

Schutzeinrichtungen am Fahrbahnrand kritischer Streckenabschnitte für Motorradfahrer

FE 82.220/2001

Endbericht, August 2005

Forschungsgeber:

Bundesministerium für Verkehr,
Bau und Wohnungswesen

Projekträger:

Bundesanstalt für Straßenwesen

Projektbearbeiter:

Lehr- und Forschungsgebiet
Straßenverkehrsplanung und Straßenverkehrstechnik,
Bergische Universität Wuppertal

Prof. Dr.-Ing. J. Gerlach
Dipl.-Ing. K. Oderwald

Inhalt

0	Kurzfassung	3		
1	Einleitung	5		
2	Ausgangssituation und Zielsetzung	6		
3	Ermittlung von Unfallschwerpunkten	9		
3.1	Grundlegendes	9		
3.2	Motorradstrecken	9		
3.3	Befragung der Unfallkommissionen der Länder	9		
3.4	Fragebogen zu Unfallschwerpunkten	10		
3.5	Online-Fragebogen	11		
3.6	Ergebnisse	14		
4	Bereisung ausgewählter Unfallstrecken	18		
4.1	Auswahl der zur Bereisung vorgesehenen Unfallhäufungen	18		
4.2	Verwendete Messverfahren	19		
4.2.1	Tachymetrische Vermessung	19		
4.2.2	Vermessung mit GPS-Gerät	19		
4.3	Ergebnisse der Bereisungen	20		
4.3.1	Radien	20		
4.3.2	Längsneigung	20		
4.3.3	Querneigung	21		
4.3.4	Streckencharakteristik	21		
4.4	Analyse der Unfalldaten und der Bereisungsdaten	21		
4.4.1	Allgemeine Auswertungen	21		
4.4.2	Diagramme der Allgemeine Auswertung	23		
4.4.3	Auswertung der Messfahrten	27		
5	Untersuchung der Streckengeometrie ausgewählter Unfallstrecken	30		
5.1	Auswahl der Strecken	30		
5.1.1	Vorgehensweise	30		
5.1.2	Auswahlkriterien	30		
5.1.3	Beispiele aus Unfalltypensteckkarten	31		
5.2	Allgemeine Auswertung der Unfälle	33		
5.2.1	Unfallschwere	33		
5.2.2	Verteilung über die Wochentage/Monate	33		
5.2.3	Straßenzustand / Lichtverhältnisse	33		
5.2.4	Charakteristik der Unfallstelle (lt. Unfallbogen)	33		
5.2.5	Anzahl der Beteiligten	34		
5.2.6	Alter des Verursachenden	34		
5.2.7	Ortslage	34		
5.2.8	Unfalltypenverteilung	34		
5.2.9	Unfallarten	34		
5.2.10	Aufprall auf Hindernis	34		
5.2.11	Diagramme der Allgemeine Auswertung	35		
5.3	Untersuchung des Streckenverlaufs an der Unfallstelle	41		
5.3.1	Überhöhung der Fahrbahnränder/ Querneigung	41		
5.3.2	Längsneigung	41		
5.3.3	Kurvigkeit	42		
5.3.4	Stetigkeit des Verlaufes	42		
5.4	Ergebnisse der Streckenverlaufsuntersuchung an den Unfallstellen	42		
5.4.1	Überhöhung der Fahrbahnränder / Querneigung	42		
5.4.2	Längsneigung	42		
5.4.3	Kurvigkeit	43		
5.4.4	Stetigkeit des Verlaufes	43		
5.4.5	Diagramme der Verlaufsuntersuchungen an den Unfallhäufungen	45		
6	Gegenüberstellung der Streckengeometrie von unfallauffälligen Bereichen und Vergleichsstrecken	53		
6.1	Methodik	53		
6.2	Untersuchungskriterien	53		
6.2.1	Stetigkeit des Verlaufes/ Änderungen des Streckenverlaufes	54		
6.2.2	Kurvigkeit	54		
6.2.3	Maximales Gefälle	54		
6.2.4	Maximale Steigung	54		
6.2.5	Durchschnittliche Längsneigung	54		
6.2.6	Maximale Querneigung	54		
6.2.7	Durchschnittliche Querneigung	54		
6.2.8	Kleinster Kurvenradius	54		
6.2.9	Überhöhung	54		
6.2.10	Geradenanteil	54		
6.3	Untersuchungsergebnisse	55		
6.3.1	Vergleich aller Daten	55		
6.3.2	Maximale Querneigung über 8,0%	57		
6.3.3	Geradenanteil < 50%	58		
6.3.4	Kleinster Radius < 100 m	58		
6.3.5	Kurvigkeit > 400 gon/km an UHS/UHL	59		
6.3.6	Vergleichsuntersuchungen Kurvigkeit > 600 gon/km an UHS/UHL	61		
6.3.7	Vergleichsuntersuchungen Kurvigkeit > 600 gon/km und maximal 15 Verlaufsänderungen an UHS/UHL	62		
6.3.8	Kurvigkeit > 200 gon/km im kompletten Abschnitt	63		
6.3.9	Kurvigkeit > 200 gon/km im kompletten Abschnitt und maximal 15 Verlaufsänderungen/km	64		

6.3.10	Kurvigkeit > 200 gon/km im kompletten Abschnitt und maximal 15 Verlaufsänderungen/km und maximal 50% Geradenanteil	64
7	Zusammenfassung der Streckenuntersuchungen.....	65
8	Handlungsempfehlungen.....	70
8.1	Vorbemerkungen	70
8.2	Übersicht über Schutzeinrichtungen	70
8.2.1	Passive Schutzeinrichtungen	70
8.2.2	Schutzeinrichtungen/ Schutzmaßnahmen für Motorradfahrer...	71
8.3	Maßnahmenkatalog	74
8.3.1	Bauliche Maßnahmen zur Verringerung der Unfallzahl	74
8.3.2	Bauliche Maßnahmen zur Minderung der Unfallfolgen	74
8.3.3	Sonstige Maßnahmen	75
8.4	Anwendung der Maßnahmen	76
9	Zusammenfassung	80
10	Verwendete Abkürzungen.....	82
11	Abbildungs- und Tabellenverzeichnisverzeichnis	83
11.1	Tabellenverzeichnis	84
12	Literatur	85

0 Kurzfassung

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Schutzzeirichtungen am Fahrbahnrand kritischer Streckenabschnitte für Motorradfahrer“ sollten Kriterien für den Einsatz von straßenbegleitenden Schutzzeirichtungen am Fahrbahnrand hergeleitet werden, welche neben ihrer Schutzwirkung für alle Verkehrsteilnehmer auch besonders auf die Sicherheitsbelange von Motorradfahren Rücksicht nehmen.

Zunächst wurden gemeinsame Merkmale von verschiedenen Unfallhäufungsstellen und Unfallhäufungslinien mit Motorradfahrereteiligung hergeleitet. Dazu wurden in einem ersten Schritt die Innenministerien der Bundesländer um eine Aufstellung mit den verschiedenen unfallauffälligen Bereichen in ihrem Zuständigkeitsbereich gebeten. Aus diesen wurde dann eine Anzahl ausgewählt und mit Hilfe verschiedener Messmethoden versucht, Straßendaten zu erfassen, aus denen sich dann verschiedene Bewertungskriterien ableiten lassen.

Es hat sich im weiteren Verlauf der Untersuchungen jedoch gezeigt, dass die Erfassung der detaillierten Daten zu aufwändig war, als dass sie im Rahmen dieses Projektes bewältigt werden könnten. Aus diesem Grund wurde im weiteren Verlauf des Projektes ausschließlich auf das digitale Straßennetz des Landes Rheinland-Pfalz, sowie die digitale Unfalldatei zurückgegriffen. Mit diesen Daten wurden drei verschiedenen Auswertungen durchgeführt.

Zunächst wurden alle Unfälle mit Motorradbeteiligung einer allgemeinen Auswertung unterzogen. Dabei wurden nur die Kriterien analysiert, die bei der polizeilichen Unfallaufnahme erfasst werden. Dazu gehören die Art des Unfalls, der Unfalltyp, aber auch Witterungs- und Lichtverhältnisse zum Unfallzeitpunkt.

Im zweiten Untersuchungsschritt wurden die fahrbahngeometrischen Gegebenheiten an der Unfallstelle und in definierten Bereichen davor untersucht. Hierbei wurden die Daten einer punktuellen Betrachtung unterzogen. Ziel hierbei war es einen Zusammenhang zwischen dem Streckenverlauf vor der Unfallstelle und dem Ort des Unfallgeschehens herzuleiten, um die These zu untermauern, dass der Streckenverlauf vor dem Unfallort einen nicht unerheblichen Einfluss auf das Unfallgeschehen hat.

Im letzten Auswertungsschritt schließlich wurden die Daten für die kompletten Streckenabschnitte in denen sich die Unfälle ereignet haben analysiert und mit Vergleichsdaten von Strecken ohne Un-

fallauffälligkeiten verglichen. Bei dieser Auswertung wurden linienhafte Kriterien ausgewertet und miteinander verglichen. Dazu gehörten neben der Kurvigkeit des Streckenabschnittes insbesondere auch die Anzahl der Verlaufsänderungen der Streckentrassierung und die Verteilung von Radien sowie von Quer- und Längsneigung.

Diese Vergleichsuntersuchung lieferte die besten Ergebnisse im Rahmen dieses Projektes. So konnte dargelegt werden, dass Streckenabschnitte, welche:

- a) eine Kurvigkeit über den gesamten Abschnitt > 200 gon/km und
- b) maximal 15 Änderungen des Streckenverlaufs pro km und
- c) einen Geradenanteil von maximal 50% und
- d) eine Länge von über 2,0 km

aufweisen, ein besonders erhöhtes Risikopotenzial für Motorradfahrer im Vergleich zum durchschnittlichen Gefährdungspotenzial der Vergleichsstrecken in sich bergen.

Basierend auf diesen Ergebnissen wird aufgezeigt, welche Möglichkeiten zum passiven Motorradschutz es gibt und unter welchen Rahmenbedingungen diese zum Einsatz kommen können.

1 Einleitung

Trotz steigender Zulassungszahlen im Bereich der schweren Krafträder und einer relativ konstant hohen Anzahl verletzter und getöteter motorisierter Zweiradfahrer gibt es zum heutigen Zeitpunkt keine detaillierten Untersuchungen über den Anteil der Unfälle mit Schutzplankenkontakt an der Summe der Gesamtunfälle. Ebenso fehlen Erkenntnisse darüber, welche Strecken ein besonderes Gefahrenpotenzial für Motorradfahrer in sich bergen. Zwar ist bekannt, dass Motorradfahrer in der Regel kurvenreiche Strecken, so genannte Motorradstrecken, bevorzugen, jedoch kann man nicht sagen welche Strecken aufgrund ihrer Linienführung und/oder Trassierung für Motorradfahrer gefährlich sein können. So kann es z.B. sein, dass mehr Motorradfahrer in einer lang gezogenen, schnell fahrbaren Kurve auf einer gut ausgebauten Bundesstraße verunglücken, als in einer unübersichtlichen, engen Kurve einer Landes- oder Kreisstraße.

Gerade bei Motorradunfällen sind es vielfältige Faktoren die dabei eine Rolle spielen können. So sind alleine durch die Fülle an verschiedenen Modellen und Motorradkategorien bei jedem Unfall unterschiedliche Rahmenbedingungen vorhanden. Beispielsweise wird ein Endurofahrer mit seinen auf unebenes Terrain abgestimmten Federelementen den Straßenzustand anders beurteilen, als der Fahrer eines so genannten „Supersportlers“, welcher auf Höchstgeschwindigkeit und gute Straßenlage optimiert ist. Auch spielt die Fahrerfahrung und Fahrpraxis ebenso eine große Rolle bei Unfallereignissen, wie die Witterungsverhältnisse und der technische Zustand der Maschine. Es ist aber davon auszugehen, dass auch der Verlauf der Straßen im Bereich des Unfallgeschehens eine nicht zu vernachlässigende Bedeutung hat. Basierend auf dieser Prämisse, wird sich dieser Forschungsbericht im Folgenden mit dem Einfluss der Trassierung auf das Unfallpotenzial von verschiedenen Außerortsstrecken ohne Autobahnen befassen.

Ein weiterer wichtiger Punkt, welcher zur Durchführung dieses Forschungsprojektes motivierte ist, dass bei den zuständigen Behörden Gefahrenträchtige Streckenabschnitte meist erst erkannt werden können, wenn sich bereits mehrere Unfälle ereignet haben und dann Hilfsmittel und Kriterien fehlen, die besagen wann und wo zusätzliche geeignete Schutzmaßnahmen für Motorradfahrer eingesetzt werden sollen. Auch in den einschlägigen gültigen Richtlinien, wie z.B. den Richtlinien für passive Schutzeinrichtungen an Straßen (RPS), wird auf die Sicherheitsbelange der Zweiradfahrer

nur am Rande eingegangen, weswegen sie immer häufiger in der Kritik stehen.

Zwar haben mittlerweile einige Bundesländer in eigener Regie einen Leitfaden für den Umgang mit Motorradunfällen entwickelt, eine bundeseinheitliche Lösung fehlt bislang jedoch. Auch ist das Handeln vor Ort vielfach von dem persönlichen Engagement des Zuständigen abhängig. Dabei kann auch das Engagement von Motorradfahrer-Interessenverbänden eine große Rolle spielen.

Ziel dieses Projektes ist es nun, für Planer – vorrangig in Straßenbauämtern – ein Hilfsmittel zu entwickeln, mit dem sie schon in der Planungsphase für Motorradfahrer potenziell kritische Streckenabschnitte identifizieren können und gleichzeitig die passenden Maßnahmen zur Hand haben.

Bei der Bearbeitung des Projektes sollen sowohl Straßenbauämter, in deren Zuständigkeitsbereich es zu Unfalhäufungen mit Personenschaden bei Motorradfahrern gekommen ist, als auch Interessenvertretungen der Motorradfahrer hinzugezogen werden. Abgerundet werden soll die Durchführung durch persönliche Bereisungen von ausgewählten Unfalhäufungen.

2 Ausgangssituation und Zielsetzung

Motorradfahren erfreut sich in den letzten Jahren steigender Beliebtheit. Besonders zu Beginn der 90er Jahre des letzten Jahrhunderts stieg die Anzahl der Zulassungen von Kraftfahrzeugen der Klasse über 80cm³ Hubraum stark an und bewegt sich seitdem auf konstant hohem Niveau. Zur Zeit gibt es in der Bundesrepublik Deutschland jährlich etwa 200.000 Neuzulassungen [1] in der Gruppe der schweren Kraftfahrzeuge.

Im Gegensatz dazu stagnierte die Zahl der getöteten und verletzten Motorradfahrer im gleichen Zeit-

raum auf annähernd gleichem Niveau (rund 40.000 Verletzte und 950 Getötete), nachdem diese seit Anfang der 80er Jahre kontinuierlich um insgesamt ca. 50 % zurückgegangen war. Über den Anteil der Motorradunfälle mit Schutzplankenkontakt gibt es allerdings bisher keine genaueren Erhebungen; in der Literatur existieren nur unterschiedliche Schätzungen bzw. Auswertungen. Dies liegt hauptsächlich daran, dass in der amtlichen Unfallstatistik das Kriterium „Aufprall auf Hindernis neben der Fahrbahn“ nur dem Unfall und nicht den einzelnen Unfallbeteiligten zuzuordnen ist. Deswegen ist dieses Kriterium statistisch nur für Motorradalleinunfälle auswertbar. (siehe Abb. 2-1 und Abb. 2-2)

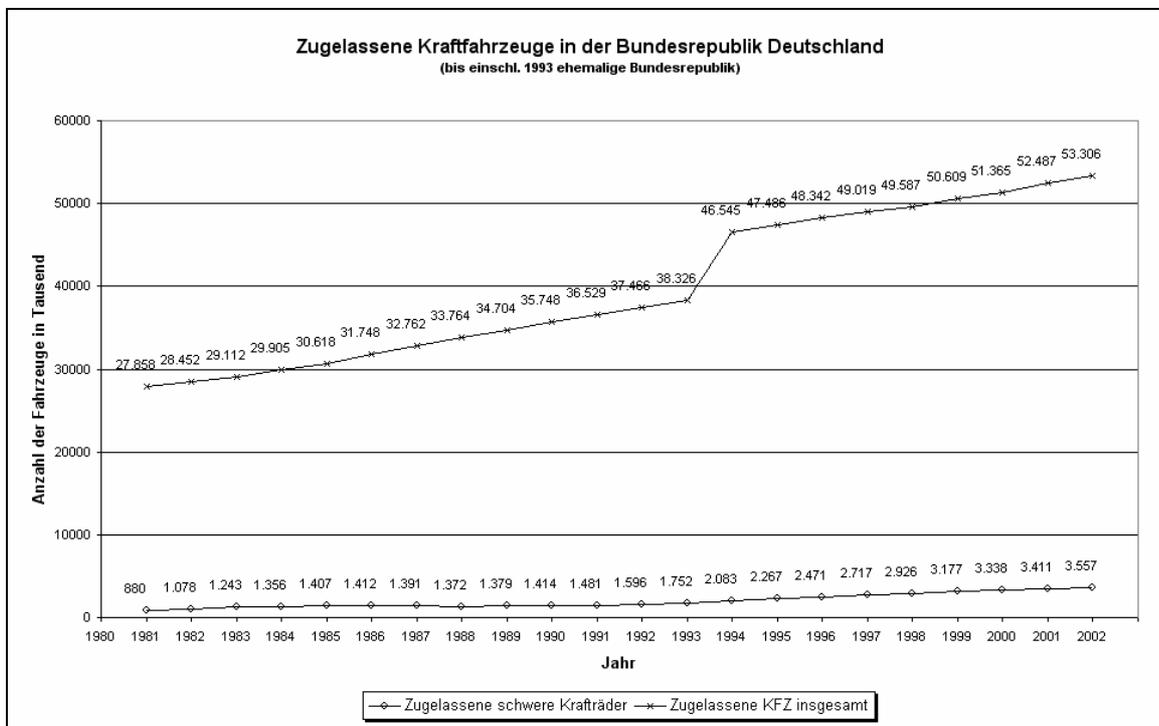


Abb. 2-1 Zugelassene Kraftfahrzeuge in der Bundesrepublik Deutschland, Quelle [1]

Jessl [2] schreibt z.B. 1986, dass „zwischen 1.000 und 2.000 Zweiradbenutzer während des Unfallablaufes mit den Leitplankenpfosten [...] in Berührung geraten“ und vermutet den Tod von etwa 50 von ihnen, wobei er keine Quelle für seine Zahlen nennt. Ebenso vermutet Domhan [3] ungefähr 1.000 Unfälle mit Personenschaden durch den Kontakt von Motorradfahrern mit Schutzplanken, davon ebenfalls etwa 50 mit tödlichem Ausgang. Nach Otte et al. [4] bedeutet dies, dass etwa 1,5 % aller verletzten und 3,4 % aller getöteten Zweiradfahrer Verletzungen durch Leitplanken erleiden.

Koch und Schüler [5] berechnen aufgrund einer anderen Arbeit von Domhan sowie basierend auf regionalen Untersuchungen in Deutschland eine ungefähre Anzahl von 150 durch Leitplankenunfälle getöteten Motorradfahrern, was für das Vergleichsjahr 1986 einen Anteil von immerhin 15 % an sämtlichen getöteten Zweiradfahrern bedeutet. In einer neuen Untersuchung von Assig [10] wurde festgestellt, dass 10,9% der Alleinunfälle von Motorradfahrern einen Anprall an Schutzplanken zur Folge hatten.

Diese Untersuchungen zeigen, dass Motorradunfälle mit Leitplankenkontakt zwar nur eine mäßige

Rolle in Bezug auf die Gesamtanzahl der Motorradunfälle, aber als Unfalltyp eine entscheidende Rolle spielen. Wie eine französische Studie [6] zeigt, entsprechen die Folgen dieser Art von Unfällen, im Vergleich zur durchschnittlichen Schwere von Motorradunfällen einer fünfmal höheren Unfallfolgeschwere.

Aufgrund der sich verschärfenden Unfallsituation und der Schwere der Unfälle bzw. der daraus resultierenden Verletzungen, geriet vor allem die Schutzplanke in ihrer ursprünglichen Konstruktion in Deutschland immer mehr in die Kritik, insbesondere von Zweiradverbänden.

