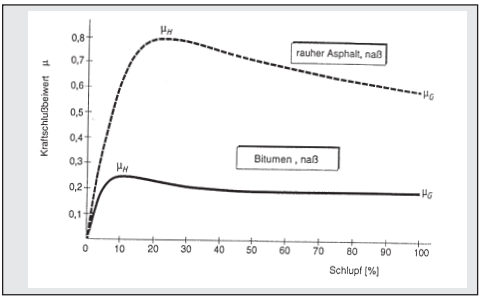
Abb. 37: Großflächige Bitumenausbesserung /88/

Die gespritzte oder geschlämmte Bitumenoberfläche wird mit Brechsand oder Edelsplitt abgestreut und gewalzt, um die geringe Griffigkeit von Bitumen zu verbessern. Die Langzeitbeständigkeit der Oberflächenabstreuung ist aber stark eingeschränkt und die Fahrbahnoberfläche verliert ihre ursprünglich relativ hohe Griffigkeit durch starken Verschleiß und Beanspruchung. Fahrbahnreparaturen unter Verwendung von Bitumen gelten nur als Zwischenlösung.

Auswirkung auf das Motorrad

Bitumen hat einen sehr niedrigen Haftreibungswert, der zudem stark von der Witterung abhängt. Sowohl der maximale Kraftschlussbeiwert (Haftreibwert) als auch der Gleitbeiwert beträgt auf Bitumen nur etwa ein Drittel der „normalen" Asphaltoberfläche (μ=0,8->1,0). Nasser Bitumen besitzt einen Haftreibungswert um μ=0,2, der mit der „Griffigkeit" von Glatteis vergleichbar ist.

Abb.38: Reibwerte auf Asphalt und Bitumen /88/



Auch bei höheren Temperaturen ist die Haftreibung gering, wie Untersuchungen auf Fahrbahnen mit Bitumenausbesserungen ergaben. Schon bei 23 Grad Celsius Außentemperatur besteht eine leichte Verformbarkeit des Materials bei nur geringem Kraftaufwand. /88/ Hohe Temperaturen erzeugen somit ein ähnliches Problem wie die Witterungsbedingung „Nässe".

Für den Motorradfahrer bedeutet dies in der Praxis:

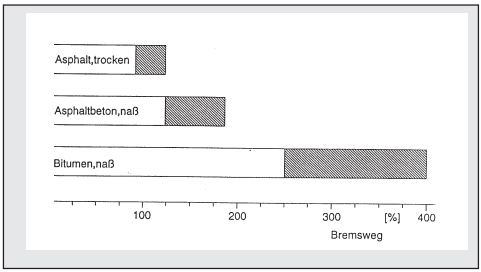
- Die maximale Schräglage beträgt nicht mehr 45 Grad, sondern nur noch ca.15 Grad. Gleichzeitig erhöht sich bei notwendigen Lenk- und Abbremsmanövern das Sturzrisiko.

- Bei einer Geradeausbremsung verlängert sich der Bremsweg um das Zwei- bis Dreifache – auch bei ABS-Motorrädern (vgl. Abb. 39). Durch verminderten Kraftschluss kann

es beim Überfahren einer Bitumenfläche mit geringerem Reibwert zum Blockieren des gebremsten Rades kommen. Ein blockierendes Vorderrad verliert seine Richtung stabilisierende Kreiselkraft und schon ein geringer Lenkeinschlag reicht aus, um das Motorrad zum Sturz zu bringen.

- Eine plötzliche Änderung des Haftreibwerts hat unmittelbaren Einfluss auf die aktuelle Schräglage, die sich ohne direkte Einwirkung des Fahrers ändert. Dadurch kann die Gefahr einer Kollision mit dem Gegenverkehr oder ein Abkommen von der Fahrbahn entstehen. Weil nicht beide Räder gleichzeitig über die Fläche mit vermindertem Reibwert fahren, kommt es zusätzlich noch zu einem Spurversatz des Fahrzeuges, der die Gefahr des Abkommens aus dem eigenen Fahrbahnbereich bedeutet.

Abb. 39: Bremswege von Motorrädern auf verschiedenen Fahrbahndecken /88/



Empfehlungen

Großflächiger Einsatz von Bitumen sollte nach Möglichkeit vermieden werden. Bitumen sollte nur in seinem ursprünglichen Einsatzbereich – z.B. Abdeckung von Fahrbahnsensoren – in verträglichem Ausmaß angewandt werden.

Bei unumgänglichen großflächigen Fahrbahnausbesserungen mit Bitumen sollten Motorradfahrer auf die besonderen Gefahren durch diesen Fahrbahnbelag hingewiesen werden. Die StVO bietet hierbei mit dem Schild 114 (Schleudergefahr), das bei mangelnder Griffigkeit des Straßenbelages bei Nässe aufgestellt werden kann, eine Maßnahme an. Warnschilder wie z.B. „Achtung – Bitumenausbesserungen“ können zusätzliche Aufmerksamkeit erreichen. Bei notwendigen Bitumenausbesserungen in Kurvenbereichen oder bei quer zur Fahrrichtung liegendem Einsatzgebiet sollte eine spezifische, zusätzliche reibwertgleiche Oberfläche verbaut werden oder es ist durch festes Einpressen von Splittkörnern eine Mindesthaftreibung zu gewährleisten. Letzteres

bedarf aber einer regelmäßigen Kontrolle auf Abnutzung der Bitumenoberfläche und deren kontinuierliche Erneuerung.

Rollsplitt

Allgemeines

Rollsplitt wird immer dann angewandt, wenn Bindemittel und Mineralstoffe nicht als Gemisch (Beispiel: Asphalt), sondern nacheinander aufgetragen werden. Diese wirtschaftliche Methode ist vor allem für die Oberflächenbehandlung von bestehenden Straßen üblich (siehe „Ausbesserungen“).

Obwohl der Splitt in das Bindemittel hineingewalzt wird, bleiben nicht alle Körner haften. Erst nach einer einwöchigen Einfahrzeit – der Splitt wird durch den fließenden Verkehr weiter angewalzt – werden die verbliebenen Körner, die keine Verbindung eingegangen sind, abgekehrt.

Auswirkung auf das Motorrad

Rollsplitt verringert die Haftreibung zwischen Reifen und Fahrbahn (siehe „µ-spot“) und erzeugt eine sehr viel geringere Rollreibung. Eine Geschwindigkeitsverringerung des Motorrades führt zu einem instabilen Fahrzustand. Eine Schräglagenfahrt in Kurvenbereichen ist durch die Rollreibung kaum mehr möglich. Beide Fahrzustände können zum Stürzen des Motorradfahrers führen.

Bei der Verwendung von Rollsplitt werden häufig niedrige Geschwindigkeitsbeschränkungen vorgeschrieben. Eine Geschwindigkeit unter 20km/h verhindert bei einspurigen Fahrzeugen das Entstehen von Richtung stabilisierenden Kreiselkräften, der Fahrer muss ständig Lenkkorrekturen oder Gewichtsverlagerungen vornehmen, um nicht umzukippen (Querdynamik).

Ein- und zweispurige Fahrzeuge benutzen auf Fahrbahnen häufig die gleiche Fahrspur (Abb. 40) und erzeugen dadurch Fahrrillen. Bei der Anwendung von Rollsplitt wird dieser nur in den bevorzugten Fahrspuren weiter angewalzt. Hierdurch entstehen auf ausgebesserten Fahrbahnen kurzfristige Haftreibungswechsel, die für Motorräder problematisch sind (siehe „µ-spot“/„Schienenführungseffekt“).