Es wurden Modifikationen an bestehenden Anlagen bzw. Verbesserungen hinsichtlich ihrer Sicherheit für Zweiradfahrer für kommende Anlagen gefordert. Dabei erstreckten sich die Forderungen auch dahingehend, die generelle Praxis der Auf-

stellung, wie sie in den damaligen „Richtlinien für abweisende Schutzeinrichtungen an Bundesfernstraßen, Ausgabe 1972“ (Vorläufer der RPS) gefordert waren, zu überdenken. In der Untersuchung von Schüler et al [7] sind einige Beispiele für die nicht praxismgerechte Aufstellung von Schutzplanken – speziell im Hinblick auf die Sicherheit verunglückender Zweiradfahrer – genannt, die die Situation von Zweiradfahrern im Falle eines Sturzes unnötig verschärfen. Zur Verdeutlichung wird dort folgende Rechnung gemacht:

„An einem Streckenabschnitt mit beidseitiger Aufstellung von einfachen Schutzplanken (Pfostenabstand 4m) sind 500, bei einer Ausrüstung mit einfachen Distanzschutzplanken (Pfostenabstand 2m) 1000 potenzielle Kollisionshindernisse pro laufendem Kilometer zum möglichen Nachteil von Benutzern motorisierter Zweiradfahrzeuge vorhanden.“

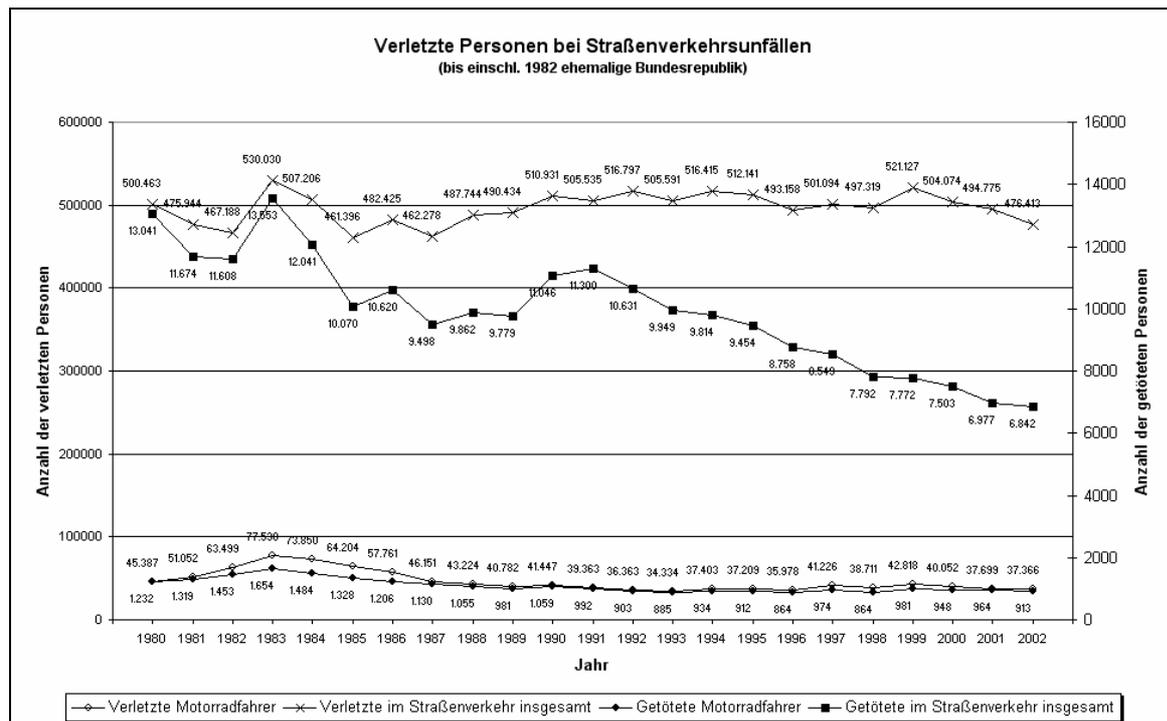


Abb. 2-2 Verletzte und getötete Personen bei Straßenverkehrsunfällen, Quelle [1]

Insbesondere in dieser Studie sind schon früh Ansätze für die Verbesserung der Situation von Zweiradfahrern durch Zusammentragen verschiedener Vorschläge für Bauarten von passiven Schutzeinrichtungen, die teilweise schon bekannt, teilweise neue Ideen waren, aufgezeigt worden. Von den dort vorgestellten Systemen konnten einige in die gängige Straßenbaupraxis in Deutschland übernommen werden und sind auch in die RPS aufgenommen worden (z.B. Betongleitwände oder Schutzplankenpfostenummantelungen). Oft schei-

tert der allgemeine und flächendeckende Einsatz solcher Systeme auch an einer Kosten-Nutzen-Rechnung, da die Ausstattung der Straße in Relation zur Häufigkeit der Unfälle oftmals sehr kostspielig ist. Die Aufstellung beschränkt sich eher auf Unfallschwerpunkte.

Wirksame Schutzeinrichtungen an Straßen speziell für Motorräder sind zwar bereits entwickelt, werden aber vergleichsweise selten eingesetzt. Dies liegt zum einen an den fehlenden Einsatzkriterien, aber auch an den engen Budgets der zuständigen Be-

hörden. Die eingesetzten Systeme bilden für Motorradfahrer im Gegenteil eher ein Hindernis und bedeuten in Einzelfällen sogar eine Gefahr [8].

Was in vielen Fällen fehlt, sind detaillierte Forschungen hinsichtlich des Verhaltens der für den Kraftfahrzeugverkehr bewährten Systeme für motorisierte Zweiradfahrer, um die positive Wirkung zu be- oder auch zu widerlegen. Die Form und Ausbildung der verschiedenen Systeme richtet sich nach dem Einsatzgebiet. Da sich die einschlägigen gültigen Normen weitestgehend auf den Anprall und den Rückhalt von Kraftfahrzeugen beschränken, werden auch generell nur Anprallversuche mit Pkw oder Lkw verlangt. Ausnahme bilden hier bisher lediglich die Schutzplankenpostenummantelungen, für die Nachweise über die Wirkung gefordert werden sowie einzelne Forschungsprojekte neueren Datums [vgl. 22].

Die geringe Forschungstätigkeit für den Bereich der motorisierten Zweiradfahrer bei Unfällen an passiven Schutzeinrichtungen hängt auch mit der schwierigen Nachstellung von realen Unfallhergängen zusammen. Das liegt einerseits an der mangelnden statistischen Erfassung von Motorradunfällen mit Schutzplankenkontakt, auf die in mehreren Arbeiten hingewiesen wird (u. a. [7] und [22]), andererseits an der schlechten Voraussagbarkeit des Unfallablaufes.

Es zeigt sich, dass bisher keine oder nur geringe Ansätze bestehen, kritische Streckenabschnitte für Motorradfahrer hinsichtlich eines möglichen Anpralls an eine Schutzeinrichtung systematisch zu identifizieren. Die Zielsetzung dieses Projektes liegt daher darin, Streckencharakteristika zu identifizieren, die mit Unfallhäufungen motorisierter Zweiradfahren in Verbindung stehen.

Darüber hinaus wird ein Überblick über die verschiedenen zur Verfügung stehenden Systeme zum Schutz von Motorradfahren gegeben, sowie Handlungsempfehlungen zu deren Einsatzkriterien ausgesprochen.

3 Ermittlung von Unfallschwerpunkten

3.1 Grundlegendes

Grundlage für das weitere Vorgehen innerhalb dieses Projektes ist die Annahme, dass aufgrund der Vielzahl von Einflussfaktoren bei einem Unfallgeschehen, ein Einfluss der Streckenführung und/oder der Trassierung nur dann hergeleitet werden kann, wenn sich an einem Punkt bzw. in einem Bereich bereits mehrere Unfälle ereignet haben. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass zunächst unfallauffällige Bereiche aufgefunden werden müssen und diese dann anhand gleicher Kriterien untersucht werden müssen.

Dazu wird im Folgenden versucht innerhalb Deutschlands Unfalhäufungen aufzufinden und dann sowohl die Unfälle als auch deren fahrbahngeometrische Zusammenhänge auszuwerten.

3.2 Motorradstrecken

Als Motorradstrecken bezeichnet man Straßen, welche von Motorradfahrern bevorzugt befahren werden, insbesondere wenn es sich bei der Fahrt um eine reine „Freizeitfahrt“ handelt, bei der das Motorrad als Freizeit- oder Sportgerät eingesetzt wird und nicht einem konkreten Beförderungszweck von „A nach B“ dient. Diese Streckenabschnitte sind meist Straßen niedrigerer Ordnung in landschaftlich reizvoller Lage. Dabei handelt es sich oft um stark bewaldete oder auch landwirtschaftlich genutzte Gebiete. In diesen Abschnitten mit einem ansonsten geringen allgemeinen Verkehrsaufkommen entspricht der Straßenerhaltungszustand in vielen Fällen nicht dem der höher klassifizierten Straßen (BAB, Bundesstraßen). Auch die Trassierung dieser Strecken entspricht häufig nicht den heute gültigen Richtlinien des Straßenbaus für Bundesstraßen, so folgen z.B. entgegengesetzte oder unterschiedlich große Radien ohne entsprechende Übergangsbögen aufeinander. Viele dieser Strecken sind in den deutschen Mittelgebirgen und im Voralpenland anzutreffen, wo diese dann zusätzlich noch entsprechend große Steigungen aufweisen.

Alle genannten Kriterien führen dazu, dass diese Strecken als vergleichsweise unsicherer bezeichnet werden können und folglich auch ein erhöhtes Risiko nicht nur für motorisierte Zweiradfahrer in sich bergen. Auf der anderen Seite sind es aber auch gerade diese Kriterien, die diese Strecken für Motorradfahrer attraktiv machen im Gegensatz zu modernen, richtlinienkonformen Straßenabschnit-

ten, welche wegen ihrer mangelnden fahrerischen Herausforderungen in Motorradfahrerkreisen als langweilig gelten und somit zu erhöhter und überhöhter Geschwindigkeit verleiten (vgl. hierzu [9]).

Im Gegensatz dazu dienen sogenannte Showstrecken oder Showkurven dem Vorführen des eigenen Motorrades und/oder Fahrkönnens vor einem vermeintlichen „Fachpublikum“. Diese meist an bekannten Motorradtreffpunkten mit Gastronomie gelegenen Streckenabschnitte werden vielfach mit überhöhter Geschwindigkeit und oft auch mehrfach durchfahren.

Grundsätzlich passieren Motorrad(allein-)unfälle nicht nur auf den oben beschriebenen Strecken; aufgrund ihrer Beliebtheit und starken Frequentierung kommt es dort jedoch im Vergleich zu „normalen“ Strecken häufiger zu Unfällen.

3.3 Befragung der Unfallkommissionen der Länder

Um einen Zusammenhang zwischen Unfalhäufigkeit und Fahrbahngeometrie herleiten zu können, werden zunächst Kenntnis über das örtliche Vorhandensein von Unfalhäufungsstellen bzw. Unfalhäufungslinien benötigt. Aus diesem Grund wurde an die Innenministerien der Länder ein Schreiben mit der Bitte um Nennung von bekannten Unfalhäufungen von Motorradfahrern geschickt.

Insgesamt haben 12 der 16 Bundesländer geantwortet. Dabei waren die Resultate dieser Befragung höchst unterschiedlich (vgl. Tab. 3-1); in drei Bundesländern wurden keine Unfalhäufungen benannt, weil dort keine zu verzeichnen sind. Sechs weitere Bundesländer haben konkrete Strecken, welche als beliebte Motorradstrecken bekannt sind und wo entsprechend häufig Unfälle mit Motorradbeteiligung passieren, benannt. Dazu wurden teilweise Unfalldaten mit Motorradbeteiligung in Form einer Liste mitgeliefert. Aus zwei Bundesländern wurden Kopien der Unfallsteckkarten geschickt sowie eine konkrete Beschreibung der Unfalhäufungslinien. Aus einem Bundesland wurden sämtlichen Unfällen mit Motorradbeteiligung der letzten drei Jahre in Form eines Listenausdruckes beige-steuert.

Zusätzlich wurden aus Nordrhein-Westfalen die Daten, welche aufgrund des ministeriellen Erlasses (vgl. [23]) gesammelt wurden, zur Verfügung gestellt. Dabei handelt es sich hauptsächlich um Unfallpunkte, welche den einzelnen Kreispolizeibehörden bekannt sind und an welchen teilweise auch schon Gegenmaßnahmen, meist in Form von besserer Beschilderung der gefährlichen Bereiche,

ergriffen wurden. Aus dem qualitativ teilweise sehr unterschiedlichen Datenmaterial konnten insgesamt 21 Unfalldaten mit Motorradfahrereteiligung extrahiert werden.

Aus Rheinland-Pfalz wurden die Unfalldaten mit schwerem Personenschaden und Motorradbeteiligung auf klassifizierten Straßen der letzten sechs Jahre als digitale Unfalldatentypensteckkarte zur Verfügung gestellt. Aus diesen wurden „optisch“ insgesamt 131 Unfalldaten ausfindig gemacht, wobei ausschließlich Fahrtenfälle (Unfalltyp 1) berücksichtigt wurden. Die genaue Vorgehensweise zum Auffinden von Unfalldaten mit Hilfe des „optischen Verfahrens“ wird in Kapitel 5.1.1 erläutert.

Mit Hilfe dieser Daten ließen sich nun nach einer z.T. umfangreichen Auswertung in acht Bundesländern einzelne Strecken erkennen, in welchen es zu Unfalldatenhäufungen kommt.

Eine Aufteilung der Ergebnisse der einzelnen Bundesländer kann der folgenden Tabelle entnommen werden.

Bundesland	Anzahl der gemeldeten Unfalldatenhäufungen
Baden-Württemberg	1*
Bayern	7
Berlin	0
Brandenburg	1***
Bremen	0
Hamburg	1
Hessen	1***
Niedersachsen	8**
Nordrhein-Westfalen	21***
Rheinland-Pfalz	3*** (131**)
Schleswig-Holstein	0
Thüringen	5
Summe:	177

* keine weiteren Daten zur Verfügung gestellt

** Die Unfalldatenhäufungen wurden durch eigene Untersuchungen aus dem zur Verfügung gestellten Material ermittelt; die genaue Vorgehensweise wird in Kapitel 5.1.1 erläutert.

*** Es wurden zu den genannten Unfalldatenhäufungsstellen zusätzlich Unfalldaten mit Motorradbeteiligung zur Verfügung gestellt

3.4 Fragebogen zu Unfalldaten Schwerpunkten

Da es sich bei den Daten der Innenministerien ausschließlich um polizeilich erfasste Unfälle handelt, sollten in einem zweiten Schritt auch nicht polizeilich erfasste Unfälle erhoben werden. Darüber hinaus können auch für gemeldete Unfälle detaillierte Erkenntnisse über Unfallursachen und –folgen abgeleitet werden. Mit Hilfe eines Fragebogens wurden Daten von Kradfahrern, welche bereits einen Unfall hatten, erhoben.

Der Fragebogen (siehe Abb. 3-1 und Abb. 3-2) war im Einzelnen folgendermaßen aufgebaut:

Im ersten Teil wurden allgemeine statistische Daten erhoben, wie Alter, Geschlecht, Motorradmarke, Modell sowie Schadenshöhe und Jahresfahrleistung. Dazu kommen Daten zum Unfallort, mit deren Hilfe die genaue Ortslage des Unfalls bestimmt werden sollte. Wenn der Unfall polizeilich erfasst wurde, ist es auch möglich, über die Angabe der Kilometrierungsdaten eine genaue Zuordnung der Unfallstelle zu gewährleisten. Ein Freitextfeld, in dem die Betroffenen eine freie Beschreibung des Unfallortes abgeben konnten, ermöglichte auch Unfälle ohne detaillierte Kilometrierungsangaben relativ genau zuzuordnen. Dies wurde unterstützt durch die Abfrage der geometrischen Randbedingungen wie Kurvenverlauf, Steigung und Spurenanzahl.

Als weiteres, statistisches Merkmal wurden schließlich noch die Witterungs- und Lichtverhältnisse sowie die Ortskenntnis abgefragt.

Im zweiten Teil des Fragebogens wurden Daten zum Unfallhergang abgefragt. Neben den Daten zu eventuell vorhandenen Unfallgegnern und der Unfallursache wurden hier insbesondere Informationen zu den vorhandenen Schutzeinrichtungen sowie die Interaktion mit diesen abgefragt. Dazu gehören Aussagen, ob es zu einem Kontakt mit der Schutzeinrichtung kam und welcher Art dieser war.

Fragen zu möglichen Verletzungen bildeten den dritten Teil des Fragebogens. Dabei war es von besonderem Interesse welche Kombinationen von Schutzplankenkontakten welche Verletzungsarten und -schweregrade nach sich zogen.

Im letzten Teil wurde schließlich die Akzeptanz von motorradfahrerspezifischen Schutzeinrichtungen sowie die persönliche Meinung zu deren Wirksamkeit abgefragt. Hierbei ließ sich auch ablesen, welchen Bekanntheitsgrad die verschiedenen Schutzmöglichkeiten überhaupt haben.

Tab. 3-1 Rücklauf der Befragung der Unfalldatenkommissionen

Insgesamt war der Fragebogen so aufgebaut, dass eine vollautomatische Auswertung per Scanner und PC möglich ist.

Der Fragebogen wurde in der Zeitschrift „Motorrad“ in Ausgabe 11 am 10. Mai 2002 veröffentlicht. Bei der Suche nach einem geeigneten Partner für die Veröffentlichung des Fragebogens fiel die Wahl auf diese Zeitschrift, da sie, mit einer Auflage von knapp 180.000 Exemplaren, die nach eigenen Angaben größte Motorradzeitschrift Europas ist (Quelle: <http://www.motorpresse.de>). Sie besitzt damit eine theoretische Reichweite von über 500.000 Lesern.

3.5 Online-Fragebogen

Um den interessierten Motorradfahrern die Teilnahme an der Befragung möglichst einfach und

zeitgemäß zu ermöglichen und somit die Rücklaufquote zu erhöhen, wurde der Fragebogen zeitgleich auch in einer Online-Version im Internet angeboten (<http://www.svpt.de/motorrad>).

Dabei hatte der Teilnehmer die Wahl zwischen zwei verschiedenen Arten, um den Fragebogen auszufüllen. Zum einen wurde ein konventioneller HTML-Fragebogen angeboten, bei dem die Internetverbindung während des Ausfüllens bestehen bleiben muss. Zum anderen bestand auch die Möglichkeit, den Fragebogen im Portable Document Format (PDF) herunterzuladen, diesen offline auszufüllen und anschließend die Daten zu übermitteln. Hierbei erhielt der Teilnehmer auch eine exakte Kopie des gedruckten Fragebogens.


 47740

2. Fragen zum Unfallhergang

Anzahl der Unfall beteiligten:

Alleinunfall

1 Unfallgegner

2 oder mehr Unfallgegner

Falls Unfallgegner vorhanden:

Unfallgegner 1:	Unfallgegner 2:
<input type="checkbox"/> Fußgänger	<input type="checkbox"/> Fußgänger
<input type="checkbox"/> Radfahrer	<input type="checkbox"/> Radfahrer
<input type="checkbox"/> PKW	<input type="checkbox"/> PKW
<input type="checkbox"/> LKW	<input type="checkbox"/> LKW
<input type="checkbox"/> Krad	<input type="checkbox"/> Krad
<input type="checkbox"/> sonstiges KFZ	<input type="checkbox"/> sonstiges KFZ

Abkommen von der Fahrbahn:

nach links nach rechts

Schutzplanke vorhanden:

Anprall gegen Schutzplanke
Anprall gegen zweite Planke unter der "normalen" Schutzplanke ja nein

Anprall gegen Pfosten der Schutzplanke
Pfosten war ummantelt ja nein

Überflug über Schutzplanke
Landung auf der Schutzplanke/Pfosten ja nein
Anprall gegen Hindernis hinter der Schutzplanke ja nein

Durchrutschen unter Schutzplanke
mit Hängen bleiben ja nein
Anprall gegen Hindernis hinter der Schutzplanke ja nein

Anprall gegen Baum

Anprall gegen sonstiges Hindernis:

kein Anprall

Unfallursache (mehrere Nennungen möglich):

<input type="checkbox"/> Witterungsverhältnisse/Lichtverhältnisse	<input type="checkbox"/> unangepasste Geschwindigkeit
<input type="checkbox"/> unübersichtliche Verkehrsführung	<input type="checkbox"/> querende Tiere
<input type="checkbox"/> Fahrbahnschaden/Fahrbahnverschmutzung	<input type="checkbox"/> Sonstiges

3. Fragen zu Verletzungen

Verletzungen:

keine

leichte Verletzung /ambulante Behandlung

stationärer Krankenaufenthalt erforderlich: }

Wochen

	rechts	links
Arme, Beine	X O S A B <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	X O S A B <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Beine, Füße	X O S A B <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	X O S A B <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Kopf	X O S B <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Wirbelsäule	X O S B <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Bauch/Rücken (nicht Wirbelsäule)	X O S B <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

Legende:
X=Bruch; O=Prellung, Quetschung etc.;
S=Schürfung; A=Amputation; B=bleibender Schaden; Mehrfachnennung möglich

4. Beurteilen Sie die folgenden Maßnahmen zur Unfallprävention/Unfallfolgenminderung:

	Wirksamkeit: 1 unwirksam - 5 sehr wirksam	persön. Meinung: 1 lehne ich ab - 5 befürworte ich	ist mir nicht bekannt
Streckensperrung für Motorradfahrer:	1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Überholverbot für Motorradfahrer:	1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tempolimits für Motorradfahrer:	1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pfostenummantelungen:	1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Untergehängter zweiter Schutzplankenholm: erweiterte "Auslaufzonen":	1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>


 47740

Abb. 3-2 Seite 2 des veröffentlichten Fragebogens

3.6 Ergebnisse

Insgesamt wurden 152 Fragebögen zurückgeschickt. Davon wurden 6 Fragebögen per Post/Fax und 146 Fragebögen online im Internet ausgefüllt. Wegen des geringen Rücklaufes und aufgrund der Tatsache, dass sich nur bei rund 35% der ausgefüllten Fragebögen eine relativ genaue Ortsbestimmung durchführen ließ, konnten durch die Fragebogenaktion keine verdeckten Unfallhäufungsstellen ermittelt werden. Zudem zeigten die auswertbaren Unfallstellen eine deutliche Übereinstimmung mit den in Kapitel 4.1 aufgezeigten Unfallhäufungsstellen. Dies wird dadurch bestätigt, dass der Anteil der polizeilich erfassten Unfälle der zurückgelaufenen Fragebögen insgesamt 50% beträgt und diese damit ohnehin in der amtlichen Unfallstatistik enthalten sind.