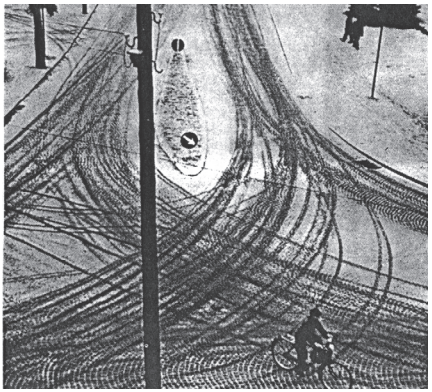


Abb. 78: Beispielhaft – bevorzugte Fahrspuren auf einer verschneiten Straße /51/

Empfehlungen

Bei der Verwendung von Rollsplitt ist eine Geschwindigkeitsbeschränkung möglichst nicht unter 40km/h für Motorräder (stabiler Geschwindigkeitsbereich Motorrad) notwendig und das Gefahrenzeichen für Rollsplitt (StVO) zwingend erforderlich. Die Vorwarnung über den Verbau von Rollsplitt auf der Fahrbahn sollte möglichst frühzeitig, d.h. lange vor dem Beginn der Ausbesserungsfläche mit Entfernungsangabe erfolgen. Für großflächige Ausbesserungen sollten nur Gemische (Asphalt) verwendet werden (siehe „Ausbesserungen“).

5.2.3 Fahrbahnmarkierungen

Dickschichtmarkierung
(erhabene Markierung)

Allgemeines

Dickschichtmarkierungen sind verschleißfest und werden bevorzugt auf Fahrbahnen mit hohem Verkehrsaufkommen verbaut. Sie werden aus Kalt- oder Heißplastikmaterialien oder aus Folien hergestellt und besitzen gute Abriebwerte. Kaltplastikmaterialien haben schlechtere Haftreibungswerte; die Markierung wird vor allem unter Verkehrseinfluss poliert, wodurch der Haftreibungswert sinkt. Heißplastikmaterialien haben bessere Haftreibungswerte durch einen Oberflächenfilm, der durch Bindemittel entsteht.

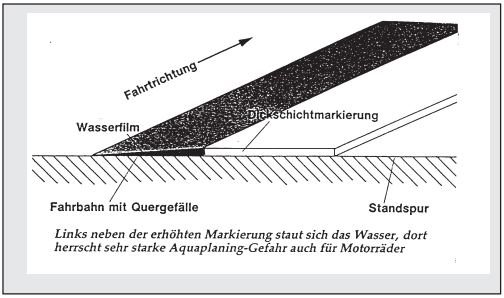
Der Haftreibungswert von Folien ist vergleichbar mit dem von Kaltplastikmaterialien. Nach dem Auftragen auf die Fahrbahn stehen die Markierungen hervor, so dass sich dadurch auch die Geometrie der Fahrbahnoberfläche verändert (Zusätzliche Technische Vorschriften und

Richtlinien für Markierungen auf Straßen, ZTV-M /71/). /17/

Die Verlegungsvorschriften erlauben eine maximale Überhöhung der Fahrbahnoberfläche durch die Markierung von zwei bis drei Millimetern. Füllstoffe, die in die Markierung eingelassen werden, verbessern (je nach Gehalt und Art) das Verschleißverhalten und/oder die Griffigkeit der Schicht.

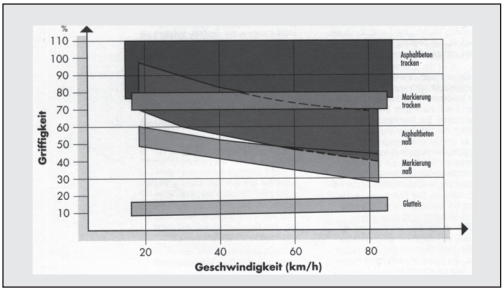
Durch die erhöhte Markierung staut sich das Wasser und kann nicht über die Querneigung der Straße abfließen. Häufig befinden sich hohe Wasserstände neben den Markierungen, die zu Aquaplaning führen können (Abb.41).

Abb. 41: Aquaplaninggefahr durch Dickschichtmarkierungen /97/



Durch Nässe wird der Haftreibungswert von Markierungen noch weiter herabgesetzt (Abb.42).

Abb. 42: Griffigkeitsvergleich von Asphaltbeton und Markierungen /36/



Die Richtlinien für die Markierung von Straßen fordern von Markierungen eine ausreichende Griffigkeit der Oberfläche /32/. Die VwV-StVO schreibt bei Gefahr von Aquaplaning die Aufstellung von Zeichen 274 vor. /93/

Auswirkung auf das Motorrad

Erhabene Markierungen können durch den so genannten Schienenführungseffekt zu gefährlichen Pendelbewegungen und einem ungewollten Lenkimpuls führen. Dieser Effekt beruht darauf, dass der Motorradreifen an der Höhenstufe der Markierung entlang gleitet. Hierdurch wird der Stabilisierungsprozess gestört und das Motorrad beginnt infolge der Zwangsführung zu kippen.

Die Seitenführungskräfte des Reifens steigen so lange an, bis dieser über die Kante der Markierung springt und im nächsten Moment auf der Gegenseite der Markierung mit einem Gegenimpuls wieder auf den Asphalt herab springt. Der dabei quer auf das Motorrad wirkende Impuls erzeugt ein Pendeln. Außerdem kommt es zum Spurversatz des Motorrades, wenn zunächst nur ein Rad über die Markierung springt. /97/

Eine falsche Handlung des Fahrers durch fehlende Erfahrung (z.B. ein Gegenlenken) erzeugt durch Überlagerung von Fahrbahnunebenheit und Lenkbewegung eine verstärkte Pendelanregung und erhöht die Gefahr eines Sturzes.

Die verminderte Haftreibung führt bei starker Bremsung auf den Markierungen durch den geringen Kraftschluss zum Blockieren des Rades. Ein blockierendes Vorderrad verliert seine Richtung stabilisierende Kreiselkraft, und schon ein geringer Lenkeinschlag reicht aus, um das Motorrad zum Sturz zu bringen.

Ein Überfahren der Markierungen in Kurvenbereichen kann einen Spurversatz des entsprechenden Rades hervorrufen, und der Fahrer kann seinen eingeschlagenen Fahrweg nicht mehr beibehalten (Gefahr: Gegenverkehrskollision oder Abkommen von der Fahrbahn).

Empfehlungen

Markierungsaufträge sollten so dünn wie möglich vorgenommen werden, maximal bis 2 Millimeter über der Fahrbahnoberfläche, um die Entstehung des Schienenführungseffektes zu vermeiden. Ebenerdig eingelassene Markierungen (in eingefärbtem Asphalt) vermeiden dieses Problem für Zweiräder bei gleichen Reibwerten.

Dickschichtmarkierungen sollten generell nur aus Heißplastikmaterialien mit geeigneten Füllstoffen hergestellt werden, um eine best mögliche Haftreibung zu erzielen. Auf Verschleiß und Polierung der Oberfläche muss dennoch geachtet werden, und eine Erneuerung sollte sukzessive erfolgen.

Markierungen aus eingefärbtem Asphalt besitzen die gleichen Haftreibungswerte wie die umgebende Fahrbahn und sollten besonders an kritischen Stellen (Kurven, Knotenpunkte) eingesetzt werden, um die Rutschgefahr für Motorradfahrer zu verringern; gleichzeitig kann die Gefährdung durch Aquaplaning vermieden werden.

Dünnschichtmarkierung

Allgemeines

Dünnschichtmarkierungen passen sich der Fahrbahnoberfläche an und bilden keine merkliche Überhöhung. Für dauerhafte Markierungen wird die Farbe mit einem Pinsel oder einer Rolle aufgetragen. In Baustellenbereichen werden verstärkte Kunststofffolien benutzt, die schnell zu verlegen und leicht wieder abzuziehen sind (bei starker Abnutzung sinkt der Haftreibungswert dieser Folien ab).

Dünnschichtmarkierungen haben einen höheren Haftreibungswert als Dickschichtmarkierungen, da durch den dünnen Farbauftrag das Oberflächenprofil der Fahrbahn aus der Markierung herausragt und so deren Griffigkeit verbessert (Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für Markierungen auf Straßen, ZTV-M /83/).

Auswirkung auf das Motorrad

Dünnschichtmarkierungen haben einen höheren Haftreibungswert als Dickschichtmarkierungen; dennoch kommt es zu Beeinträchtigungen der Griffigkeit gegenüber den Stellen auf der Fahrbahn, auf denen keine Markierungen vorhanden sind. Die unterschiedliche Griffigkeit führt zu ähnlichen, wenn auch nicht so gravierenden Schwierigkeiten wie bei der Dickschichtmarkierung.

Empfehlungen

Grundsätzlich sollte bei Markierungen auf der Fahrbahn eingefärbter Asphalt bevorzugt werden, der die gleichen Haftreibungs- und Abriebwerte wie die umgebende Fahrbahn besitzt. Dünnschichtmarkierungen haben entweder provisorischen Charakter (Baustellen),

oder sie müssen gegebenenfalls flexibel sein (Abbiegestreifen, Leitlinien), so dass bei einer unumgänglichen Benutzung von Dünnschichtmarkierungen durch Beschilderung auf die Rutschgefahr hingewiesen werden sollte.

Markierungsknopf

Allgemeines

Markierungsknöpfe werden hauptsächlich an Baustellen eingesetzt. Sie dürfen 15 Millimeter hoch sein, wenn sie keine Reflektoren tragen; ansonsten sind 25 Millimeter Höhe bei 120 Millimetern Durchmesser erlaubt (Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für Markierungen auf Straßen, ZTV-M). /83/

Auswirkung auf das Motorrad

In engen Reihen verlegte Markierungsknöpfe können zu gefährlichen Pendelbewegungen und Lenkerimpuls durch den Schienenführungseffekt führen. Dieser Effekt erzeugt einen Destabilisierungsprozess am einspurigen Fahrzeug und das Motorrad beginnt infolge der Zwangsführung zu kippen. Die Seitenführungskräfte steigen am Reifen so lange an, bis er über die Kante der Markierungsknöpfe springt und im nächsten Moment auf der Gegenseite der Markierungsknöpfe mit einem Gegenimpuls wieder auf den Asphalt herab springt.

Der dabei quer auf das Motorrad wirkende Impuls erzeugt ein Pendeln. Dabei kommt es zum Spurversatz des Motorrades, wenn zunächst nur ein Rad überspringt. Ein Gegenlenken des Fahrers erzeugt durch Überlagerung von Fahrbahnunebenheit und Lenkbewegung eine verstärkte Pendelanregung und kann zu einem Sturz führen. /92/

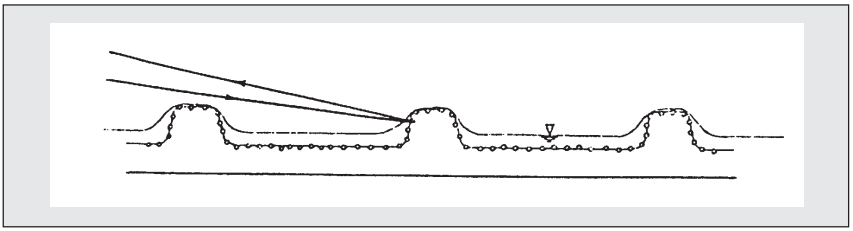
Empfehlungen

Markierungsknöpfe dürfen nicht zu eng verlegt werden, um den Schienenführungseffekt zu vermeiden. Damit das Motorrad durch die gleichmäßige Verteilung der Markierungsknöpfe nicht zu Schwingungen angeregt wird, sollte der Längsabstand nach dem Zufallsprinzip ungleich groß gewählt werden. /92/

Allgemeines

Bei profilierten Markierungen (max. 5mm dick) ragen erhabene Profilteile (eingestreute Glasperlen, maximale Höhe 8mm von der Fahrbahnoberkante) bei Regen aus dem Wasserfilm nach oben heraus und sichern bei Nacht durch die Reflexion des einfallenden Scheinwerferlichts die Erkennbarkeit der Markierung (Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für Markierungen auf Straßen, ZTV-M /83/).

Abb. 43: Reflexion einfallender Lichtstrahlen (Scheinwerferlicht) bei Wasserfilm durch eingestreute Glasperlen /7/



Auswirkung auf das Motorrad

Eine Verschlechterung des Haftreibungswertes ist nicht bekannt und wird eventuell durch die eingestreuten Glasperlen ausgeglichen./7/ Es besteht aber die Gefahr eines Schienenführungseffektes des einspurigen Fahrzeugs (siehe „Dickschichtmarkierungen“) und einer Abnutzung der Griffigkeit der Oberfläche.

Empfehlungen

Siehe „Dickschichtmarkierungen“

5.3 Verkehrstechnische Maßnahmen zum Geschwindigkeitsverhalten

5.3.1 Entwurfs- und Bemessungsgeschwindigkeit

Allgemeines

Die Richtlinien für die Anlage von Straßen (Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Linienführung und Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Querschnitte) unterteilen Straßen in 5 Kategoriengruppen mit insgesamt 14 Straßenkategorien. /41/

Für die Außerortsstraßen sind die Kategoriengruppen A und B zutreffend:

Kategorie A umfasst großräumige regionale, zwischengemeindliche und Flächen erschließende Verbindungsstraßen außerhalb bebauter Gebiete. Bei zweistreifigen Straßen ist die Höchstgeschwindigkeit in der Regel auf 100km/h und bei zweibahnigen Straßen nicht beschränkt (hier gilt teilweise eine Richtgeschwindigkeit von 120km/h).

Kategorie B enthält anbaufreie Schnell- und Hauptverkehrsstraßen und Hauptsammelstraßen innerhalb bebauter Gebiete und im Übergangsbereich zwischen städtischen und ländlichen Gebieten. Ihre Höchstgeschwindigkeit ist in der Regel auf 50 bis 80km/h beschränkt. Für die geometrischen Bemessungen einzelner Entwurfselemente des Lageplans, des Höhenplans und des Querschnitts ist der Wert der V85-Geschwindigkeit als Bemessungsgeschwindigkeit bestimmend. Er entspricht bei Straßen der Kategoriengruppe A der Geschwindigkeit, die 85% der unbehindert fahrenden Pkw auf sauberer, nasser Fahrbahn nicht überschreiten.

Für Straßen der Kategoriengruppe B und C entspricht die Geschwindigkeit V85 der zulässigen Höchstgeschwindigkeit und somit auch der Entwurfsgeschwindigkeit (V85 = zulV = Ve). Mit dem V85-Wert werden die erforderlichen Haltesichtweiten (und damit die Kuppenmindesthalbmesser), die Querneigungen in Kurven und die Mindestradien bei negativer Querneigung bestimmt.

Auswirkung auf das Motorrad

Nicht angepasste Geschwindigkeit bildet bei Motorradunfällen die häufigste Unfallursache (vgl. hierzu Unfallursachen), wie dies auch bei anderen Fahrzeugklassen der Fall ist. Da die geometrischen Bemessungen eines Straßenverlaufs für die Bemessungsgeschwindigkeit (siehe „Kuppen“) entscheidend ist, können nur geschwindigkeitsreduzierende Maßnahmen zu einer Senkung der oben angegebenen Unfallursache bei allen Fahrzeugklassen führen (VwV-StVO zu Zeichen 274). /80/

Die Bedeutung der richtigen Einschätzung der Kurvengeschwindigkeit muss für den Motorradfahrer schon vor der Einfahrt in den Kurvenbereich gewährleistet sein, da die sonst erhöhte Eingangsgeschwindigkeit

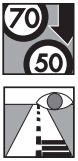
zu einem Verlust der Kontrolle über das Fahrzeug führen kann.