Weitere statistische Daten, die auch mit diesem Fragebogen erfasst wurden, stimmen mit anderen, bereits abgeschlossenen Untersuchungen signifikant überein (vgl. [10]); so war z.B. die Mehrheit

der Unfälle weder durch schlechte Sicht- noch durch widrige Witterungsverhältnisse (siehe Abb. 3-3) verursacht. Dies ist ein Indiz dafür, dass der Streckenverlauf eine Rolle beim Unfallgeschehen spielen könnte. Auch die Altersstruktur der an der Umfrage beteiligten Motorradfahrer entspricht weitestgehend der „normalen“ Altersstruktur von verunfallten Motorradfahrern. Auch die Streckengeometrie am Unfallort und die Richtung, in der die meisten Fahrer von der Straße abgekommen sind, stimmen trotz der geringen Datenbasis relativ gut mit den Ergebnissen der weiteren Untersuchungen überein (siehe Abb. 3-4 und Abb. 3-5 vgl. mit Abb. 5-9 und Abb. 5-18).

Bei der Abfrage der persönlichen Meinung (vgl. Abb. 3-7) zu den verschiedenen Maßnahmen zum Schutz von Motorradfahrern zeigte sich eindeutig, dass die überwiegende Mehrheit Streckenverbote wie Tempolimits und/oder Überholverbote für Motorradfahrer ablehnt. Ebenso werden Streckensperrungen beurteilt.

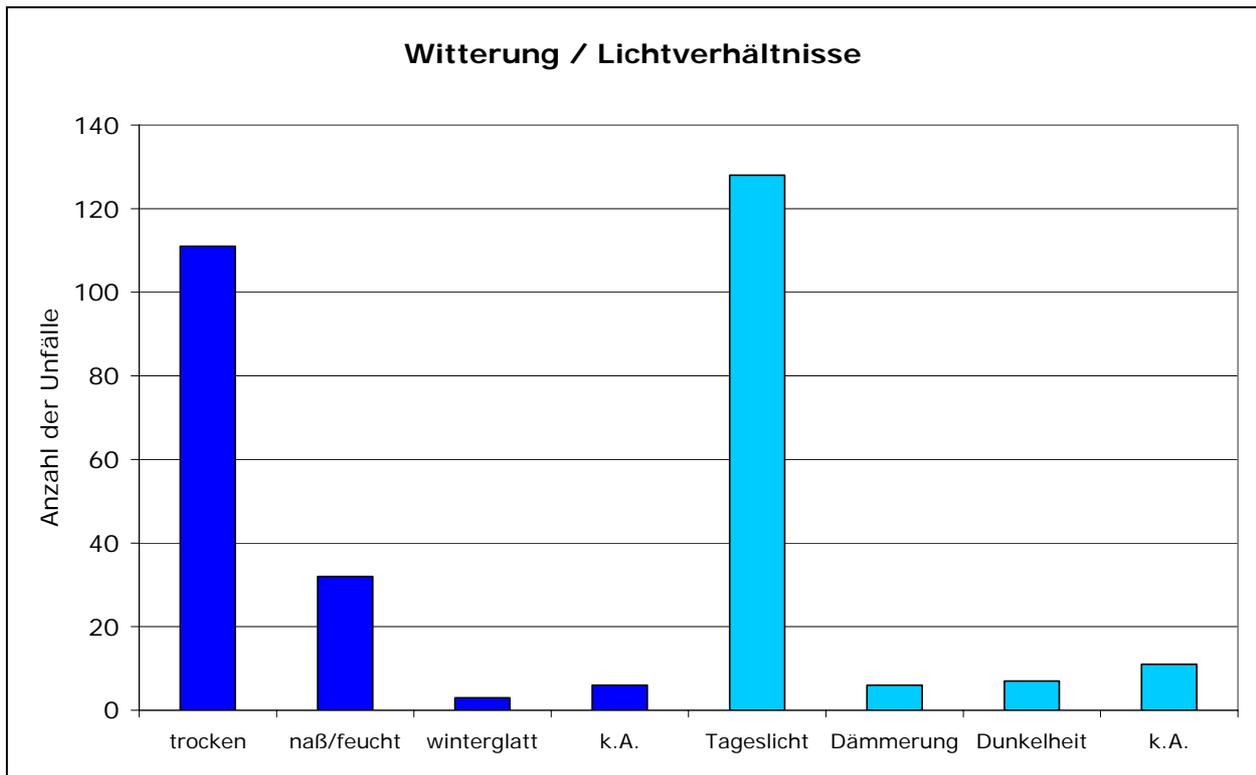


Abb. 3-3 Ergebnisse Fragebogen: Witterungs- und Lichtverhältnisse

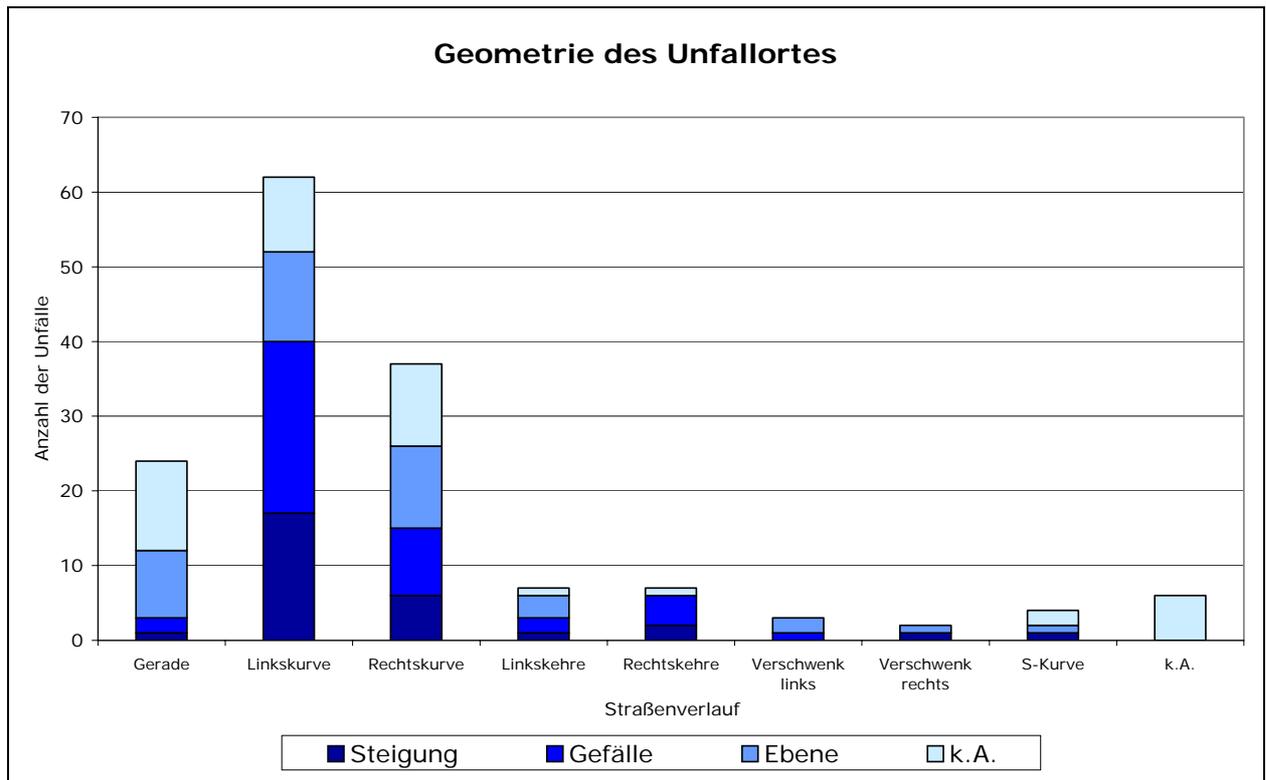


Abb. 3-4 Streckengeometrie am Unfallort

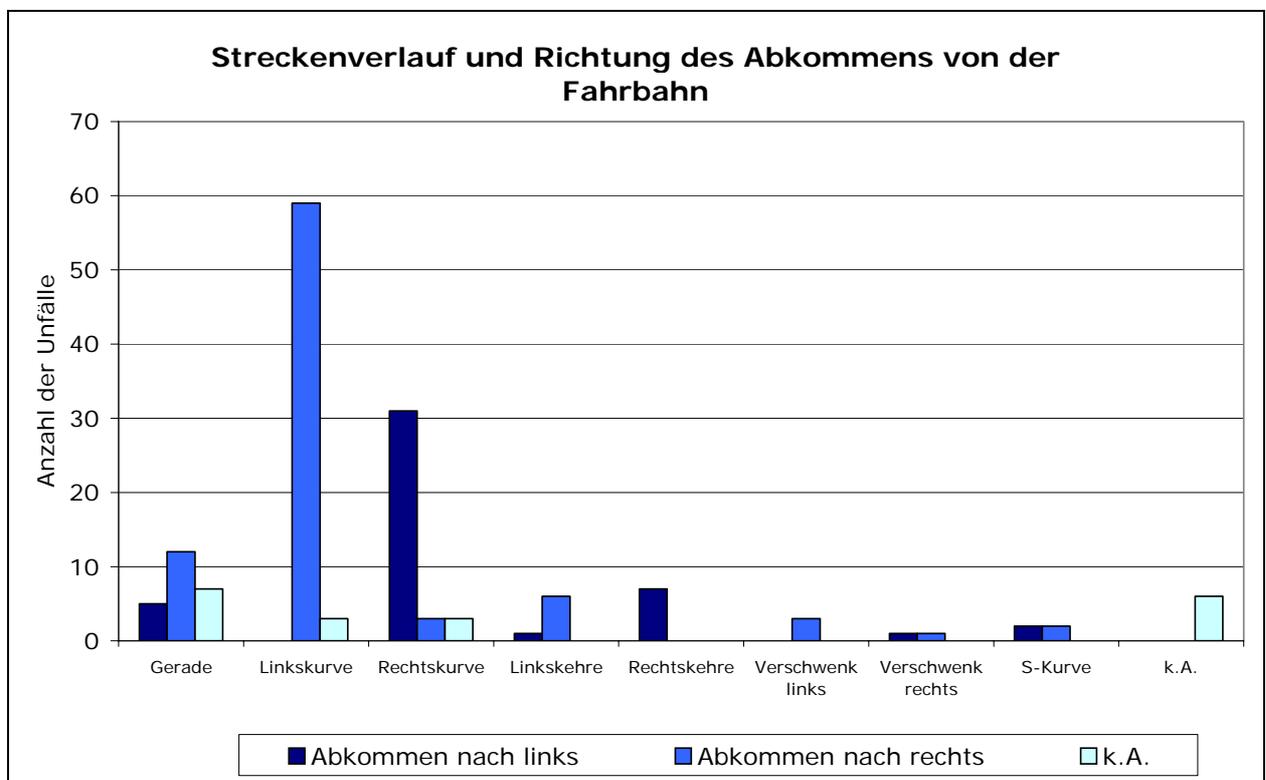


Abb. 3-5 Streckenverlauf an der Unfallstelle verglichen mit der Richtung des Abkommens von der Fahrbahn

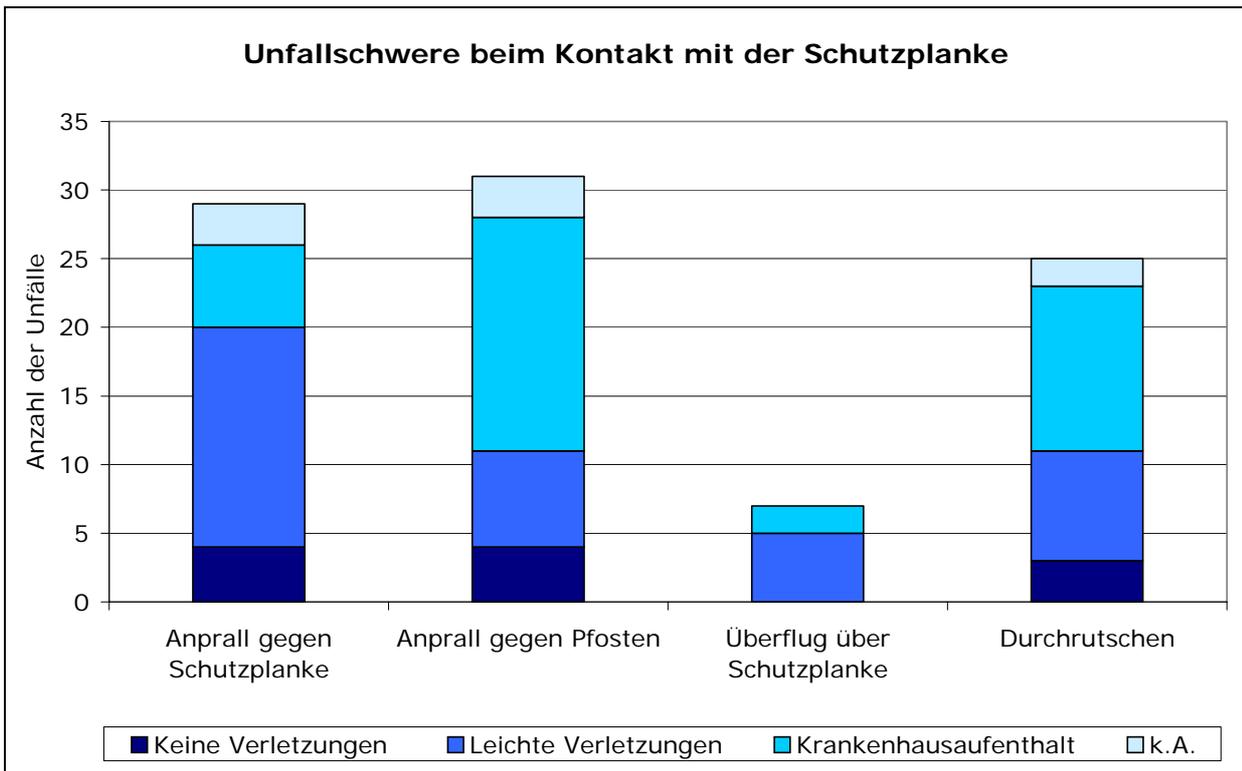


Abb. 3-6 Kontakt mit der Schutzeinrichtung verglichen mit der Unfallschwere

Baulichen Schutzmaßnahmen wie z.B. SPU, zweiter Schutzplankenholm oder auch erweiterte Auslaufzonen werden hingegen von einer großen Mehrheit der Umfrageteilnehmer befürwortet.

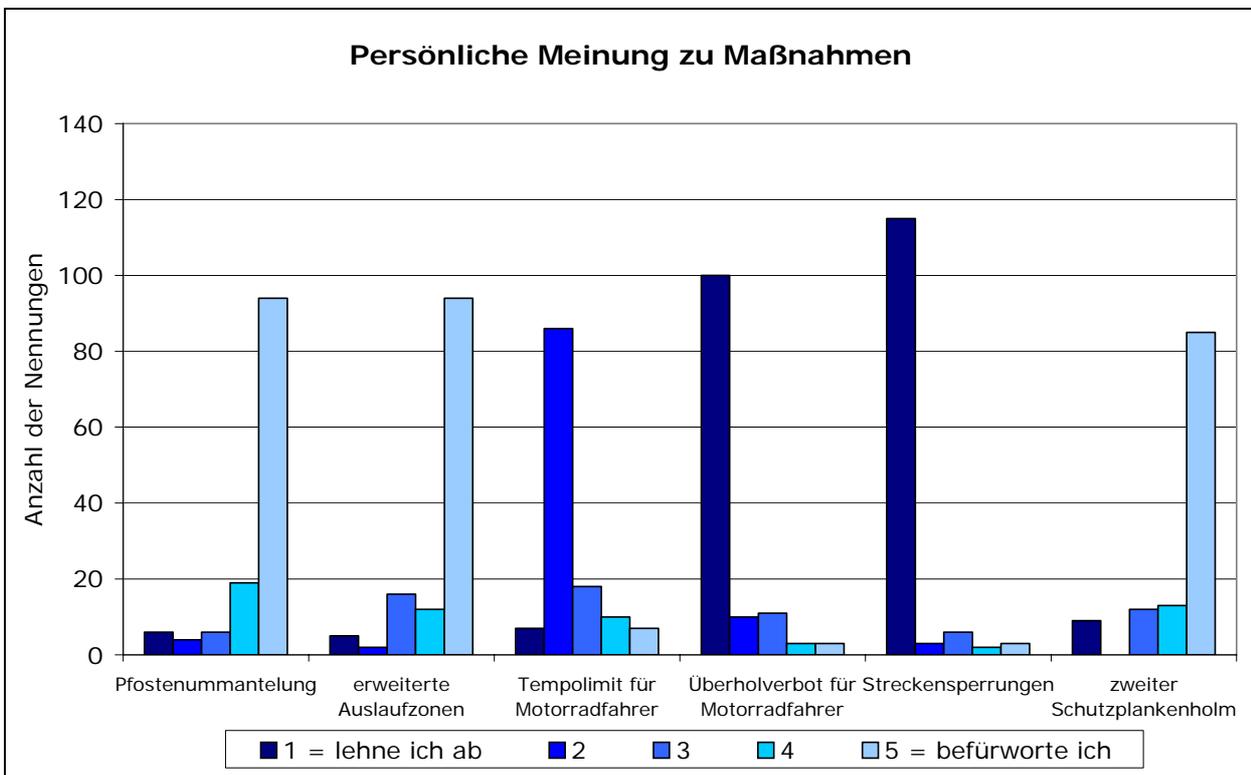


Abb. 3-7 Ergebnisse Fragebogen: Persönliche Meinung zu Maßnahmen zum Schutz von Motorradfahrern

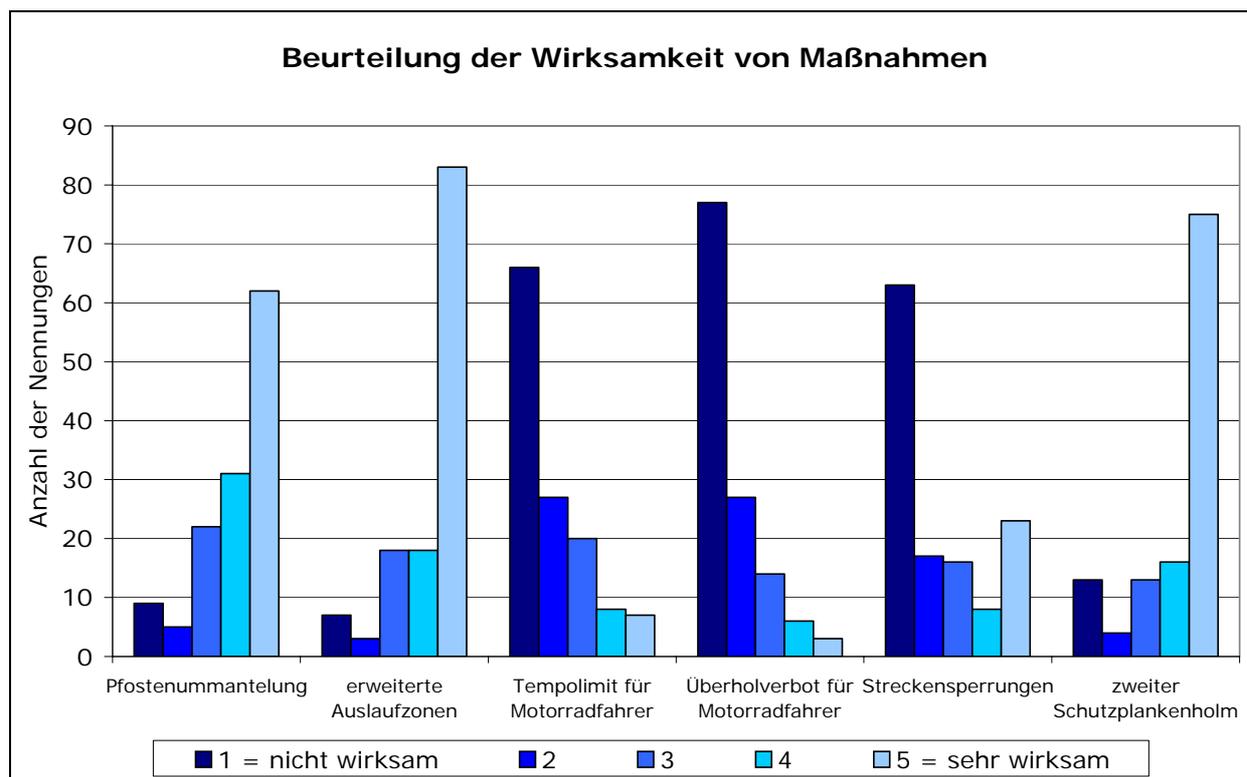


Abb. 3-8 Ergebnisse Fragebogen: Beurteilung der Wirksamkeit von Maßnahmen zum Schutz von Motorradfahrern

Das vorgezeichnete Bild aus der Abfrage der persönlichen Meinung zu Schutzmaßnahmen spiegelt sich auch in der Beurteilung der Wirksamkeit wieder (vgl. Abb. 3-8). So ist die größte Anzahl der Umfrageteilnehmer der Meinung, dass bauliche bzw. konstruktive Maßnahmen wirksamer zum Schutz von Motorradfahrern sind als Streckenverbote und / oder Streckensperrungen.

Leider gibt es keinen sichtbaren Grund für die unerwartet schlechte Beteiligung an der Fragebogenaktion, da sowohl die Verbreitung über die Zeitschrift „Motorrad“ mit einer Reichweite von über 500.000 Lesern als auch die Einstellung des Fragebogens in Internet mit Ankündigung in diversen Motorrad-Foren und Newsgroups durchaus erfolgversprechend erschienen. Es bleibt zu vermuten, dass zum einen das mit dem Betreuerkreis abgestimmte Fehlen von Incentives als auch mangelndes Interesse bzw. die Angst davor, dass die gesammelten Ergebnisse zu neuen Streckensperrungen führen könnten die Ursache sind. Aufgrund des beschränkten zeitlichen Rahmens, fehlender weitergehender Möglichkeiten und der vermutlich hohen Übereinstimmung der Ergebnisse mit der vorhandenen Unfallstatistik, wurde auf eine erneute Schaltung des Fragebogens verzichtet.

Ein weiterer Grund auf eine erneute Veröffentlichung des Fragebogens zu verzichten, war die

Annahme, dass auch dann der Rücklauf zu gering sein würde, um signifikante Ergebnisse zu erzielen. Stattdessen konzentrierten sich die Arbeiten im Folgenden hauptsächlich auf die von offizieller Seite gemeldeten unfallauffälligen Stellen und Bereiche.

4 Bereisung ausgewählter Unfallstrecken

4.1 Auswahl der zur Bereisung vorgesehenen Unfallhäufungen

Da – wie in Kapitel 3.6 erläutert – der Fragebogen keine weiteren Erkenntnisse bezüglich Unfallhäufungen mit Motorradbeteiligung lieferte, kann sich die weitergehende Untersuchung ausschließlich auf die durch die Länderministerien genannten Unfallschwerpunkte beschränken. Von den insgesamt 177 zur Verfügung stehenden Unfallschwerpunkten wurden zunächst 41 zur weiteren Bereisung ausgewählt. Die Unfallschwerpunkte wurden dabei so ausgewählt, dass möglichst viele in möglichst kurzer Zeit bereist werden konnten. Außerdem wurde bei der Auswahl darauf geachtet, dass nur Bereiche ausgewählt wurden, welche nach den Unfällen nicht schon baulich überarbeitet worden waren. Bei diesen ausgewählten Unfallhäufungen handelt es sich im Allgemeinen nicht um isolierte Unfallhäufungsstellen, sondern Unfallhäufungslinien mit einer Ausdehnung von 400 bis 8.000 m.

Im einzelnen sind dies:

UH-Nr.	Straße	von	nach
1.	-	HH Nincop/Nincoper Deich	
2.	B 57	Bedburg-Hau	
3.	L 486	Geldern	Wetten
4.	L 362	Kervendonk	Winnekendonk
5.	B 9	Kevelaer	Veert
6.	K 7	Rees	Haffen
7.	L 361	Goch	Weeze
8.	L 755	Altenbeken	
9.	L 751	Borchen	
10.	K 20	Etteln	Gellinghausen
11.	L 818	Atteln	Wewelsburg
12.	L 637	Büren	Rüthen
13.	B 50	Bernkastel-Kues	Longkamp
14.	B 50	Wittlich	Hupperath
15.	L 158	Veldenz	Mülheim
16.	B 48	Annweiler	Johanniskreuz
17.	B 48	Hochspeyer	Johanniskreuz

UH-Nr.	Straße	von	nach
18.	B 48	Hochspeyer	Johanniskreuz
19.	B 49	Hochspeyer	Waldleiningen
20.	B 37	Frankenstein	Hardenburg
21.	K 72	Schopp	Schmalenberg
22.	B 39	Weidenthal	Lambrecht
23.	L 514	Alsterweiler	Helmbach
24.	B 257	Altenahr	Gelsdorf
25.	B 257	Altenahr	Brück
26.	B 259	Cochem	Brauheck
27.	B 259	Cochem	Büchel
28.	L 98	Cochem	Landkern
29.	K 25	Cochem	Wirfus
30.	B 257	Adenau	Müllenbach
31.	B 258	Barweiler	Dorsel
32.	L 73	Fuchshofen	
33.	L 73	Antweiler	Schuld
34.	L 92	Adenau	Meuspath
35.	L 224	Bacharach	Rheinböllen
36.	B 413	Bendorf	Isenburg
37.	L 309/ 329	Montabaur	Neuhäusel
38.	L 313	Montabaur	Reckental
39.	K 89	Oberwesel	Langscheid
40.	B 42	Kaub	St. Goarshausen
41.	B 421	Zell (Mosel)	Schauren
42.	B 257	Bitburg	Daun

Tab. 4-1 Zur Bereisung ausgewählte UHS

Bei der Bereisung sollte zusätzlich zu der Erfassung der Trassierungsparameter darauf geachtet werden, ob es zusätzliche Streckeneigenschaften gibt, welche die UH als Gemeinsamkeiten aufweisen. Außer den Trassierungsparametern konnten aber keine quantifizierbaren Streckeneigenschaften identifiziert werden.

Erfasst wurden insbesondere geometrische Daten wie Kurvenradien, Längs- und Querneigung der

Fahrbahn, aber auch der optische Eindruck der Fahrbahnoberfläche erfasst werden. Eine weitere nicht zu vernachlässigende Rolle spielt die Charakteristik des Streckenverlaufs (Verlauf im Wald, auf offener Strecke etc.).

Ziel dieser Herangehensweise war es, einen Zusammenhang zwischen den einzelnen Parametern und dem Unfallpotenzial für Motorradfahrer herzu-leiten.

4.2 Verwendete Messverfahren

4.2.1 Tachymetrische Vermessung

Zunächst wurden einige kürzere Unfallhäufungsstrecken mit einem elektronischen Tachymeter vermessen. Dabei wurden Horizontalwinkel, Zenitwinkel und Distanzen gemessen.

Mit diesem Verfahren lassen sich mit hoher Genauigkeit die gewünschten Parameter Radius, Längs- und Querneigung bestimmen. Bei den vorgenommenen Messungen wurde auf beiden Straßenseiten jeweils in 5-m-Abständen ein Messpunkt platziert, was die gewünschte Genauigkeit sicherstellt.



Abb. 4-1 Verwendetes elektronisches Tachymeter

Bedingt durch diese Vorgehensweise und die technischen Rahmenbedingungen des Gerätes (max. Zielweite 200 m pro Messrichtung) sowie das bei längeren Messstrecken erforderliche Umsetzen der Messapparatur lässt sich mit diesem Verfahren eine maximale Messgeschwindigkeit von ca. einem Messpunkt/Minute erreichen. Hinzu kommt die Zeit für den Aufbau und die Einrichtung des Gerätes, welche beim Umsetzen an einem längeren Messzug erneut anfällt.

4.2.2 Vermessung mit GPS-Gerät

Mit Hilfe von GPS-Systemen lassen sich sehr genau einfach und kostengünstig globale Koordinaten bestimmen. Dazu werden mit Hilfe eines GPS-Empfängers die von den amerikanischen GPS-Satelliten ausgesandten Daten empfangen, ausgewertet und daraus die Position des Empfängers bestimmt. Die Qualität der Standortbestimmung hängt ab von der Anzahl der empfangenen Satelliten, welche wiederum abhängig ist von den „Sichtverhältnissen“ zum Himmel. Hierbei spielen insbesondere Abschattung durch Bebauung, Geländeformationen (z.B. Taleinschnitte) aber auch Bewaldung und/oder Bewölkung eine entscheidende Rolle (siehe dazu Abb. 4-2)



Abb. 4-2 Schlechte Empfangsvoraussetzungen für GPS-Geräte, Felswand und Bewaldung

Im Rahmen dieses Projektes sollte nun versucht werden, mit Hilfe von herkömmlichen / handelsüblichen GPS-Empfängern Koordinaten von Unfallhäufungsstrecken zu bestimmen und daraus die gewünschten Parameter Radius, Längs- und Querneigung zu bestimmen.

Dazu wurde folgender Messaufbau verwendet:

- PocketPC HP Jornada 540
- CompactFlash GPS-Empfänger mit aktiv Außenantenne
- Terminalsoftware zur Aufzeichnung der empfangenen GPS-Daten im NMEA-Format
- Fahrzeug mit Sicherungseinrichtung zur Eigen-sicherung (Rundumleuchte, Flasher und Reflektoren)



Abb. 4-3 Verwendetes Messfahrzeug

Die Aktivaußenantenne wurde an der rechten Fahrzeugseite auf dem Dach befestigt und die ausgewählte Unfallhäufungsstrecke mit dem Messfahrzeug mit einer Geschwindigkeit von ca. 15 bis 20 km/h (ca. 5 bis 6 m/s) befahren. Bei einer Datenaktualisierungsgeschwindigkeit von 1 Hz resultiert daraus eine Messgeschwindigkeit von einem Messpunkt pro Sekunde. Bei dieser Art der Messeinrichtung entfällt weitestgehend die Zeit für den Messaufbau, was zu einer insgesamt mehr als 60-fach höheren Messgeschwindigkeit im Vergleich zum tachymetrischen Verfahren führt.



Abb. 4-4 GPS-Gerät im Fahrzeug

Durch Vergleichsmessungen an gleichen Unfallhäufungspunkten hat sich herausgestellt, dass die Genauigkeit der Vermessung mit Hilfe des GPS-Gerätes zur Bestimmung der Kurvenradien und der Längsneigung als ausreichend betrachtet werden kann, die Querneigung aufgrund der starken Störanfälligkeit des Systems und wegen systembedingter Mängel jedoch nicht hinreichend genau bestimmt werden kann. (vgl. Abb. 4-5).

Da dieser Umstand jedoch schon im Vorhinein bekannt war, wurden bei den Messfahrten durch optische Kontrolle ggf. vorhandene fehlerhafte Querneigungen ermittelt.

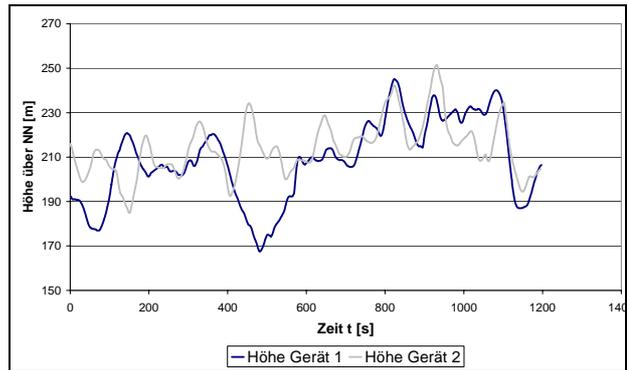


Abb. 4-5 Vergleich Höhenmessung von zwei baugleichen GPS-Geräten am selben Ort zur selben Zeit

Ebenfalls durch optische Kontrolle wurde während der Messfahrten der Straßenzustand ermittelt und z.T. in Fotos festgehalten.

4.3 Ergebnisse der Bereisungen

Die Beobachtungsergebnisse der einzelnen Messfahrten können dem Anlagenband entnommen werden. Eine übergreifende Zusammenfassung für die einzelnen Kriterien wird in den Kapiteln 4.3.1 bis 4.3.4 vorgestellt.

4.3.1 Radien

Bei den untersuchten Unfallhäufungsstellen waren i.d.R. Radien von unter 200 m vorhanden. Bei einem großen Teil der Strecken gab es darüber hinaus auch Kurvenradien zwischen 50 und 100 m, stellenweise waren auch Kurvenradien um 10 m (Serpentinen) zu verzeichnen.

Da es sich bei diesen Strecken häufig um „gewachsene Trassierungen“ handelt, wurde in vielen Fällen auch das Fehlen von Klotoiden sowie die direkte Aufeinanderfolge von entgegengesetzten Kreisbögen festgestellt. Diese Art der Trassierung entspricht nicht den heute gültigen Richtlinien des Straßenbaus (vgl. [14]) und sollte somit bei aktuellen Neubauten nicht mehr anzutreffen sein. Da jedoch ein großer Teil der sog. Motorradstrecken eine „gewachsene Trassierung“ aufweist, wird diese auch bei den folgenden Betrachtungen noch berücksichtigt.

4.3.2 Längsneigung

Ein großer Teil der untersuchten Strecken weist eine Längsneigung zwischen 4 und 8 % auf, aber auch im mittel- und norddeutschen Flachland

konnten Unfallhäufungspunkte ohne Steigungen ausfindig gemacht werden, allerdings weisen diese dann in vielen Fällen eine „zügige“ Trassierung auf.

4.3.3 Querneigung

Durch Beobachtung während der Fahrt hinterließen einige Streckenabschnitte den Eindruck, als ob sie eine fahrdynamisch ungünstige Querneigung aufweisen würden. Dies ließ sich aber mit der erzeugten GPS-Daten nicht verifizieren.

4.3.4 Streckencharakteristik

Der überwiegende Teil der untersuchten Strecken wies eine „natürliche“ Trassierung auf, d.h. der Streckenverlauf folgt im allgemeinen den äußeren Gegebenheiten, wie z.B. Flussläufen etc., unter weitgehendem Verzicht auf technisch anspruchsvolle Kunstbauwerke (z.B. Talbrücken).

4.4 Analyse der Unfalldaten und der Bereisungsdaten

4.4.1 Allgemeine Auswertungen

Die hier vorgenommenen allgemeinen Auswertungen beziehen sich auf die o.g. Unfallschwerpunkte mit Ausnahme derer aus Rheinland-Pfalz, da diese in den folgenden Kapiteln noch einer detaillierteren Betrachtung unterzogen werden. Diese Auswertung dient damit nur zur Verifizierung der Ergebnisse und soll die Beurteilung erleichtern, inwieweit die Ergebnisse aus unterschiedlichen Regionen vergleichbar sind.

4.4.1.1 Unfallschwere

An den insgesamt 177 Unfallhäufungen ereigneten sich 467 Unfälle mit 758 Beteiligten. Die Anzahl der Getöteten beträgt 37, die Anzahl der Schwerverletzten 295 und die der Leichtverletzten 251. Insgesamt kann man sehen, dass deutlich über 50% der Unfälle einen schweren Personenschaden zur Folge hatten (vgl. Abb. 4-6).

4.4.1.2 Verteilung über die Wochentage/Monate

Die Verteilung der Unfälle nach Wochentagen ergibt das erwartete Bild. So ereigneten sich rund 2/3 der Unfälle am Wochenende (Freitag bis Sonn-

tag). Ebenso hoch ist der Anteil der Unfälle die sich in den motorradfreundlichen Monaten Mai bis September ereigneten. Dadurch liegt die Vermutung nahe, dass es sich bei den allermeisten Unfällen, welche sich an Unfallhäufungen ereignen um Freizeitunfälle handelt.

4.4.1.3 Straßenzustand / Lichtverhältnisse

Da das Motorrad meist nur eingesetzt wird, wenn das Wetter und die Straßenverhältnisse gut sind, verwundert auch das Ergebnis der Auswertung dieser Kriterien nicht; so ereigneten sich jeweils 90% der Unfälle an den Unfallschwerpunkten sowohl bei Trockenheit, als auch bei Tageslicht (vgl. Abb. 4-7 und Abb. 4-8). Dies lässt den Umkehrschluss zu, dass an den unfallauffälligen Strecken schlechte Witterung bzw. Sichtverhältnisse keinen Maßgebenden Einfluss auf die Unfallhäufung haben.

4.4.1.4 Charakteristik der Unfallstelle (lt. Unfallbogen)

Rund die Hälfte aller ausgewerteten Unfälle ereignete sich in einer Kurve und über ein Drittel in der Steigung bzw. im Gefälle (s. Abb. 4-9). Dies unterstützt die Vermutung, dass die Trassierung einen Einfluss auf die Unfallhäufigkeit haben könnte. Durch die Auswertung von nur dem erstgenannten Kriterium ist es jedoch nicht möglich Kombinationen zwischen den einzelnen Kriterien zu bilden, so dass keine Aussage über das Zusammenwirken von beispielsweise Gefälle/Steigung und Kurve getroffen werden kann.

4.4.1.5 Anzahl der Beteiligten

Über die Hälfte der untersuchten Unfälle sind Alleinunfälle, bei denen es auch im Verlauf des Unfalls zu keiner weiteren Fremdbeteiligung kommt. Auch bei den Unfällen mit 2 und mehr Beteiligten kann nicht ausgeschlossen werden, dass es sich bei dem zweiten Beteiligten um einen am eigentlichen Unfallgeschehen Unbeteiligten handelt, der nicht ursächlich in den Unfall verwickelt wurde (z.B. Kollision mit rutschendem Motorrad etc.). (siehe Abb. 4-10)

4.4.1.6 Alter des Verursachenden

Den größten Anteil mit etwas über 40% stellt die Gruppe der 31 bis 40jährigen; den zweitgrößten Anteil mit rund 25% die Gruppe der 21 bis 30jährigen. Im Allgemeinen wird davon ausgegan-

gen, dass gerade die letztgenannte Gruppe der „jugendlichen Raser“ zu denjenigen gehört, welche durch ihre geringe Fahrpraxis die meisten Unfälle verursachen. Beim Motorrad scheint sich dies jedoch zu relativieren, da es gerade in den letzten Jahren vermehrt Neu- und Wiedereinsteiger in den höheren Altersgruppen gab und auch immer noch gibt. Einen direkten Zusammenhang zwischen Unfallhäufungen und „normalen“ Motorradunfällen kann man in diesem Fall nicht herleiten, da die Vergleichsgruppe fehlt.

4.4.1.7 Ortslage

Insgesamt 98% der hier betrachteten Unfälle ereigneten sich im Außerortsbereich (s. Abb. 4-11). Dies liegt zum einen mit Sicherheit an der Auswahl der Unfälle, welche für dieses Projekt zur Verfügung gestellt wurden, da ein Zusammenprall mit Schutzplanken Innerorts kaum vorkommt.