Empfehlungen
Bei allen Maßnahmen müssen sinnvolle Geschwindigkeitsgebote eingesetzt werden, die sich auf die kritischen Gefahrenbereiche beschränken und für den Fahrer nachvollziehbar sind. Die Geschwindigkeitsbegrenzung sollte generell für alle Fahrzeugklassen und nicht allein für das Zweirad ausgewiesen werden (keine Sonderstellung), so dass ein inhomogener Verkehrsfluss vermieden wird.

Geschwindigkeitsbeschränkungen sollen so weit vor der Gefahrenstelle vorgenommen werden, dass der Fahrzeugführer auch bei geringer Sichtweite seine Geschwindigkeit noch rechtzeitig verringern kann (VwV-StVO zu Zeichen 274, III). /93/

Die Verwendung verschiedener Beläge - evtl. auch in geringem Maß über dem Fahrbahnniveau bei gleicher Griffigkeit - kann eine akustische oder sensitive Wirkung erzeugen (siehe „µ-spot"/„Fahrbahnunebenheiten"). Ein Gewöhnungsprozess bei oftmaliger Nutzung des Straßenabschnitts ist sichtbar.

5.3.2 Optisch wirkende Maßnahmen



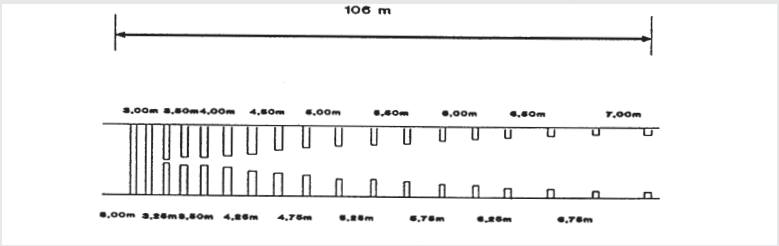
Flimmerbremse

Eine Maßnahme, die für den Motorradfahrer ungefährlich erscheint, ist die so genannte „Flimmerbremse" vor dem Kurveneingang. Eine Folge von Quermarkierungen mit zum Endpunkt der Fahrtrichtung abnehmenden Abständen vermittelt dem Fahrer den Eindruck einer Beschleunigung seines Fahrzeugs.

Voll querende Balkenmarkierungen als Oberflächenmarkierungen sollten – für den Fall einer nassen Fahrbahn und damit verbundener, nachlassender Reifenhaftung – für 50cm je Fahrstreifen unterbrochen werden (siehe „Dickschichtmarkierungen" und „Dünnschichtmarkierungen"), um mit dem verbleibendem griffigem Asphaltstreifen eine potenzielle Sturzgefahr zu reduzieren. Nur die letzten Markierungen sollten den vollen Straßenquerschnitt nutzen (Abb. 44).

Eine gleichartig positive Wirkung wird in der dichten Folge schmaler Streifen anstelle eines Balkens gesehen, die ebenfalls unterbrochen sein müssen. Die Flimmerbremse muss vor der Kurve abgeschlossen sein, da der Bremsvorgang des Krades vor der Kurveneinfahrt beendet sein muss, um ein gefahrloses Einfahren mit angepasster Geschwindigkeit zu erlauben (vgl. hierzu „Bremsen"). /68/ Auch in diesem Fall ist der Einsatz von farbigem, ebenerdigem Asphalt mit gleichen Haftreibungswerten für den Motorradfahrer zwingend notwendig.

Abb. 44: Unterbrochene Flimmerbremse



Optische Verengungen

Im Interesse der Geschwindigkeitsdämpfung sind bauliche Querschnittsveränderungen an kritischen Stellen der Motorradstrecken in Form einer optischen Verengung einsetzbar, obwohl der geringe Raumbedarf des einspurigen Motorrads hinderlich wirken kann. Bei griffigkeitsgleichen Markierungen (siehe „Dickschichtmarkierungen", „Dünnschichtmarkierungen" und „µ-spot") ist zu beachten, dass die Breite des Seitenstreifens 1,5m nicht überschreitet, weil möglicherweise eine Erhöhung der gefahrenen Geschwindigkeit die Folge wäre.

Diese Problematik kann bei Mischverkehr mit der Anlage von separaten Rad- und Fußwegen gelöst werden. Ein Konzept, das in Gebieten mit zunehmendem Freizeitverkehr sinnvoll erscheint.

Eine optische Verengung kann auch durch zusätzliche vertikale Bepflanzung erfolgen, die eine abwechslungsreiche Umfeldgestaltung gestattet (siehe „Randbebauung"). Die dadurch entstehende Torwirkung vermittelt dem Fahrer den Eindruck eines sich verengenden Fahrraumes. Geschwindigkeit dämpfende Wirkungen sind allerdings

nur an Strecken ohne dichten Baumbestand zu erwarten, da sonst die psychologische Wirkung auf das Fahrverhalten aufgehoben würde.

Geschwindigkeit reduzierende Beschilderungen im Strecken begleitenden Bereich (Geschwindigkeitsbegrenzungen nach der VwV-StVO) werden vorwiegend außerhalb des Fahrbahnraums angebracht.

Ausgehend von wahrnehmungsphysiologischen Untersuchungen, nach denen sich Motorradfahrer vornehmlich am vorderen nahen Sichtbereich orientieren (vgl. hierzu Fahrerspezifisches Sehverhalten), bieten sich im Asphalt eingefärbte Fahrbahnbeschriftungen der zulässigen Höchstgeschwindigkeit an. Ebenerdige Asphalteinfärbungen in auffälligen Farben bieten homogene Griffigkeitsverhältnisse bei allgemein besserer Informationsakzeptanz durch die Motorradfahrer.

Als weitere mögliche Beschilderung mit positiven Einflüssen auf das Fahrerverhalten vor Kurven bietet sich die „3er"-Beschilderung an. Mehreren Untersuchungen zufolge bewirkt die Reihenfolge „Kurvenzeichen – Beschränkung der Höchstgeschwindigkeit – Richtungstafel" eine spürbare Verringerung der Fahrgeschwindigkeiten. /11/

5.3.3 Geschwindigkeitskontrollen

Geschwindigkeitskontrollen, die gelegentlich durchgeführt werden, sind nur kurzfristig effektiv und haben keine langfristige Wirksamkeit. Sie sollten offen, d.h. mit einer Vorankündigung durchgeführt werden, um nicht einen rein sanktionierenden Charakter zu besitzen.

Bei fehlender kontinuierlicher Überwachungsmöglichkeit durch Personalmangel der Polizeibehörden bieten sich verschiedene Arten der Geschwindigkeitskontrolle an:

- Fest installierte Geschwindigkeitskontrollen, die durch Detektoren in der Fahrbahn betrieben werden. Bei diesen Einzelanlagen besteht die Möglichkeit, dass von den Fahrzeuglenkern Geschwindigkeitsrückgänge nur in einem eng begrenzten Raum vor und hinter der Anlage vorgenommen werden. Diese Art der Geschwindigkeitskontrolle bietet sich nur in der direkten Nähe zu möglichen Gefahrenstellen an.

- Fest installierte Radaranlagen mit wechselnden Standorten. Auch diese werden mittels Detektoren in der Fahrbahn betrieben, die Kamera wird aber wechselweise in mehrere Gehäuse eingebaut, so dass der Fahrzeugführer nicht weiß, welche Anlage gerade in Betrieb ist (Placebo-Effekt). Durch den konsequenten Betrieb einer solchen Anlage lässt sich auch eine flächenhafte Beeinflussung des Geschwindigkeitsverhaltens erreichen. /80/

Darüber hinaus kann eine Beschilderung „Vermehrte Radarkontrollen auf diesem Straßenabschnitt“ angebracht werden, die Geschwindigkeit mindernd auf das Fahrverhalten wirken kann.

5.3.4 Signaltechnische Maßnahmen

Bei einigen Motorradstrecken bietet sich der Einsatz von Signalanlagen mit Festzeitsteuerung entsprechend einer Engstellensignalisierung an. Ziel dieser Signalisierung ist die Unterbrechung des Fahrflusses. Vorhandene Unfallschwerpunkte werden als Engstelle mit wechselseitiger Freigabe jeweils nur für eine Fahrtrichtung umgestaltet.