4.4.1.8 Unfalltypenverteilung

Bei der Verteilung der Unfalltypen zeigt sich ein deutliches Übergewicht des Unfalltyp 1 – Fahrnfall, gefolgt vom Unfalltyp 6 – Unfall im Längsverkehr. Der erstgenannte Typ ist dabei meist ein Alleinunfall, was sich auch deutlich an Zahlen der

Unfallbeteiligten widerspiegelt, welche sich deutlich äquivalent zu den Unfalltypen darstellen (s. Abb. 4-12). Auch das deutliche Übergewicht des Unfalltyp 1, legt die Vermutung nahe, dass das Unfallgeschehen an Unfallhäufungen mit der Trassierung der Fahrbahn in diesem Bereich zusammenhängt.

4.4.1.9 Unfallarten

Die am häufigsten aufgetretene Unfallart ist das Abkommen von der Fahrbahn nach rechts. Darauf folgt der Zusammenstoß mit einem entgegenkommenden Fahrzeug und das Abkommen von der Fahrbahn nach links. Betrachtet man diese Unfallarten aufgrund ihres Verlaufs beide als Abkommensunfälle, so macht insgesamt diese Unfallart rund 2/3 aller Unfälle aus (vgl. Abb. 4-13).

4.4.1.10 Aufprall auf Hindernis

Der größte Teil der ausgewerteten Unfälle (61,1%) hatte keinen Anprall an ein Hindernis zur Folge; aber immerhin 27,8% der Verunfallten hatten einen Anprall gegen eine Schutzplanke aufzuweisen. (vgl. Abb. 4-14). Dies zeigt deutlich den Handlungsbedarf bezüglich der Motorradfreundlichkeit der passiven Schutzeinrichtungen im Bereich von Motorradunfallhäufungen.

4.4.2 Diagramme der Allgemeine Auswertung

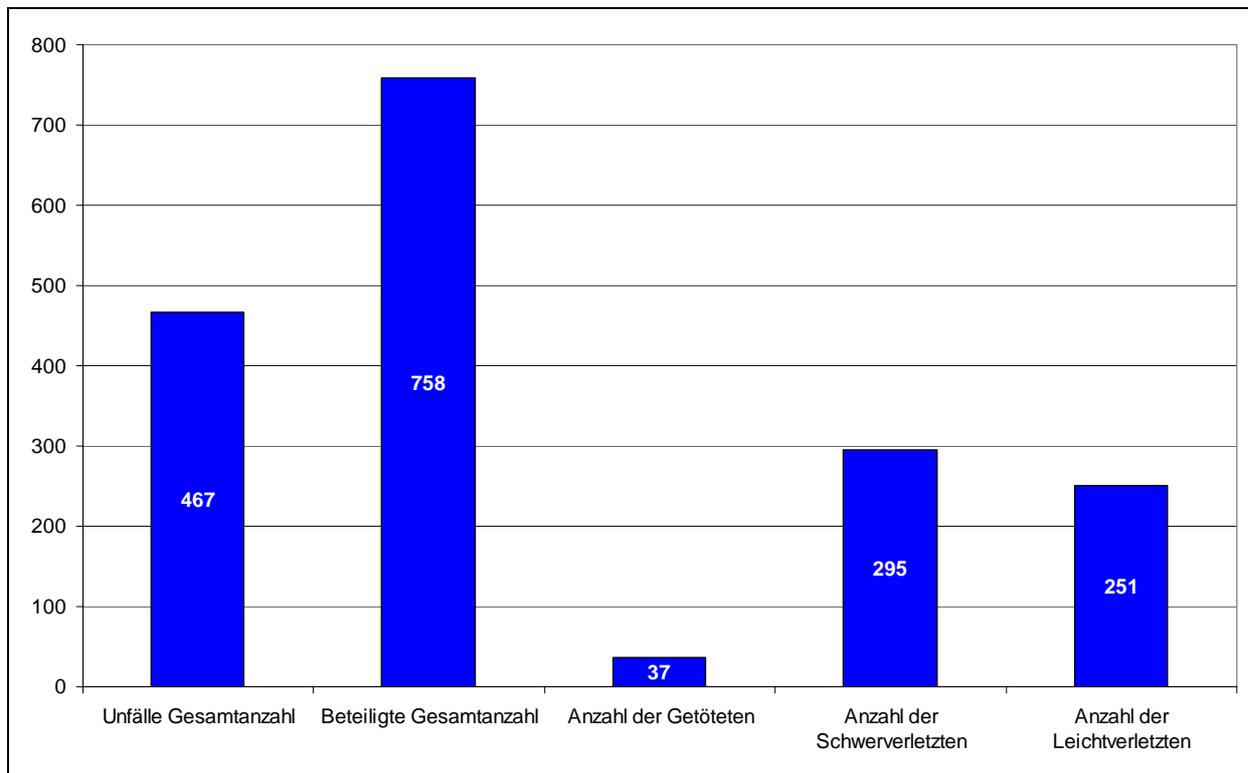


Abb. 4-6 Anzahl der Unfallbeteiligten und Unfallfolgen

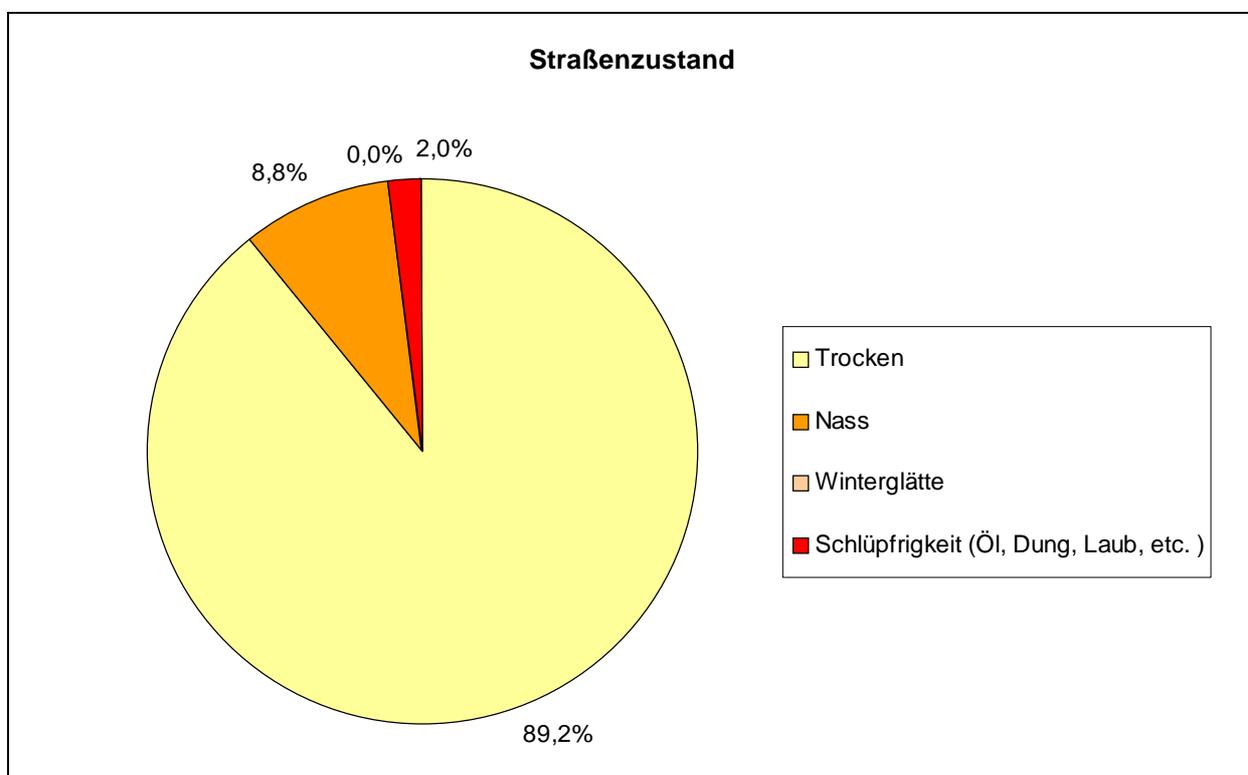


Abb. 4-7 Straßenzustand zum Unfallzeitpunkt

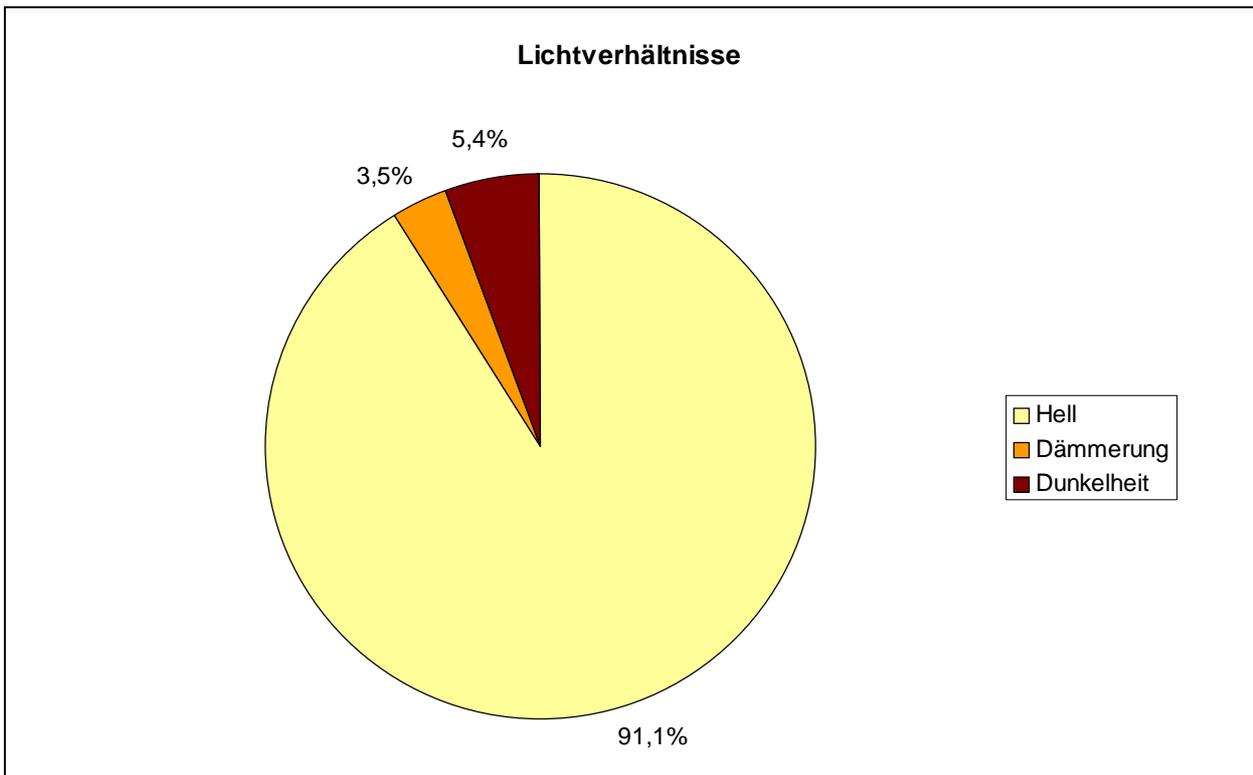


Abb. 4-8 Lichtverhältnisse zum Unfallzeitpunkt

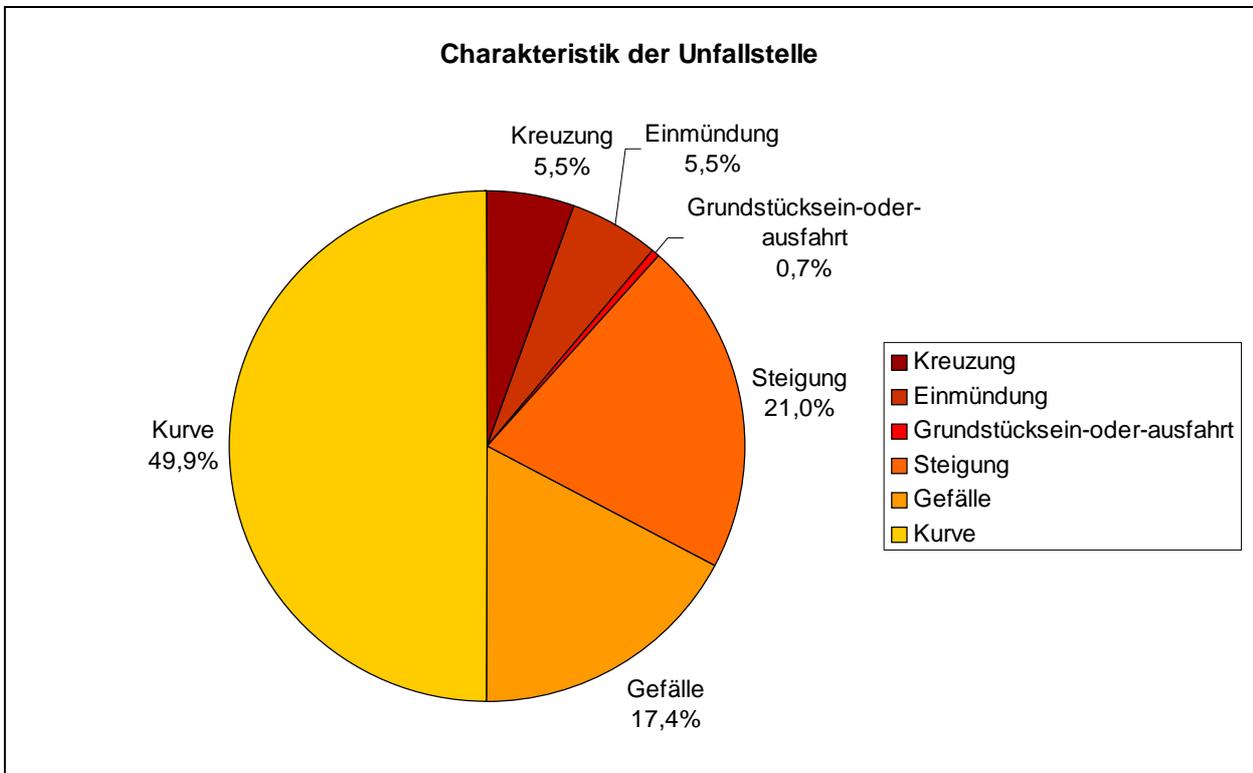


Abb. 4-9 Charakteristik der Unfallstelle

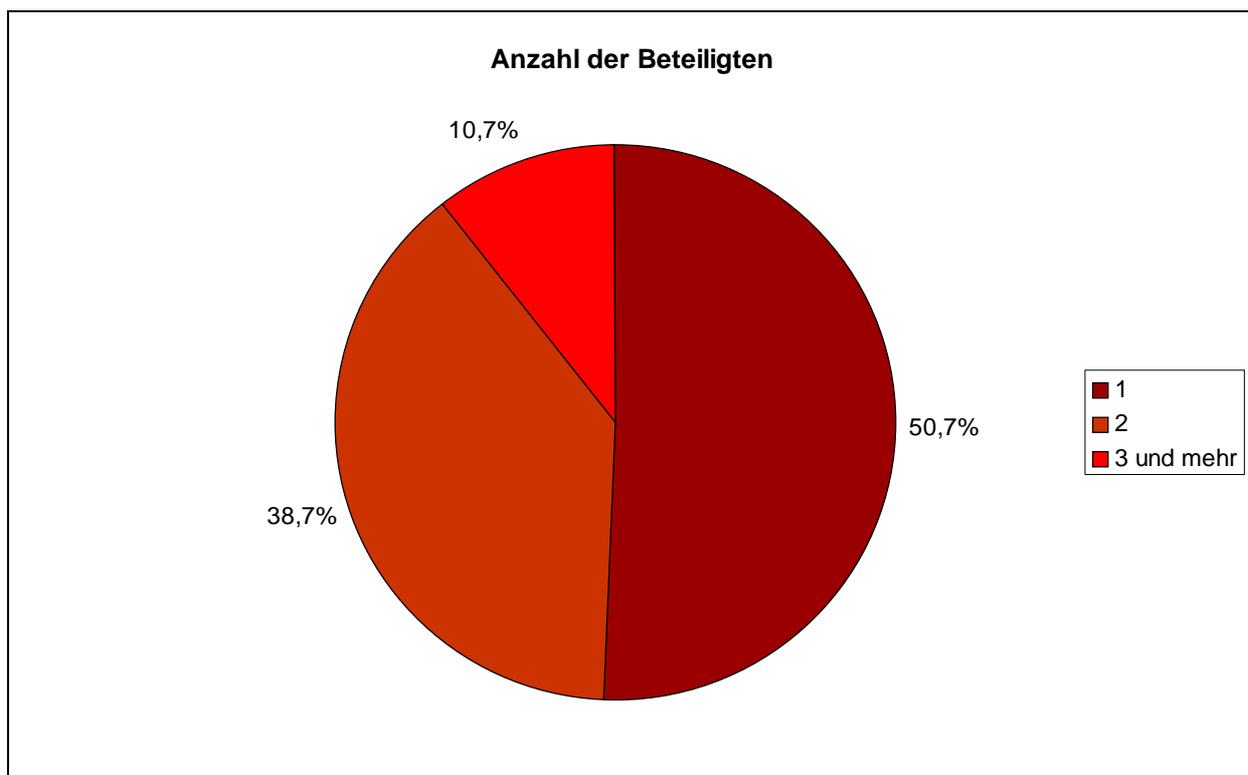


Abb. 4-10 Anzahl der Unfallbeteiligten

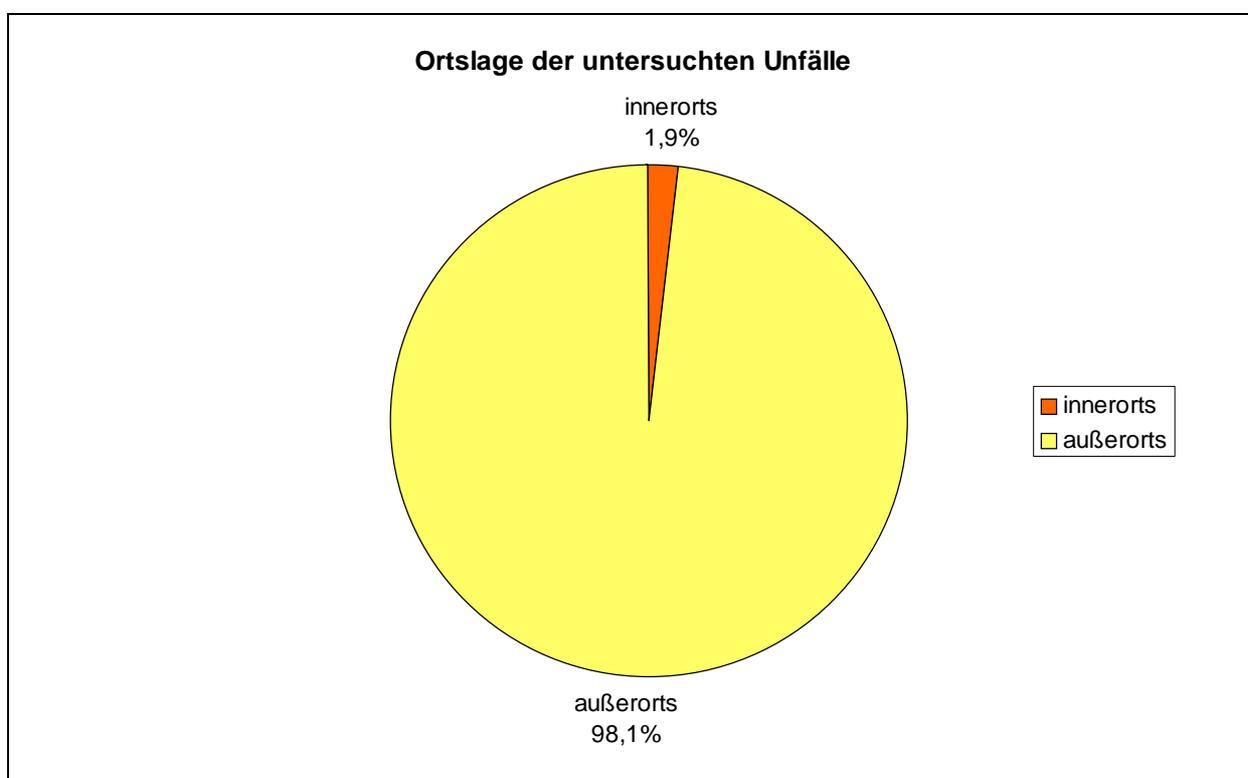


Abb. 4-11 Ortslage der untersuchten Unfälle

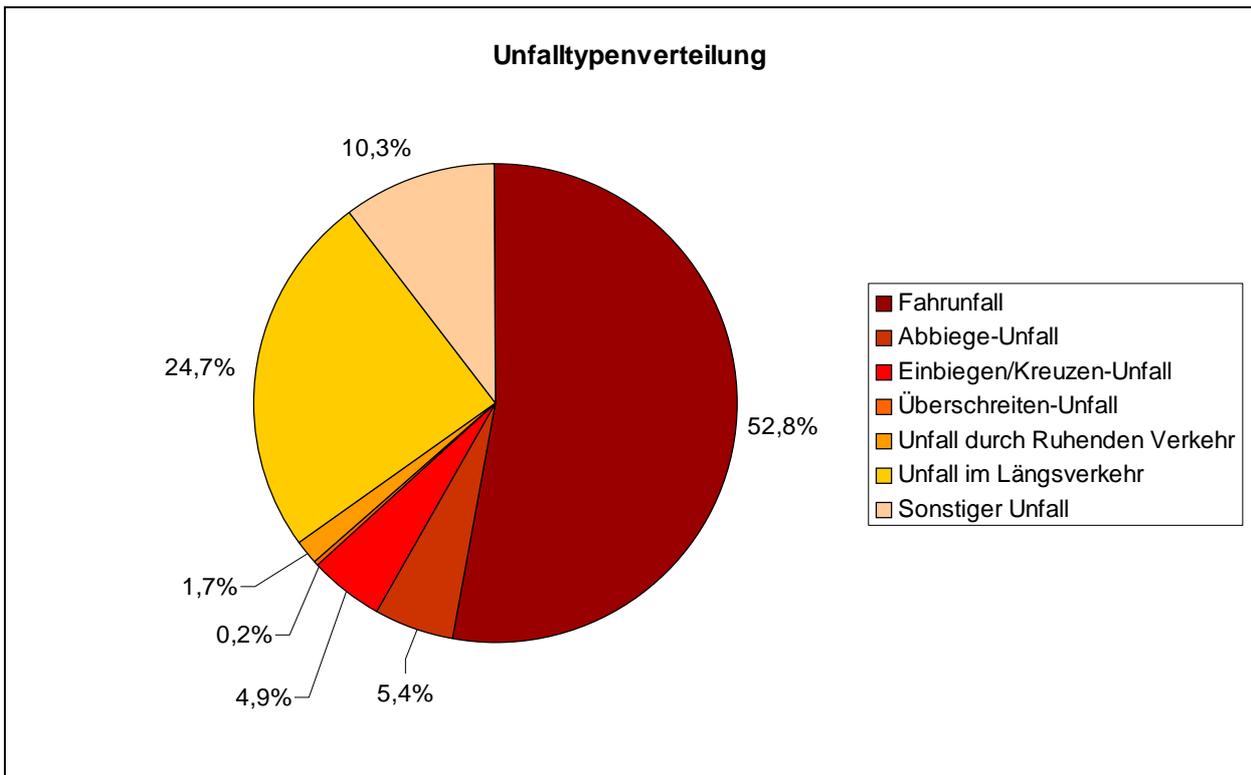


Abb. 4-12 Unfalltypenverteilung

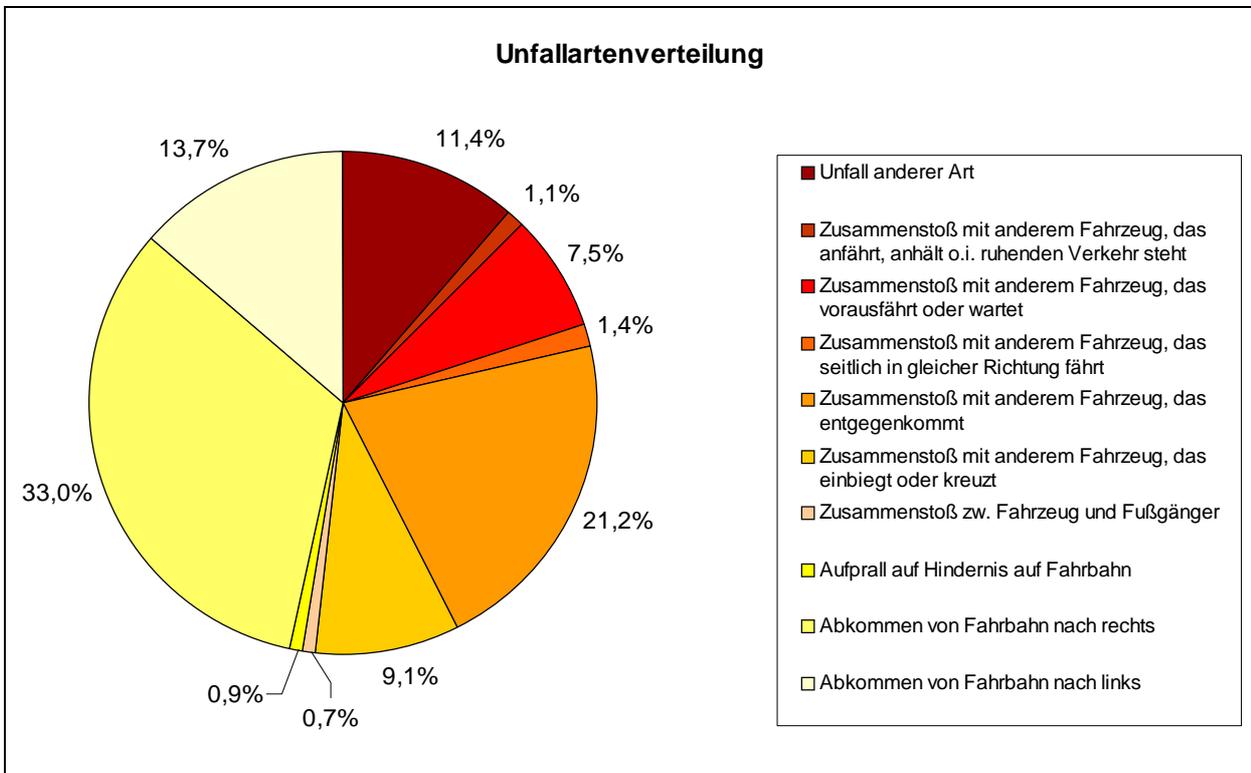


Abb. 4-13 Unfallartenverteilung

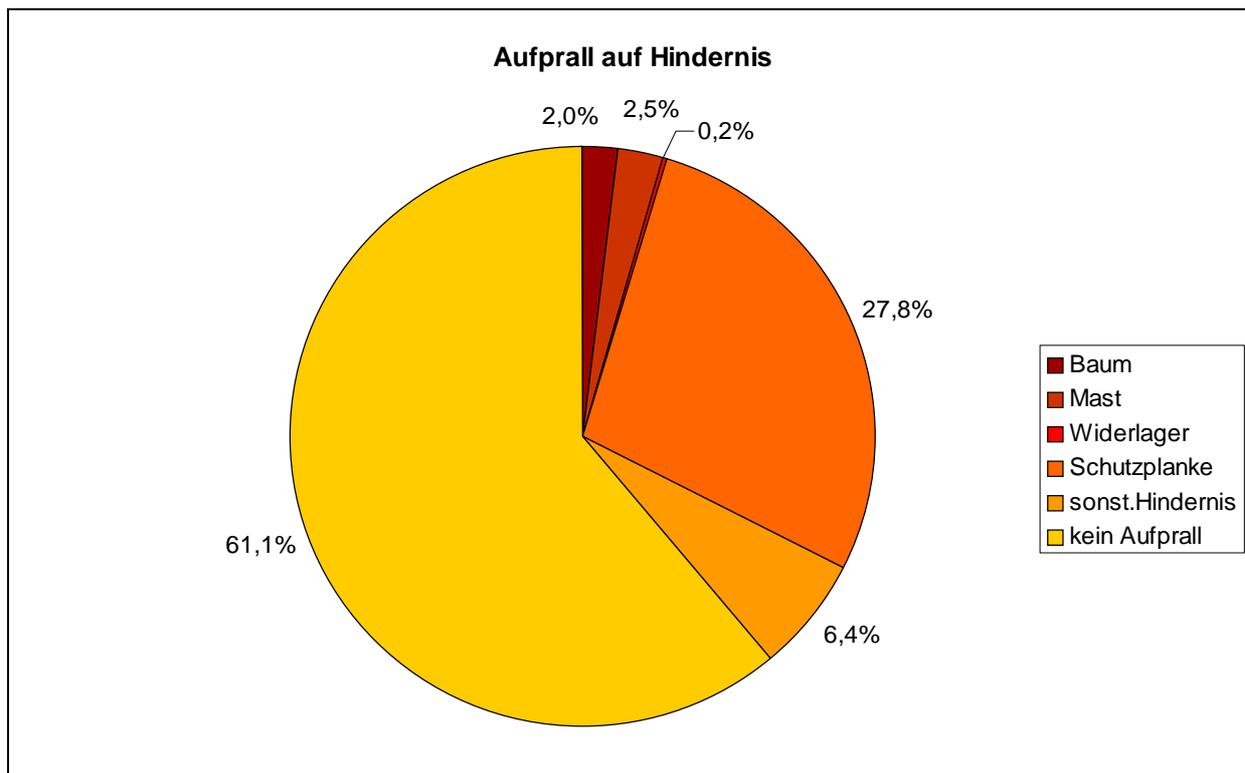


Abb. 4-14 Aufprall auf Hindernis

4.4.3 Auswertung der Messfahrten

Betrachtet man die Ergebnisse der unterschiedlichen Messfahrten, so muss man feststellen, dass die Genauigkeit der GPS-Daten nicht ausreichend ist, um die gewünschten Kriterien zu bestimmen und auszuwerten. In den Abb. 4-15 bis Abb. 4-18 werden exemplarisch die grafische Darstellung einzelner Messfahrten dargestellt.

So ist es aufgrund der GPS-Systembedingten Abweichungen zum Beispiel nicht möglich, die exakte Querneigung der Fahrbahn zu bestimmen. Dies wäre aber nötig, um eine Aussage über die Überhöhung treffen zu können. Ebenso lassen sich weder die exakte Längsneigung noch die genauen Kurvenradien bestimmen. Letztere sind nur auf sehr umständliche Weise aus der grafischen Darstellung der Messpunkte in einem CAD-System durch Annäherung zu berechnen.

Deutlich sichtbar ist auch, dass sich die Linien, die den linken und den rechten Fahrbahnrand darstellen in einigen Bereichen überschneiden. Auch dieses Phänomen ist auf die nicht hinreichend hohe

Messgenauigkeit des verwendeten GPS-Systems zurückzuführen.

Allerdings sind die ermittelten Daten relativ gut geeignet sich einen Überblick über den gesamten Bereich und die Lage der einzelnen Unfälle zu verschaffen.

So lässt sich z.B. in Abb. 4-17 deutlich erkennen, dass sich die Unfälle vorwiegend im Kurvenbereich zwischen mehreren längeren Geraden ereignet haben. In Abb. 4-18 ist eine andere Art des Streckenverlaufs zu sehen; hier ereigneten sich die Unfälle hauptsächlich im Bereich eines sehr kurvigen Streckenabschnittes. Die Bereiche davor und dahinter waren deutlich weniger kurvig.

Die Bereisung lieferte Hinweise darauf, dass Zusammenhänge zwischen Trassierung und Unfallhäufigkeit bestehen, es aber trotzdem vielfältige Ursachen für einen Unfall gibt. Um diese Ursachen weiter einzugrenzen und Gemeinsamkeiten zwischen den Unfällen herzuleiten, muss eine große Anzahl an Unfällen statistisch untersucht werden; dies geschieht in folgenden Kapitel 5.