Aus dem finanziell aufwändigeren signaltechnischen Bereich stammt die Schaltung „Alles-Rot-für-sofort-Grün“, die so ausgelegt ist, dass der Fahrer grundsätzlich auf eine rote Ampel zufährt und durch eine Induktionsschleife einen Anforderungsimpuls auslöst, der die Freigabe seiner Fahrtrichtung erwirkt.

Die Verzögerung zwischen Anforderungsimpuls und Freigabe der Fahrtrichtung kann so gewählt werden, dass ein Fahrzeug nur mit einer vorgegebenen Maximalgeschwindigkeit bei Grünbeginn an der Signalanlage eintrifft, andernfalls zeigt die Signalanlage noch „Rot“. Bei unsymmetrischer Richtungsbelastung ist eine Fahrtrichtung „Dauergrün“ geschaltet, und nur auf Anforderung des Gegenverkehrs bzw. Überschreiten der kritischen Geschwindigkeit erfolgt die Rot-Schaltung.

Die aufwändige Signaltechnik wird jedoch aus finanziellen Gründen auf den Motorradstrecken nur selten realisierbar sein. Trotzdem muss für eine allgemeine Verkehrslenkung des zunehmenden Frei-

zeit- und Ausflugsverkehrs auf landschaftlich reizvollen Außerortsstraßen diese Möglichkeit verstärkt in die Überlegungen zur Geschwindigkeitsreduzierung einbezogen werden.

6. Literatur

1. Albus, C.: Bewertung von Maßnahmen zur Steigerung der aktiven Sicherheit von Motorrädern. In: VDI-Berichte Nr. 1025, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1993.

2. Appel, A. u.a.: Epidemiologie von Unfällen motorisierter Zweiradfahrer in der Bundesrepublik Deutschland - Sicherheitsaspekte. In: Der Motorradunfall: Beschreibung, Analyse, Prävention. Institut für Zweiradsicherheit e.V. Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven, 1986. (Forschungshefte Zweiradsicherheit; 3).

3. Arand, W.: Asphalt bei Wärme und Kälte / Wolfgang Arand. In: ISE-Festschrift (1981-1991) / E. U. Hiersche (Mitarb.). - Karlsruhe: ISE, 1992. - S. 117-138.

4. Arand, W.; Lorenzl, H.: Einfluß der Bitumenhärte auf das Ermüdungsverhalten von Asphaltbefestigungen unterschiedlicher Dicke in Abhängigkeit von der Tragfähigkeit der Unterlage, der Verkehrsbelastung und der Temperatur / Wolfgang Arand; Holge Lorenzl. - Bundesminister für Verkehr. - Bonn,1994. - 40 S. - (Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik; 696).

5. Aulhorn, E.: Grundzüge der Physiologie des Fahrerauges. In: Verkehrssicherheit auf Landstraßen; Straßenbau, Verkehrstechnik und Verkehrssicherheit Heft 15, Kirschbaum, Bonn-Bad Godesberg 1970.

6. Bayer, B.: Das Pendeln und Flattern von Krafträdern. Institut für Zweiradsicherheit. Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven, 1986 (Forschungshefte Zweiradsicherheit 4).

7. Bayer, B.; Neis, H.: Über den Einfluß von profilierten Fahrbahnmarkierungen auf die Fahrstabilität von Motorrädern. In: Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik, 25 (1987) 11.

8. Befragungsergebnisse einer Studienarbeit - unveröffentlicht.

9. Bönsch, H.W.: Einführung in die Motorradtechnik. Motorbuch Verlag Stuttgart, 1986.

10. Brailly, M.C.: Studie von Motorradunfällen mit Stahlleitplankenanprall / Marie C. Brailly. In: Sicherheit Umwelt Zukunft II. Tagungsband der 2. Internationalen Motorradkonferenz 1998 / Reiner Brendicke (Hrsg.). Institut für Zweiradsicherheit. - Essen: ifz, 1998. - S. 387-401. - (Forschungshefte Zweiradsicherheit; 8).

11. Brendicke, R.: Problemstrecken für Motorradfahrer - Ergebnisse eines interdisziplinären Forschungsprojektes. In: VDI-Berichte Nr. 1025, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1993 - Basis: Forschungsprojekt 8725 der Bundesanstalt für Straßenwesen: Maßnahmen zur Entschärfung von Problemstrecken für Motorradfahrer. Vorgelegt vom Institut für Zweiradsicherheit, Bochum, 1993, unveröffentlicht.

12. Breuer, B.: Motorräder. Skriptum Vorlesung, 1985.

13. Brilon, W; Struwe, B.: Kreisverkehrsplätze: die Wiederentdeckung einer vernachlässigten Knotenpunktform. In: Rubin (1992) 2.

14. Bundesanstalt für Straßenwesen: Technische Lieferbedingungen für Stahlschutzplanken an Bundesfernstraßen. Köln, 1972.

15. Bundesanstalt für Straßenwesen: Technische Lieferbedingungen für Schutzplanken-Pfostenummantelungen, TL-SPU 91, Entwurf. - Bergisch Gladbach, 1991.

16. Bürkle, H.; Berg, A.F.: Anprallversuche mit Motorrädern an passiven Schutzeinrichtungen / Heiko Bürkle; F. Alexander Berg. - Bundesanstalt für Straßenwesen. - Bremerhaven: Wirtschaftsverlag, 2001. - 104 S. - (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen; Verkehrstechnik; V 90).

17. Charakteristische Eigenschaften von Straßendecken / OECD-Bericht, 1985. (Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik; 446).

18. Cohen, A.S.: Blickverhalten und Informationsaufnahme von Kraftfahrern. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen, 1987 (Forschungsberichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bereich Unfallforschung; 168).

19. Cohen, A.S.: Einflußgrößen auf das nutzbare Sehfeld. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen, 1984 (Forschungsberichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bereich Unfallforschung; 100).

20. Cohen, A.S.; Zwahlen, H.T.: Blicktechnik in Kurven: wiss. Gutachten. Bern: Schweiz. Beratungsstelle für Unfallverhütung, 1989 (bfu-report; 13)

21. Cornell, J.: Every barrier has a beginning and an end / Joan Cornell. - 35 S. In: Road Safety in Europe <1996, Birmingham>: Proceedings of the Conference Road Safety in Europe, Birmingham, United Kingdom, September 9-11, 1996. - Linköping: VTI, 1996. - Part 1-4. - S. 103-137

22. Dames, J.; Lindner, J.; Huschek, S.: Untersuchungen über den Einfluß unterschiedlicher Mineralstoffe auf das Gebrauchsverhalten von Asphaltdeckschichten hinsichtlich Griffigkeit, Querebenheit und Reifengeräuschen / Jürgen Dames; Siegfried Huschek; Joachim Lindner. - Bundesminister für Verkehr. - Bonn, 1997.- 96 S. - (Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik; 754).

23. Danner, M.; Langwieder, K.; Sporner, A.: Unfälle motorisierter Zweiradfahrer: Sicherheitserhöhung durch techn. Maßnahmen aus d. Kenntnis d. realen Unfallgeschehens. In: Der Motorradunfall: Beschreibung, Analyse, Prävention. Institut für Zweiradsicherheit. Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven, 1986 (Forschungshefte Zweiradsicherheit; 3).

24. Der Körperanprall gegen Schutzplanken beim Verkehrsunfall motorisierter Zweiräder / Schüler F. et. al. - Institut für Zweiradsicherheit. Forschungshefte Zweiradsicherheit - Nr.2).

25. Dilling, J.: Fahrverhalten von Kraftfahrzeugen auf kurvigen Strecken.- 1973.– (Straßenbau und Straßenverkehrstechnik; 151).

26. Domhan, M.: Passive Sicherheit von Schutzplanken beim Anprall von Motorradaufsassen. In: Passive Sicherheit für Zweiradfahrer: Referate des 2. Bochumer Workshops für Zweiradsicherheit. Institut für Zweiradsicherheit, Bochum, 1987 (Forschungshefte Zweiradsicherheit; 5).

27. Domhan, M.; Hartkopf, G.: Erprobung passiver Schutzeinrichtungen für Straßen / M. Domhan; G. Hartkopf. Die Beeinflussung des Nachtfahrverhaltens durch die Voranzeige des Straßenverlaufs mit Hilfe von Straßenrandmarkierungen / G.Grimm; C. Graf Hoyos. Bonn/Bad Godesberg: Bundesminister für Verkehr, Abt. Straßenbau, 1981 (Forschung Straßenbau und Verkehrstechnik; 336).

28. Drift, R.J.M.v.d.; Verweij, C.A.: Step barrier: A step towards improved roadside safety / Rien J.M. van der Drift; C. Alfred Verweij. - 13 S. In: Road Safety in Europe <1996, Birmingham>: Proceedings of the Conference Road Safety in Europe, Birmingham, United Kingdom, September 9-11, 1996. - Linköping: VTI, 1996. - Part 1-4. - S. 71-83.

29. Durth, W.; Wolff, N.: Überprüfung der Realisationstrassierung bei Straßen der Kategoriengruppe B. Bonn: Bundesminister für Verkehr, 1988. (Forschung Straßenbau und Verkehrstechnik; 540).

30. Ellmers, U.: Motorradanprallversuche an passive Schutzeinrichtungen / Uwe Ellmers. In: Sicherheit Umwelt Zukunft II. Tagungsband der 2. Inter-

nationalen Motorradkonferenz 1998 / Reiner Brendicke (Hrsg.). Institut für Zweiradsicherheit. - Essen: ifz, 1998. - S. 375-384. - (Forschungshefte Zweiradsicherheit; 8).

31. Ellmers, U.: Verbesserung der Sicherheit für Motorradfahrer durch Ummantelung der Schutzplankenpfosten. In: VDI-Berichte Nr.1159, VDI-Verlag, Düsseldorf 1994.

32. Elvik, R.: The safety value of guardrails and crash cushions: A meta-analysis of evidence from evaluation studies / Rune Elvik. In: Accident Analysis & Prevention 27(1995)4. - S. 523-549.

33. Engels, K.: Analyse des Unfallgeschehens mit motorisierten Zweirädern auf der Basis des von der Polizei erhobenen Unfalldatenmaterials. In: Der Motorradunfall: Beschreibung, Analyse, Prävention. Institut für Zweiradsicherheit. Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven, 1986 (Forschungshefte Zweiradsicherheit; 3).

34. Essers, U.; Haken, K.L.; Wolf, A.: Einfluß der Straßenoberfläche auf die Fahrsicherheit bei Nässe / U. Essers; K.L. Haken; A. Wolf [Nur Kopie vorhanden]. In: Reifen, Fahrwerk, Fahrbahn: Tagung Hannover, 24. bis 25. Sept. 1987 / VDI-Ges. Fahrzeugtechnik. - Düsseldorf: VDI-Verl., 1987. - S. 29-61. - (VDI-Berichte; 650).

35. Fahrbahnmarkierung / Hrsg.: Informationszentrum Raum u. Bau d. Fraunhofer-Ges. (IRB). Red. Bearb.: Herbert Fritsch. IRB-Verlag, Stuttgart 1986. (IRB-Literaturauslese; 678).

36. Falk, G.; Stern, W.: Motorrad-Sicherheitstraining. Hrsg.: Deutscher Verkehrssicherheitsrat. Neue Presse, Coburg 1992.

37. Final report of the motorcyclists & crash barriers project: Final report of the motorcyclists & crash barriers project / The federation of european motorcyclists´ associations (FEMA). In: International Motorcycle Safety Conference <2001, Orlando>: The Human Element: 2001 International Motorcycle Safety Conference, Orlando, Florida, USA, March 1-4, 2001; proceedings / hosted by the Motorcycle Safety Foundation; Institut für Zweiradsicherheit (Mitarb.). - Irvine, Calif., 2001.

38. Fleisch, J.; Bartz, R.: Eignung überdeckter Fugen mit Querkraftübertragung / Jürgen Fleisch; Rita Bartz. - Bundesanstalt für Straßenwesen. - Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW, 1993. - 72 S. - (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen: Straßenbau; S 6). [Bericht zum Forschungsprojekt 90303: Wirksamkeit und Haltbarkeit überdeckter Fugen mit Querkraftübertragung].

39. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V.: RAS-K (Planungsfreie Knotenpunkte). Köln 1988.

40. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V.: RASK2 (Knotenpunkte). Köln 1976.

41. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V.: RAS-L (Räumliche Linienführung). Köln 1988.

42. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V.: RAS-Q (Querschnitte). Köln 1982.

43. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V.: Richtlinien für passive Schutzeinrichtungen an Straßen. Köln 82/89.

44. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V.: Richtlinien für die Markierung von Straßen (RMS). Köln 1980.

45. Fritzsche, H.: Einige Gefahrenquellen für Zweiradfahrer durch den heutigen autogerechten Straßenbau / Helmut Fritzsche. - Dortmund, 1981. - 3 Bl.; 3 Fotos Enth.: 4 Informationsblätter vom ADFC.

46. Fuchs, F.: New trends in the construction of nonskid road surfacings and median safety barriers in Belgium / F. Fuchs. In: The Second International Conference on New Ways for Improved Road Safety and Quality of Life: October 7-10, 1991, Tel-Aviv of Hilton Hotel, Israel; Proceedings / Ed.: A.S. Hakkert (u.a.). The Technion, Israel Institute Technology. Israel National Council for the Prevention of Accidents. - Haifa, 1991. - S. 185-189.

47. Grandel, J.; Schaper, D.: Der Schutzhelm als passives Sicherheitselement. Anforderungen an künftige Entwicklungen aus der Sicht der Unfallforschung. In: Passive Sicherheit für Zweiradfahrer. Institut für Zweiradsicherheit, Bochum 1987 (Forschungshefte Zweiradsicherheit; 5).

48. Grimm, H.G.: Wahrnehmungsbedingungen und sicheres Verhalten im Straßenverkehr. - Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen, 1988. (Forschungsberichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bereich Unfallforschung; 176).

49. Hackenberg, U.; Dreyer, A.: Das Zusammenwirken von Mensch und Kraftrad im Hinblick auf die aktive Sicherheit. In: VDI-Berichte Nr. 577, VDI-Verlag, Düsseldorf 1986.

50. Hanke, H.: Auswirkungen der Trassierung auf die Verkehrssicherheit - Möglichkeiten zur Erhöhung der Sicherheit / VSVI-Journal, Ausgabe 1/ 95.

51. Helling, J.: Krafträder. Schriftreihe Automobiltechnik, 1985.

52. Herring, H.E.: Rillen in Fahrbahndecken zur Erhöhung der Verkehrssicherheit / Heinrich E. Herring. - 27 S. In: ISE-Festschrift (1981-1991) / E. U. Hiersche (Mitarb.) . - Karlsruhe: ISE, 1992. - 89-115 S.

53. Hiersche, E.U.: Einfluß der Sichtverhältnisse auf den Verkehrsablauf. In: Verkehrssicherheit auf Landstraßen; Straßenbau, Verkehrstechnik und Verkehrssicherheit Heft 15, Kirschbaum, Bonn-Bad Godesberg.