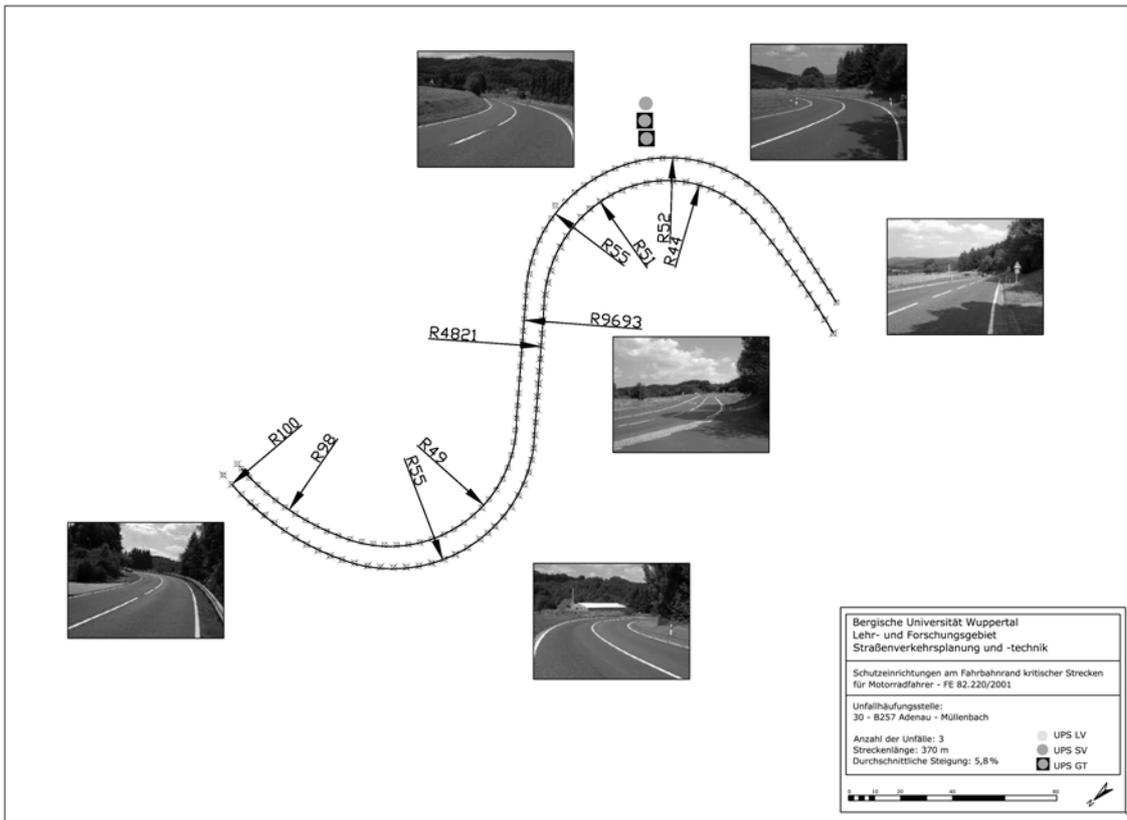


Abb. 4-15 Beispiel für die Streckenverlaufsaufnahme per GPS

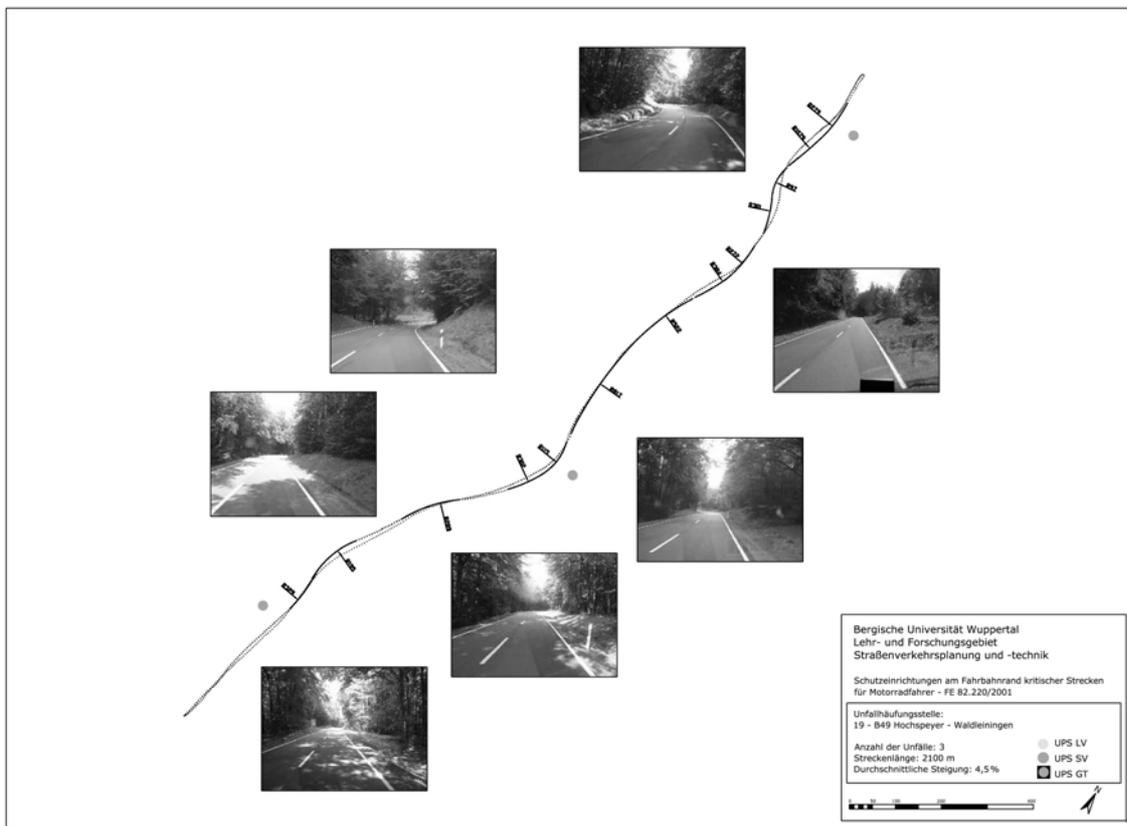


Abb. 4-16 Beispiel für die Streckenverlaufsaufnahme per GPS

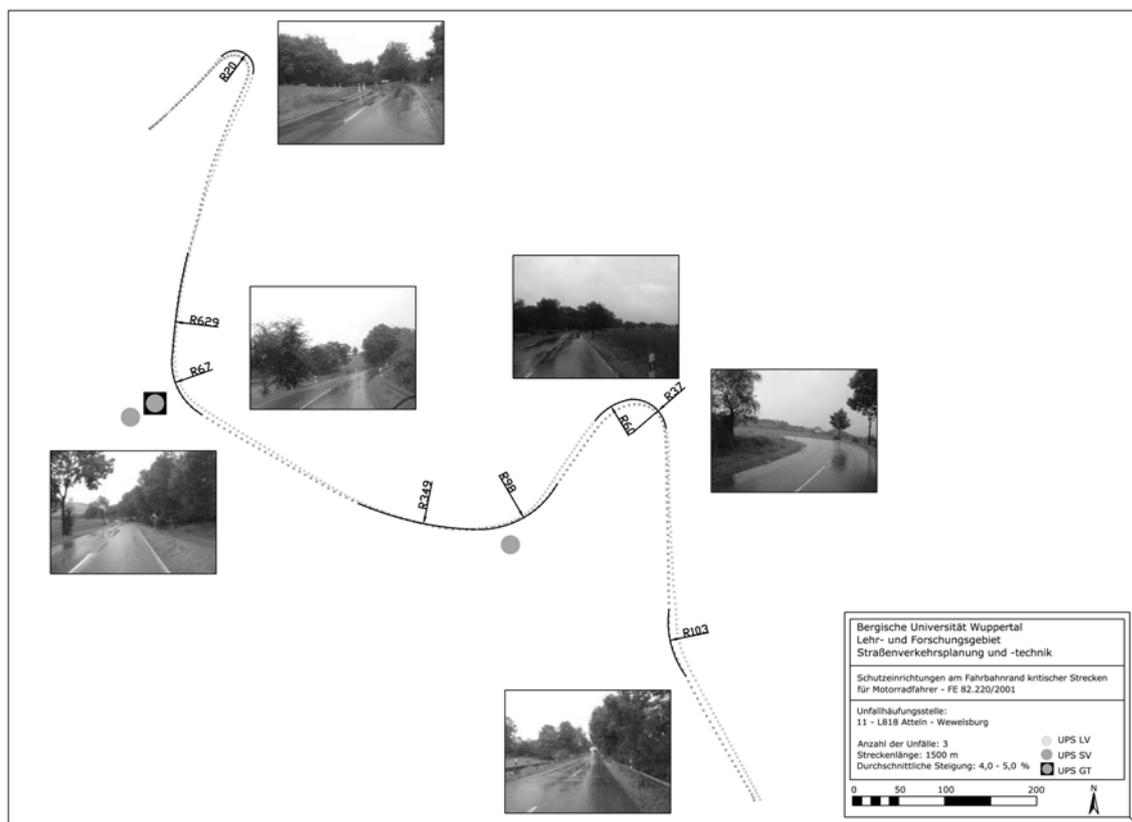


Abb. 4-17 Beispiel für die Streckenverlaufsaufnahme per GPS

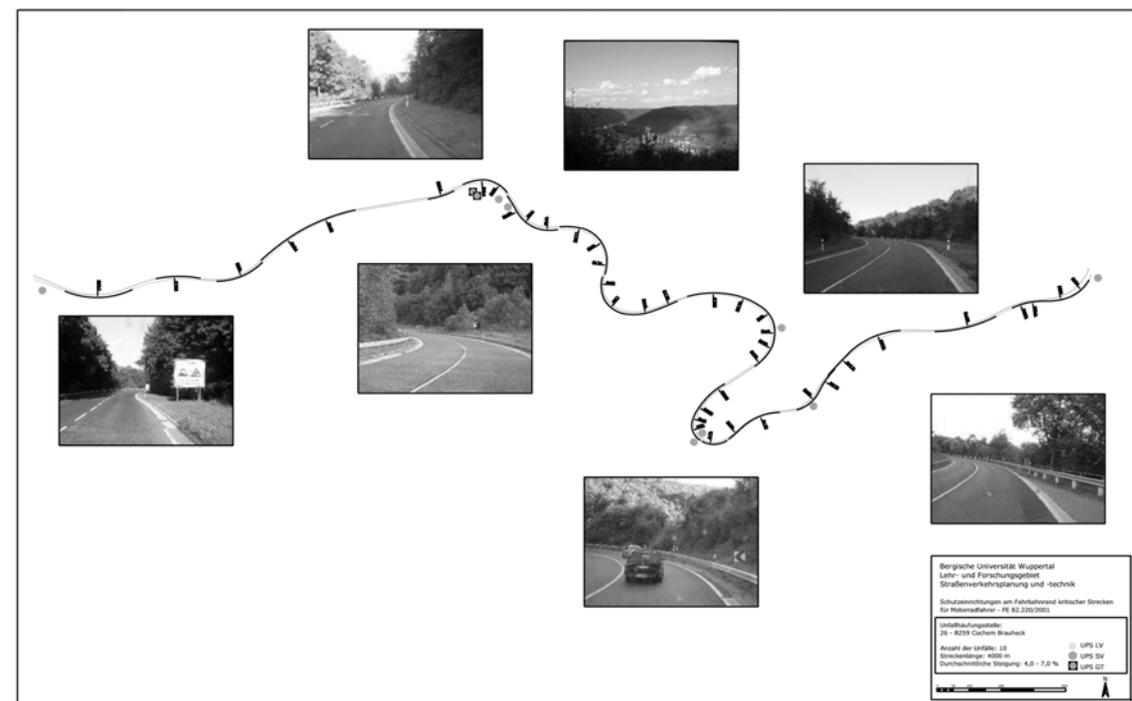


Abb. 4-18 Beispiel für die Streckenverlaufsaufnahme per GPS

5 Untersuchung der Streckengeometrie ausgewählter Unfallstrecken

5.1 Auswahl der Strecken

Wegen der erforderlichen Untersuchungstiefe und dem dafür notwendigen Vorliegen digitaler Trassierungsdaten, wurde für die weiteren Auswertungen nur noch Datenmaterial aus Rheinland-Pfalz verwendet.

In Rheinland-Pfalz sind sowohl die Unfalldaten in digitaler Form vorhanden (System UnfAS), als auch die Trassierungsdaten sämtlicher klassifizierten Straßen. Diese bestehen aus Quer- und Längsneigung, Kurvenradius, Anzahl und Breite der Fahrspuren sowie, sofern vorhanden, den Klotoidenparametern der Übergangsbögen. Dadurch wird es möglich im Bereich der ausgewählten Unfallhäufungsstellen weitergehende Untersuchungen der Fahrbahngeometrie durchzuführen.

5.1.1 Vorgehensweise

Ausgewählt wurden die Unfallhäufungsstellen unter zu Hilfenahme der „optischen Unfalldichte“ gemäß des vorläufigen Entwurfs der „Hinweise für Maßnahmen gegen Motorradunfälle“ des FGSV Arbeitskreises 3.8.6 „Motorradunfälle“ [11]. Dabei werden die Unfalltypensteckkarten der untersuchten Streckenabschnitte in einem geeigneten Maßstab zunächst rein visuell (d.h. durch bloßes „Anschauen“) auf Anhäufungen von Motorradunfällen untersucht ohne zunächst genauere Abstandskriterien etc. zu beachten. Im nächsten Schritt werden dann die so ausgewählten Bereiche anhand der Auswahlkriterien aus Kap 5.1.2 verifiziert.

Ausgenommen von dieser Betrachtung sind Innerortsbereiche sowie Knotenpunkte. Dies ist zum einen aus dem Grund geschehen, dass die in diesem Projekt untersuchten Schutzzeineinrichtungen, sowohl im innerstädtischen Raum, als auch im Bereich von plangleichen Knotenpunkten eine untergeordnete Rolle spielen. Diese Vorannahme wurde auch durch die nachfolgenden Untersuchungen bei denen sich herausstellte, dass bei nur 0,1% aller Unfälle an Kreuzungen ein Schutzplankenkontakt stattgefunden hat, bestätigt.

Die Untersuchung beinhaltet prinzipiell nur den Unfalltypen 1 (Fahrerunfall) gemäß dem Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen [12], da bei diesem Unfalltyp i.d.R. von einem Alleinunfall ohne Fremdeinwirkung ausgegangen werden

kann. Dies ist Voraussetzung dafür, dass überhaupt von einem eventuellen Einfluss der Trassierungsparameter auf das Unfallgeschehen ausgegangen werden kann.

5.1.2 Auswahlkriterien

Nach der Durchführung der visuellen Untersuchung der Unfalltypensteckkarte, wurden die gefundenen Unfallhäufungen weiterhin untersucht, ob sie den Kriterien des Leitfadens „Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit auf Motorradstrecken“ [13] genügen. In diesem werden die folgenden Werte als Kriterium zur Einstufung als „unfallauffällig“ vorgeschlagen:

- Punktuell auftreten von mindestens 3 Motorradunfällen mit Personenschaden oder mindestens 2 Motorradunfällen mit schwerem Personenschaden oder
- linienhaftes Auftreten von mindestens 3 Motorradunfällen mit schwerem Personenschaden auf einem Streckenabschnitt von 1km Länge

in einem 5-Jahres Zeitraum.

Dabei wurde das Kriterium der Unfallhäufungslinie so angewendet, dass der Maximalabstand zwischen 2 Unfällen 500m betragen durfte. Die Länge einer Unfallhäufungslinie ist dabei nicht auf 1000m beschränkt, sondern kann auch mehrere Kilometer lang sein.

Der 5-Jahres Zeitraum, der für diese Auswertung als Auswertekriterium herangezogen wurde, widerspricht zwar den Vorgaben zur allgemeinen Auswertung von Unfalltypensteckkarten ([12]), wo nur ein 3-Jahres Zeitraum vorgesehen ist. Da der Motorradunfall u.a. bedingt durch die geringeren Zulassungszahlen jedoch ein seltenes Ereignis ist, jedoch mit vergleichsweise schwerwiegenderen Folgen, erscheint die Ausweitung des Betrachtungszeitraumes durchaus als gerechtfertigt.

Auch zeigte eine Probeauswertung zum Vergleich der beiden Zeiträume, dass die Anzahl der gefundenen Unfälle im Extremfall um bis zu 250% ansteigt (Anzahl der UH um 430%).

Dies sollte jedoch nicht dazu verleiten, in der Praxis den Betrachtungszeitraum beliebig zu erweitern, da dadurch nicht nur der Bearbeitungsaufwand vor Ort extrem ansteigt, sondern auch die Genauigkeit der Daten nicht mehr gewährleistet ist. Dies resultiert daher, dass sich viele Einflussfaktoren an einer Straße, wie z.B. Querneigung oder Oberflächenbeschaffenheit durch Um- oder Ausbauarbeiten ändern können. Insgesamt erscheint

jedoch ein Betrachtungszeitraum von 5 Jahren als angemessen und vertretbar.

Insgesamt konnten durch diese Auswertung 595 Unfälle an 68 UHS und 63 UHL herausgearbeitet werden. Die folgenden Untersuchungen wurden, wenn nicht ausdrücklich darauf hingewiesen wird, nicht getrennt nach Unfallhäufungsstellen und Unfallhäufungslinien durchgeführt. Aus diesem Grund wird im Folgenden die Abkürzung UH für Unfallhäufung verwendet und beinhaltet dann sowohl UHS als auch die gefundenen UHL.

Die herausgearbeiteten 595 Unfallhäufungen werden in den folgenden Kapiteln drei verschiedenen Auswertungen unterzogen. Die erste Auswertung ist eine allgemeine Auswertung der Daten, welche durch die polizeiliche Unfallaufnahme erfasst werden. Dies entspricht auch der Auswertung der Unfallhäufungen in Kap 4.4, bei welchen allerdings für

weitere Auswertungen die Trassierungsdaten fehlten.

Die darauf folgende Analyse der Daten bezieht sich auf die Farbahngeometrie unmittelbar am Unfallort bzw. je nach Fahrtrichtung in definierten Abschnitten davor, um den Einleitungspunkt des Unfalls bei der Auswertung auch mit abzudecken. Diese Betrachtung der Daten erfolgt weitestgehend punktuell.

Die letzte der drei Auswertungen stellt einen Zusammenhang her zwischen den Trassierungsparametern der Abschnitte in denen sich die Unfälle ereignet haben mit Vergleichsdaten von Strecken auf denen keine Unfallauffälligkeiten zu verzeichnen sind. In dieser Auswertung werden linienhaftere Auswertekriterien betrachtet; außerdem wird dabei der unterschiedlichen Streckenlänge von UHS und UHL Rechnung getragen.

5.1.3 Beispiele aus Unfalltypensteckkarten

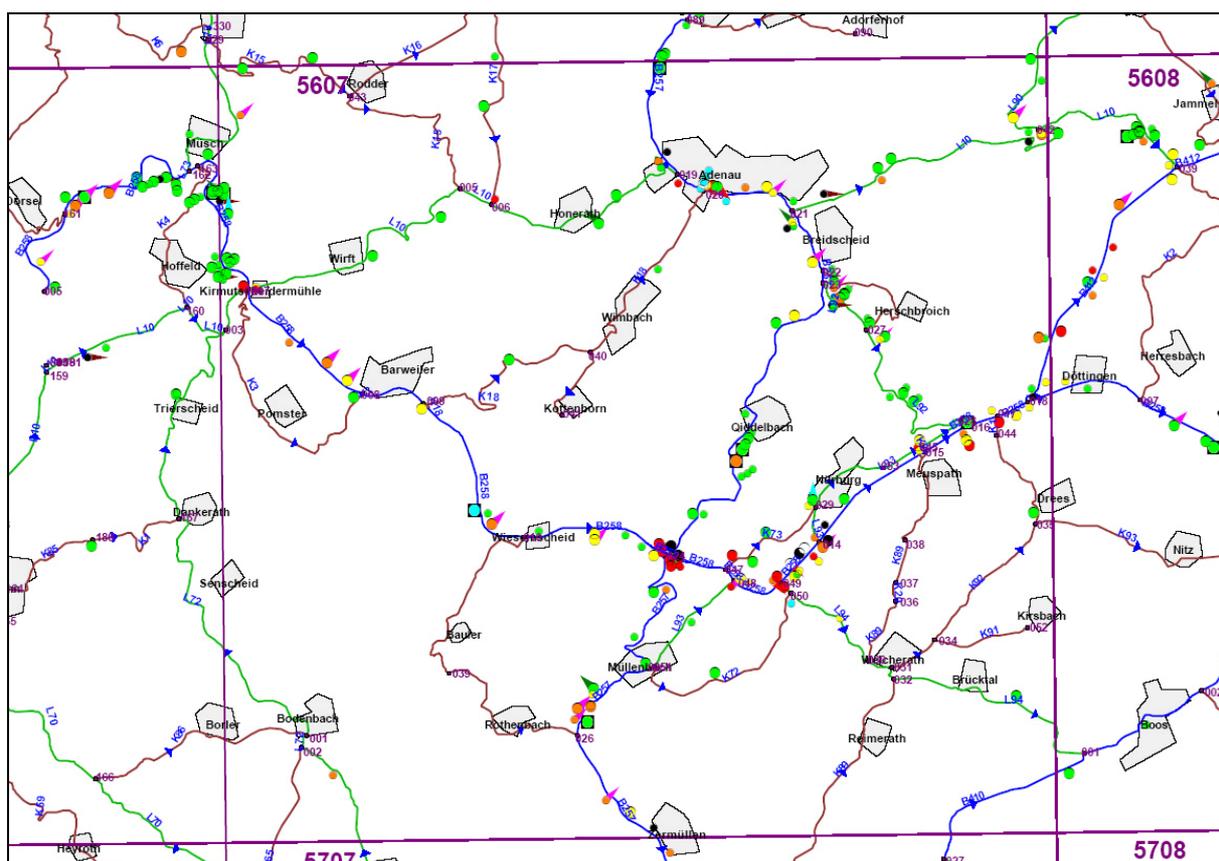


Abb. 5-1 Ausschnitt aus einer digitalen Unfalltypensteckkarte

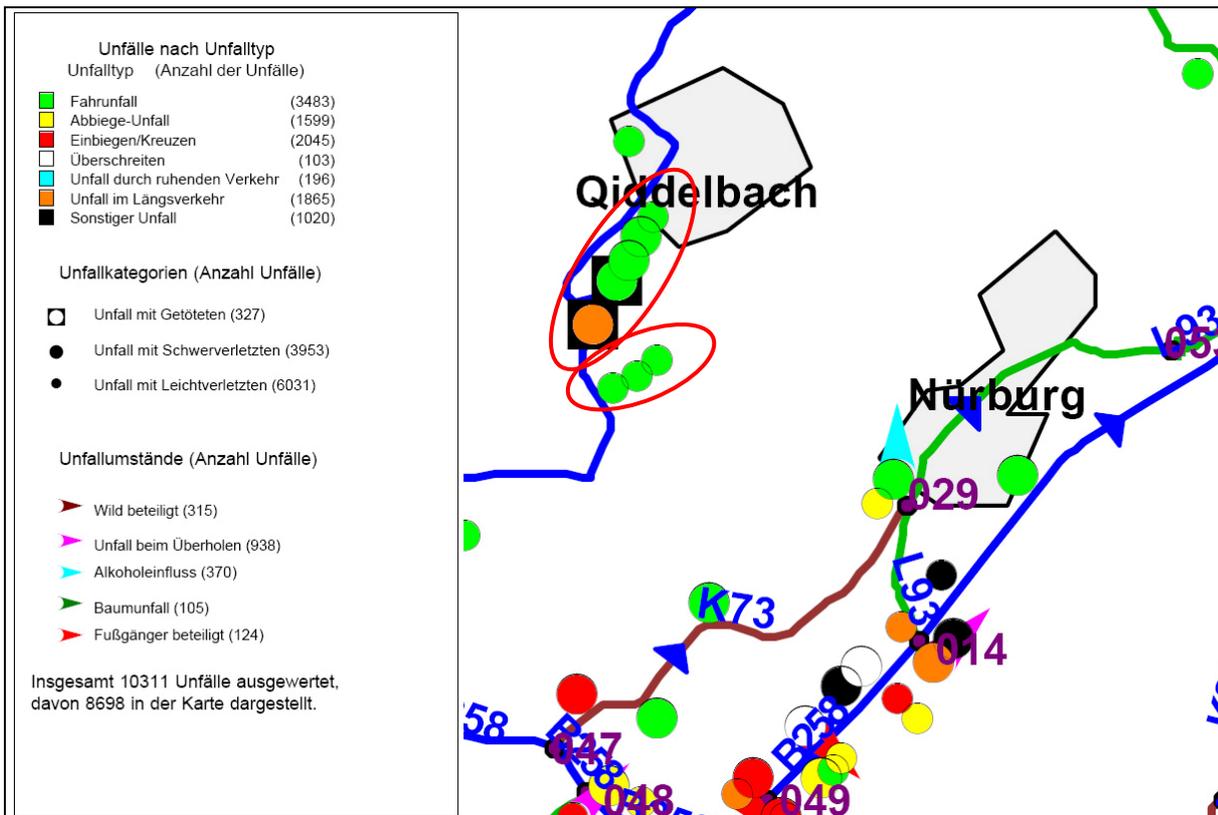


Abb. 5-2 Beispiel für Unfallhäufungsstellen

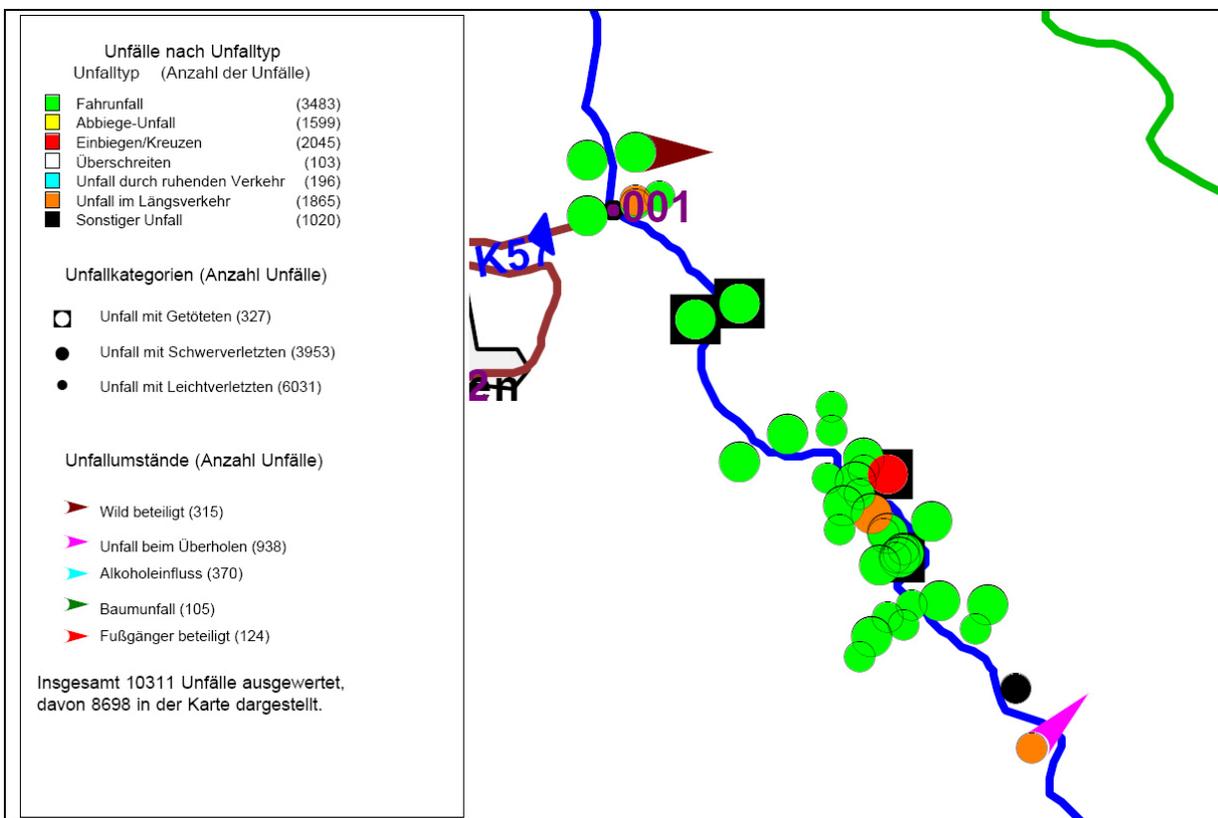


Abb. 5-3 Beispiel für eine Unfallhäufungslinie

5.2 Allgemeine Auswertung der Unfälle

Die im Kapitel 5.1 herausgearbeiteten UH wurden zunächst allgemeinen statistischen Untersuchungen unterzogen, insbesondere im Vergleich mit der Gesamtheit der Unfälle, die sich im Betrachtungszeitraum im Untersuchungsgebiet ereignet haben. Ausgewertet wurden hierbei nur die Angaben aus den Unfallaufnahmebögen der Polizei.

Betrachtet wurden die Unfälle mit Motorradbeteiligung in Rheinland-Pfalz mit Personenschaden oder schwerem Personenschaden im Betrachtungszeitraum 1997-2002 auf klassifizierten Straßen. Insgesamt ereigneten sich in diesem Zeitraum 10.311 Unfälle mit Motorradbeteiligung.

5.2.1 Unfallschwere

Zum Vergleich der Unfallschwere werden die Angaben über die Verletzungsschwere aus dem Polizeibericht herangezogen. Hierbei wird unterschieden in leicht verletzt (LV), schwer verletzt (SV) und getötet (GT). Bei dieser Art der Auswertung können naturgemäß nicht die Unfallfolgen, wie z.B. bleibende Schäden oder Behinderungen berücksichtigt werden.

Die Auswertung der Daten zeigt, dass die Unfallfolgen an den gefundenen UH deutlich schwerer sind als bei den übrigen Unfällen. So haben die Unfälle an den UH einen Anteil von 7,7% am Gesamtunfallgeschehen und „nur“ 6,2% der Unfallbeteiligten sind an einer UH in einen Unfall verwickelt, was dafür spricht, dass der Anteil der Alleinunfälle an diesen Stellen höher ist als normal. Allerdings waren 12,5% der Schwerverletzten und sogar 16,8% der Getöteten an UH zu verzeichnen, was deutlich über dem Anteil der UH-Unfälle am Gesamtunfallgeschehen liegt.

Dies zeigt umso deutlicher die Notwendigkeit, Unfallhäufungen mit Motorradfahrerbeteiligung zu identifizieren und geeignete Gegenmaßnahmen einzuleiten.

5.2.2 Verteilung über die Wochentage/Monate

Die Verteilung der Unfälle über die Wochentage zeigt eindeutig, dass es sich bei den Unfällen an den ausgewählten UH überwiegend um Freizeitunfälle handelt.

So ereignen sich knapp 55% der Unfälle an UH am Wochenende, also in der Zeit, wo die meisten Freizeitfahrer unterwegs sind. Im Vergleich dazu

ereignen sich bei der Betrachtung des gesamten Unfallgeschehens nur 35% der Unfälle im gleichen Zeitraum, wobei auch hier eine deutliche Tendenz in Richtung Wochenende zu sehen ist.

Bei einer Analyse der Verteilung über das gesamte Jahr fällt auch auf, dass sich an den UH die Unfälle auf den Bereich des Frühjahrs und des Sommers konzentrieren. Besonders auffällig ist hierbei der deutliche Anstieg der Unfälle im Mai zum Anfang der Motorradsaison. Dies spricht dafür, dass sich an UH hauptsächlich Freizeitunfälle von Motorradfahrern mit geringer Fahrpraxis, insbesondere zu Saisonbeginn, ereignen.

Zwar ist auch bei der Gesamtheit der Unfälle ein deutlicher Anstieg in den Sommermonaten zu verzeichnen, jedoch gibt es hier auch Unfälle in den Wintermonaten.

5.2.3 Straßenzustand / Lichtverhältnisse

Betrachtet man den Straßenzustand an der Unfallstelle, so fällt auf, dass sowohl an den Unfallhäufungen, als auch bei der Gesamtheit der Unfälle in knapp 90% der Fälle eine trockene Straße, also gute Witterungsverhältnisse vorlagen. Dies verwundert nicht so sehr, da das Motorrad id.R. immer noch als Schönwetterfahrzeug, also bei Freizeitfahrten verwendet wird.

Auch die Lichtverhältnisse zum Unfallzeitpunkt sind zum überwiegenden Teil mit hell angegeben. Hierbei fällt allerdings auf, dass sich an den Unfallhäufungen noch rund 10 Prozentpunkte mehr der Unfälle bei Tageslicht ereigneten. Dies lässt allerdings nicht den Umkehrschluss zu, dass schlechte Nachtsichtverhältnisse als Unfallursache ausschließen, da bekanntermaßen die meisten Motorradfahrer auch nur bei Helligkeit unterwegs sind.

Eine kombinierte Untersuchung beider Kriterien führt zu dem Schluss, dass die meisten Unfälle, unabhängig ob an Unfallhäufungsstelle oder nicht, sich bei Tag bei guter Witterung ereignen. Dies wiederum führt zu der Annahme, dass die Witterung und die Lichtverhältnisse zwar eine Rolle beim Unfallereignis spielen, diese jedoch nicht immer ausschlaggebend ist, sondern vielmehr noch andere Gegebenheiten, wie Fahrbahngeometrie oder ähnliches.

5.2.4 Charakteristik der Unfallstelle (lt. Unfallbogen)

Die Auswahl der Unfallhäufungen spiegelt sich auch in der Charakteristik der Unfallstelle wieder. So ereignen sich annähernd 60% der Unfälle an

UH im Bereich von Kurven, wohingegen sich bei der Gesamtheit der Unfälle das Gros im Bereich von Kreuzungen, Einmündungen und Einfahrten ereignet. Dies liegt sicherlich auch an der Auswahl Unfälle anhand der Unfalltypen (siehe Kap. 5.1).

Allerdings fällt bei dieser Auswertung eine Schwachstelle der EDV-gestützten Auswertung stark ins Gewicht; durch die vereinfachte Unterscheidung zwischen den einzelnen Unfallortcharakteristiken, welche keine Kombination erlaubt, bleibt es dem Ermessen des Aufnehmenden überlassen, wie er den Unfall einordnet. So kann z.B. ein Unfall, der sich in einer Gefällekurve ereignet, sowohl als Unfall in einer Kurve, als auch als Unfall im Gefälle in der Statistik erscheinen.

Aus diesem Grund wurde der Auswertung dieser Daten im weiteren Verlauf keine größere Bedeutung beigemessen.

5.2.5 Anzahl der Beteiligten

Die Auswertung der Anzahl der Beteiligten am Unfall zeigt deutlich, dass annähernd 2/3 der Unfälle an Unfallhäufungen Alleinunfälle sind, d.h. in das Unfallgeschehen ist kein weiteres Fahrzeug involviert. Im Vergleich zum gesamten Unfallgeschehen ist dies eine Steigerung um rund 100%.

Dies liegt zum einen an der Auswahl der Unfälle (vgl. Kap. 5.1), da die Unfälle an Kreuzungen und Einmündungen weitestgehend weggefallen sind, welche in der Regel keine Alleinunfälle darstellen.

Zum anderen scheint es aber auch so, als ob bei Unfällen an UH noch andere Einflussfaktoren eine Rolle spielen könnten, die zu einem vermehrten Auftreten von Alleinunfällen führen.

5.2.6 Alter des Verursachenden

Bei der Altersverteilung an UH fällt auf, dass die überwiegende Anzahl der Beteiligten an UH (ca. 67%) zu der Altersgruppe der 20-40 Jährigen gehört, die im übrigen Unfallgeschehen auch knapp die Hälfte der Beteiligten stellt. Dies lässt sich dadurch erklären, dass durch die Unfalltypenauswahl der größte Teil der Innerortsunfälle weggefallen ist (siehe Kap. 5.2.7) wo sich die meisten Unfälle mit Krads ab 80 cm³ ereignen. Ebenso wurden durch die Vorauswahl die Überschreiten-Unfälle nicht berücksichtigt, wodurch der Unfallverursacher „Kind“ weitestgehend nicht mehr vorkommt.

5.2.7 Ortslage

Wie bereits erwähnt wurde bei der Unfallauswahl das Hauptaugenmerk auf Außerortsunfälle gelegt, da Schutzeinrichtungen im Innerortsbereich fast keine Rolle spielen. Dennoch kann es vorkommen, dass sich einzelne Unfälle in Randbereichen der Städte ereignet haben. Wenn diese zu UHS oder UHL zugehörig waren, wurden Sie dennoch mit berücksichtigt. In Abb. 5-12 ist gezeigt, dass es sich dabei um lediglich 1,8 % der Unfälle handelt. Im Vergleich zu der sonstigen Verteilung zwischen Innerorts und Außerortsunfällen ist dies jedoch verschwindend gering.

5.2.8 Unfalltypenverteilung

Die Unfalltypenverteilung an den Unfallhäufungen spiegelt natürlich die Auswahlkriterien, welche bei der Auswahl der UH-Unfälle angesetzt wurden wieder. Bei der Gesamtheit der Unfälle hat der Fahrnfall den größten Anteil, gefolgt vom Einbiegen/Kreuzen-Unfall und dem Unfall im Längsverkehr. Auch der Abbiege-Unfall spielt eine verhältnismäßig große Rolle.

5.2.9 Unfallarten

Die Betrachtung der Unfallartenverteilung zeigt, dass der größte Teil der Unfälle an UH solche sind, bei denen das Fahrzeug von der Fahrbahn nach rechts abgekommen ist (43,9%). Betrachtet man den zweitgrößten Anteil, bei dem ein Zusammenstoß mit einem Fahrzeug das entgegenkommt zu verzeichnen ist, als potenzielles Abkommen von der Fahrbahn nach links, so hat dieses Unfallkriterium einen Gesamtanteil von knapp 40%.

Dies zeigt, dass das Hauptaugenmerk an Unfallhäufungen auf die straßenbegleitenden Schutzeinrichtungen zu legen ist, da insgesamt ein erheblicher Teil der Unfälle dort ein Abkommen von der Fahrbahn zur Folge haben und somit ein potenzieller Anprall an ein Hindernis oder eine Schutzplanke gegeben ist.

5.2.10 Aufprall auf Hindernis

Der Aufprall auf ein Hindernis ist für Motorradfahrer eine der größten Gefahren im Straßenverkehr, da dieser, im Gegensatz zum Pkw oder Lkw nicht über eine schützende Fahrgastzelle verfügt. Selbst moderne Schutzkleidung kann die Unfallfolgen ei-

nes Anpralls oft nur mindern, verhindern kann sie diese nur selten.

Wie die Auswertung (Abb. 5-15) zeigt, spielt bei Unfällen an UH der Anprall an ein Hindernis und hier insbesondere der Anprall an Schutzplanken eine große Rolle.

Rund ein Viertel aller Verunfallten an UH prallen an ein Hindernis am Straßenrand; im Vergleich dazu sind es bei der Gesamtheit aller Unfälle deutlich unter 10%. Immerhin 11,8% prallen an ein undefiniertes Hindernis. Dabei kann es sich um verlorene Ladung, Steinschlag oder aber auch ein Hindernis am Fahrbahnrand handeln, welches nicht in die vorgegebenen Kategorien passt.

Betrachtet man das Kriterium *Aufprall auf Hindernis* zusammen mit der Unfallart *Abkommen von*

der Fahrbahn, so liegt der Schluss nahe, dass diese beiden Kriterien bei der folgenden Streckenanalyse einer besonderen Aufmerksamkeit bedürfen.

Insgesamt betrachtet zeigt diese Auswertung auch eine weitreichende Übereinstimmung mit den Ergebnissen aus der Untersuchung in Kap. 4.4.1. Dies lässt den Schluss zu, dass die hier verwendeten Unfalldaten in einem gewissen Rahmen als repräsentativ für die Gesamtheit der Unfälle angesehen werden können. Für die Ergebnisse aus den folgenden Untersuchungen bedeutet dies somit auch, dass sie in bestimmten Grenzen auch auf andere Gebiete übertragbar sein werden. Natürlich müssen dabei immer regionale Besonderheiten berücksichtigt werden.

5.2.11 Diagramme der Allgemeine Auswertung

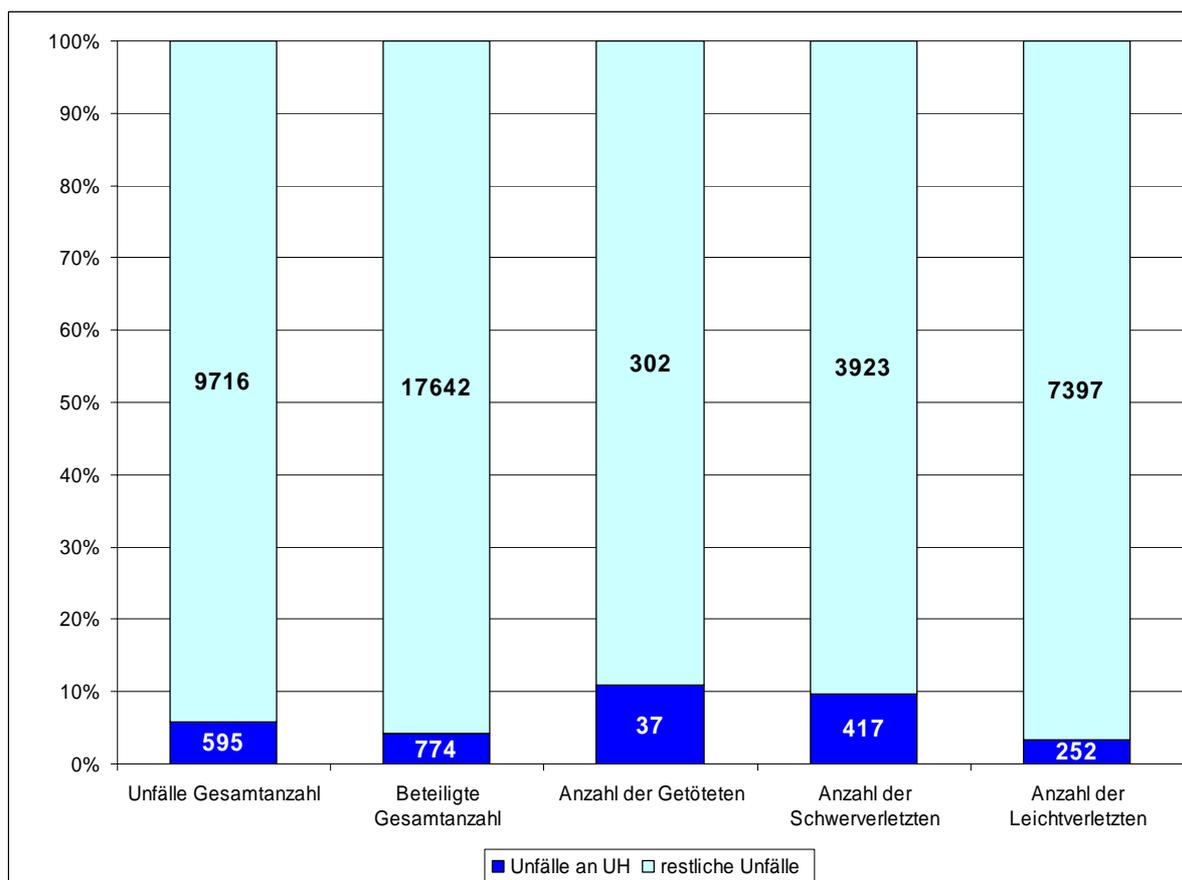


Abb. 5-4 Anteil der Unfälle an UH am Gesamtunfallgeschehen

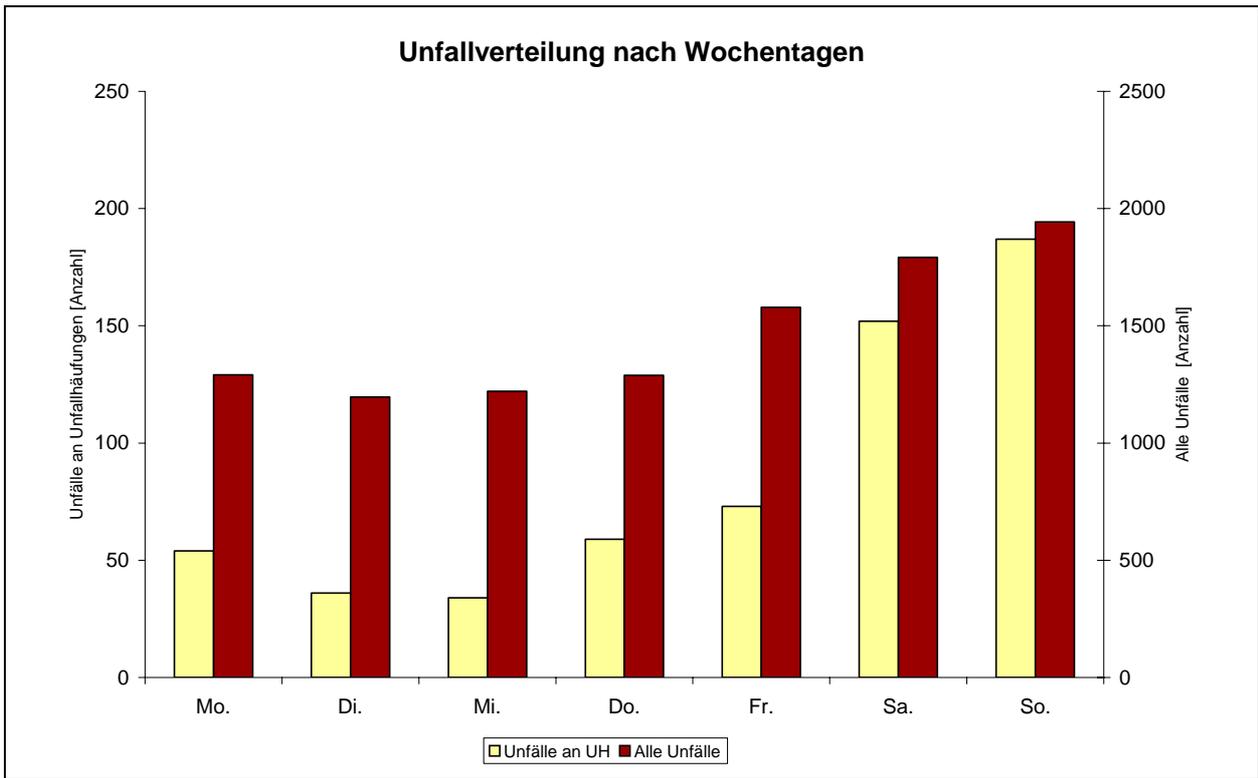


Abb. 5-5 Unfallverteilung differenziert nach Wochentagen

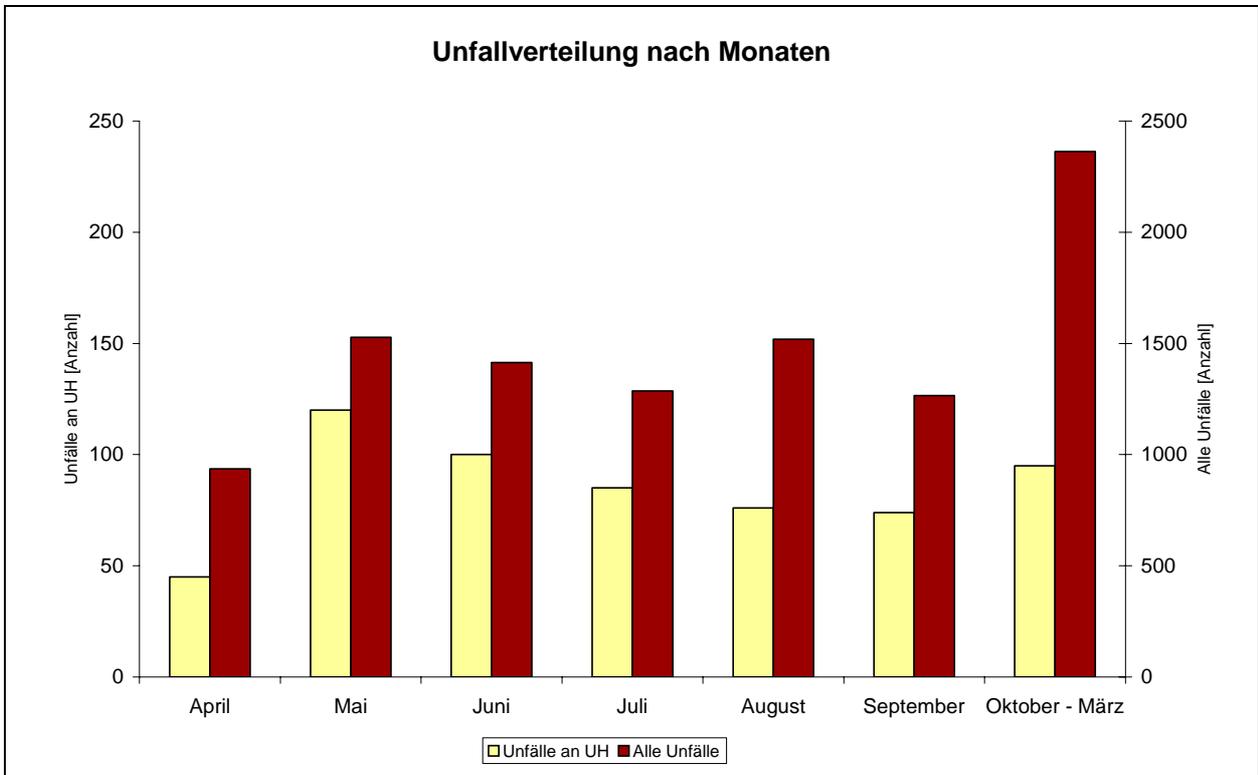


Abb. 5-6 Unfallverteilung differenziert nach Monaten