54. Hiersche, E.U.: Straßenbau, Geräusche und Fahrsicherheit bei Nässe / E.-U. Hiersche [Nur Kopie vorhanden] In: Reifen, Fahrwerk, Fahrbahn: Tagung Hannover, 24. bis 25. Sept. 1987 / VDI-Ges. Fahrzeugtechnik. - Düsseldorf: VDI-Verl., 1987. - S. 63-78. - (VDI-Berichte; 650)

55. Hinweise für die Anwendung von Fahrbahnmarkierungen mit erhöhter Nachtsichtbarkeit bei Nässe / Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Verkehrsführung u. Verkehrssicherheit. - Ausg. 1990. - Köln: Hrsg., 1990. - 13 S. - (FGSV; 353).

56. Hoffmann, G.; Slapa, R.: Bewertung der Lichtsignalsteuerung mit Hilfe der Verkehrskonflikttechnik. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen, 1986. (Forschungsberichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bereich Unfallforschung; 139).

57. Hofmann-Grüneberg, F.: Vorprogrammierte Unfälle: Straßenbauer nehmen bei ihren Planungen keine Rücksicht auf die Motorradfahrer. In: Motorrad, Reisen und Sport, 9/1985.

58. Huber, G.; Lehmann, M.; Keul, J.: Veränderungen der Herzfrequenz und der Stoffwechselparameter beim Langzeitmotorradfahren und Motorradbergrennen. In: Der Motorradunfall - Beschreibung, Analyse, Prävention. Institut für Zweiradsicherheit. Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven, 1986 (Forschungshefte Zweiradsicherheit 3).

59. Huguenin, R.D.: Zur Problematik von Risikokompensationstheorien in der Verkehrspsychologie. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 28 (1982) 4.

60. Institut für Rechtsmedizin der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg: Biomechanische Versuche hinsichtlich des passiven Unfallschutzes von

Aufsassen motorisierter Zweiradfahrzeuge beim Anprall gegen Schutzplankenpfosten: Untersuchungsbericht. Heidelberg 1985.

61. Institut für Zweiradsicherheit: Informationsschrift zum Thema „Fahrbahnmarkierungen". - Bochum 1988.

62. Klöckner, R.; Ellmers, U.: Anprall von Motorradfahrern an Schutzeinrichtungen / Heurts des motocycles contre les disposifis de retenue / Ralf Klöckner; Uwe Ellmers. In: Sicherheit Umwelt Zukunft IV. Tagungsband der 4. Internationalen Motorradkonferenz 2002 / Elmar Forke (Hrsg.). Institut für Zweiradsicherheit. - Essen: ifz, 2002. - S. 445-454.

63. Koch, H. Brendicke, R.: Zum Stand der Motorradunfallforschung und Sicherheitsentwicklung. In: VDI Bericht Nr. 779. - 3. Fachtagung Motorrad, Darmstadt-Düsseldorf 1989.

64. Koch, H.: Die Lust am Motorrad: Fahrmotive u. Erlebnisformen gestern u. heute; Einf. d. Hrsg. zu Teil 1. In: Motorradfahren: Faszination u. Restriktion. Institut für Zweiradsicherheit, Bochum 1990. (Forschungshefte Zweiradsicherheit; 6).

65. Koch, H.; Brendicke, R.: Motorcycle Accidents with guard rails. In: Proceedings of Road Safety in Europe .- Gothenburg, Sweden 1989.

66. Kraftfahrtechnisches Taschenbuch; Robert Bosch GmbH. VDI-Verlag, Düsseldorf.

67. Krebs, H.G.; Damianoff, N.: Geschwindigkeitsverhalten bei Gefahrenzeichen, in Kurven und an Stellen mit Geschwindigkeitsbeschränkung. Bonn-Bad Godesberg: Bundesminister für Verkehr, Abt. Straßenverkehr, 1983. - (Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik; 380).

68. Lamm, R.; Kupka, P.: Der Einfluß von Quermarkierungen auf das Fahrverhalten der Kraftfahrer „Optische Bremse". 1977. - (Schriftenreihe des hessischen Ministers für Wirtschaft und Technik).

69. Lorenz, H.: Trassierung und Gestaltung von Strassen und Autobahnen. Bauverlag, Wiesbaden und Berlin 1971.

70. Mergelkuhl, P.: Behörden sollten jetzt nicht mehr zögern - endlich: Norm für Leitplankenprotektoren. In: Motorradfahrer 1/1994.

71. Merkblatt für die Erhaltung von Asphaltstraßen, Teil: Allgemeine Ausführungen, Ausgabe 1983. Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen, Köln.

72. Merkblatt für Schutzplanken und Blendschutzzäune. Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen. Köln, 1974.

73. Meyer-Gramcko, F.: Wahrnehmen und Schätzen von Geschwindigkeiten. In: Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik, 6/1990.

74. Mortimer, R.G. u.a.: Comparison of Eye Fixations of Operators of Motorcycles and Automobiles. In: Automotive Engineering Congress and Exposition. Detroit, 1975 (SAE Technical paper series; 750363).

75. Motorcycle and Safety Barrier Crash-Testing: Feasibility Study / Chantel Duncan [u.a.]. Centre for Accident Research and Road Safety - Canberra: Australian Transport Safety Bureau (ATSB), 2000. - 55 S. (Report; CR 201).

76. Nagayama, Yasuhisa, (u.a.): Motorcyclists visual scanning pattern in comparison with automobile drivers'. In: Society of Automotive Engineers. Warrendale, Pa., 1979 (SAE Technical paper series; 790262).

77. Nikolaus, H.: Aktiver und passiver Unfallschutz für Motorradfahrer / Helmut Nikolaus. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit 47(2001)3. - S. 132-136.

78. Offenporige Asphaltdeckschichten auf Außerortsstraßen / Projektgruppe „Lärmmindernde Straßendecken". - Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW, 1996. - 26 S. - (Bundesanstalt für Straßenwesen: Straßenbau; S 12).

79. Otte, D. et al: Quantification of protective effects of special synthetic protector in clothing for motorcyclists.– In: Proceedings of the 20th Intern. IRCOBI Conference.- Bron/France 1987.

80. Pfundt, K.: Handbuch der verkehrssicheren Straßengestaltung.- Dortmund: Verkehrsbl.-Verl., 1991. Anl. Straßenverkehrsordnung (StVO) mit Allg. Verwaltungsvorschrift (VwVStVO): Stand 9. Nov. 1989.

81. Richtlinien für abweisende Schutzeinrichtungen an Bundesstraßen: Ausg. Okt. 1972; Allg. Rundschreiben Straßenbau Nr. 20/1972. In: Verkehrsblatt (1972)23. - S. 814-850.

82. Schnüll, R.; Handke, N.; Seitz, K.: Sicherheitswirksamkeit ausgewählter Straßenbaumaßnahmen im Lande Brandenburg / Robert Schnüll; Norbert Handke; Karin Seitz. - Bundesanstalt für Straßenwesen. - Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, 1997. - 200 S. (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen; Straßenbau; S 16).

83. Schönborn, D.; Domhan, M.: Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für Markierungen auf Straßen. Darmstadt 1981.

84. Schönborn; Domhan: Handbuch für die Markierung von Straßen.

85. Schüler, F.: Der Beitrag von Straße, Verkehrseinrichtungen und persönlicher Schutzausrüstung zur passiven Sicherheit von Motorradaufsassen. In: VDI-Berichte Nr. 577, VDI-Verlag, Düsseldorf 1986.

86. Schulz, U.: Verhalten von Motorradfahrern. In: Motorradfahren: Faszination u. Restriktion. Institut für Zweiradsicherheit, Bochum, 1990. (Forschungshefte Zweiradsicherheit; 6).

87. Schulz, U.; Kerwien, H.; Koch, H.: Anreize des Motorradfahrens, Einschätzung durch Motorradfahrer. In: VDI-Berichte 779, VDI-Verlag, Düsseldorf 1989.

88. Schweers, T.F.; Brendicke, R.: Untersuchungen des Einflusses von Fahrbahnoberflächen aus Bitumen-Vergußmassen auf das Fahrverhalten von Krafträdern. In: VDI-Berichte Nr. 1025, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1993.

89. Silcock, R.: Roadside barriers, accident frequencies and severity / Ross Silcock. In: Road Safety in Europe <1996, Birmingham>: Proceedings of the Conference Road Safety in Europe, Birmingham, United Kingdom, September 9-11, 1996. - Linköping: VTI, 1996. - Part 1-4. S. 139-149.

90. Sporner, A.; Kramlich, T.: Zusammenspiel von aktiver und passiver Sicherheit bei Motorradkollisionen. In: Sicherheit Umwelt Zukunft III. Tagungsband der 3. Internationalen Motorradkonferenz 2000 / Reiner Brendicke (Hrsg.). Institut für Zweiradsicherheit. - Essen: ifz, 2000. - S. 55-81.

91. Statistisches Bundesamt, Fachbereich 8: Verkehrsunfälle: Jahresbände, Wiesbaden.

92. Stoffregen, J.: Motorradtechnik - Grundlagen und Konzepte von Motor, Antrieb und Fahrwerk, Vieweg Verlag 1995.

93. Straßenverkehrsordnung (StVO). Dortmund, 1988.

94. Technische Lieferbedingungen für Schutzplankenpfostenummantelungen 1993 (TL-SPU 93).

95. Wallman, C.G.; Astrom, H.: Friction measurement methods and the correlation between road friction and traffic safety. A literature review. /

Carl-Gustav Wallman; Henrik Astrom. - Swedish National Road and Transport Research Institute VTI. - Linköping: VTI, 2001. - 47 S. - (VTI Meddelande; 911 A).

96. Wegmann, F.: Road design, human behaviour and road accidents. Towards a „learning design community" / Fred Wegmann. - 15 S. In: Road Safety in Europe <1996, Birmingham>: Proceedings of the Conference Road Safety in Europe, Birmingham, United Kingdom, September 9-11, 1996. - Linköping: VTI, 1996. - Part 1-4. - S.1-16.

97. Weidele, A.: Wetterwendisch: Motorrad und Straße: Einflüsse auf die Fahrstabilität. In: PS 10/1988.

98. Ziegler, U.: Sonderuntersuchung für Verkehrsunfälle mit Personenschaden und Beteiligung von Motorrädern auf Außerortsstraßen (ohne Autobahnen) / Udo Ziegler. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit 47(2001)3. - S. 136-137

99. Zimmermann, H.-J.: Sensomotorik beim Motorradfahren. In: Fahrlehrerbriefe 58 - 64, Fahrschulverlag, Stuttgart.

100. Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Asphalt. Ausgabe 1984 (ZTV bit-StB 84), Fassung 1990. Motorcycle and Safety Barrier Crash-Testing.

ifz-Publikationen Broschüren

Motorrad-Tipps
Schutzkleidung, Helme, Technik, Reisen

Gefährliche Begegnungen
Situationen erkennen - sicherer fahren
Tipps für Auto- und Motorradfahrer

Zweiradspaß mit Klasse 3
Tipps für Zweiradpiloten mit Autoführerschein

Fit für 125
Über den Umgang mit Leichtkrafträdern

Das kleine Erste Hilfe-Einmaleins
Grundlagen der Ersten Hilfe

Motorrad-Training 1994-2003

Forschungshefte Zweiradsicherheit:

Forschungsheft Nr. 1
„Koch, H. „Stufenführerschein für motorisierte Zweiradfahrer"

Forschungsheft Nr. 2
Schüler, F. u.a. „Der Körperaufprall gegen Schutzplanken beim Verkehrsunfall motorisierter Zweiradbenutzer

Forschungsheft Nr. 3
Koch, H. (Hrsg.) „Der Motorradunfall" Beschreibung, Anayse, Prävention

Forschungsheft Nr. 4
Bayer, B. „Das Pendeln und Flattern von Krafträdern"

Forschungsheft Nr. 5
Koch, H. (Hrsg.) „Passive Sicherheit für Zweiradfahrer"

Forschungsheft Nr. 6
Koch, H. (Hrsg.) „Motorradfahren" . Faszination und Restriktion

Forschungsheft Nr. 7
„Safety, Environment, Future" Proceedings of the 1991 International Motocycle Conference

Forschungsheft Nr. 8
„Sicherheit - Umwelt - Zukunft lll" Tagungsband der 2. Internationalen Motorradkonferenz 1998

Forschungsheft Nr. 9
„Sicherheit - Umwelt - Zukunft ll" Tagungsband der 3. Internationalen Motorradkonferenz 2000

Forschungsheft Nr. 10
„Sicherheit - Umwelt - Zukunft lV" Tagungsband der 4. Internationalen Motorradkonferenz 2002

Im Sinne der Verkehrssicherheit und zum Wohle aller:

INSTITUT FÜR ZWEIRADSICHERHEIT e.V.

Meldebogen: Straßenbauliche Probleme für Motorradfahrer

Motorradfreundlicher Straßenbau: Motorradfahrer für Motorradfahrer

Hiermit möchte ich,

Name: .....
Straße: .....
Wohnort: .....
Telefon: .....

❒ dem zuständigen Straßenverkehrsamt
❒ der Straßenbaubehörde
❒ der Polizeibehörde
} .....(Ort)

folgende Probleme für Motorradfahrer melden:

I. ORT:

❒ **Gemeindestraße**
❒ **Kreisstraße**
❒ **Landesstraße**
❒ **Bundesstraße**
❒ **Autobahn**

Name:..... **oder**
zwischen den Orten:.....
Fahrtrichtung:..... **Km:**.....

II. KRITISCHER BEREICH:

-Fahrbahnoberfläche-

❒ **Rollsplitt**
❒ keine Vorwarnung
❒ Schilder stehen länger als 14 Tage

❒ **Bitumen**
❒ großflächige Bitumenausbesserungen/ Sturzgefahr
❒ in der Kurve

❒ **Markierungen der Straße**
❒ zu hohe/nicht griffige Seitenmarkierung
❒ zu hohe/nicht griffige Mittelmarkierung

❒ **geflickte Fahrbahn**
❒ unters. Fahrbahnhöhen
❒ unters. Griffigkeit - glatt

❒ **verschmutzte Fahrbahn**
❒ Öl
❒ Diesel
❒ Schmutz
❒ kein Warnschild

❒ **Spurrillen**
❒ Längsfräsungen
❒ Querfräsungen
❒ keine Temporeduzierung
❒ keine Warnschilder

❒ **Fahrbahn allgemein**
❒ starke Querneigung
❒ Kanaldeckel an kritischen Fahrbahnstellen
❒ abgesenkte oder erhöhte Kanaldeckel
❒ extrem breite Stahldehnfugen (Brücken)
❒ Sonstiges .....

❒ **Sonstiges**
❒ Hindernis auf der Fahrbahn
❒ Verschobene Baustellenabgrenzung
❒ .....

-Außerhalb des Fahrbahnraumes-

❒ **Schutzplanken**
❒ keine oder defekte Pfostenummantelungen
❒ Sonstiges .....

❒ **Sichtbarkeit/Einsehbarkeit**
❒ Kurve nicht einsehbar
❒ Kreuzung nicht einsehbar
❒ Einmündung nicht erkennbar
❒ Hindernisse am Fahrbahnrand
❒ Fahrbahnschwellen nicht erkennbar
❒ keine Vorwarnschilder
❒ verdeckte Schilder

❒ **Sonstiges**
❒ .....
❒ .....

Ich bitte Sie, diesen Vorgang aktenkundig zu machen und für eine schnellstmögliche Abhilfe an der kritischen Stelle für Motorradfahrer zu sorgen. Die Gefahr, daß Motorradfahrer oder -fahrerinnen wegen des Problems stürzen, halte ich für zu groß, so daß ich diese Meldung hiermit nach bestem Wissen an die zuständige Behörde weitergebe.

....
Ort: Datum: Unterschrift: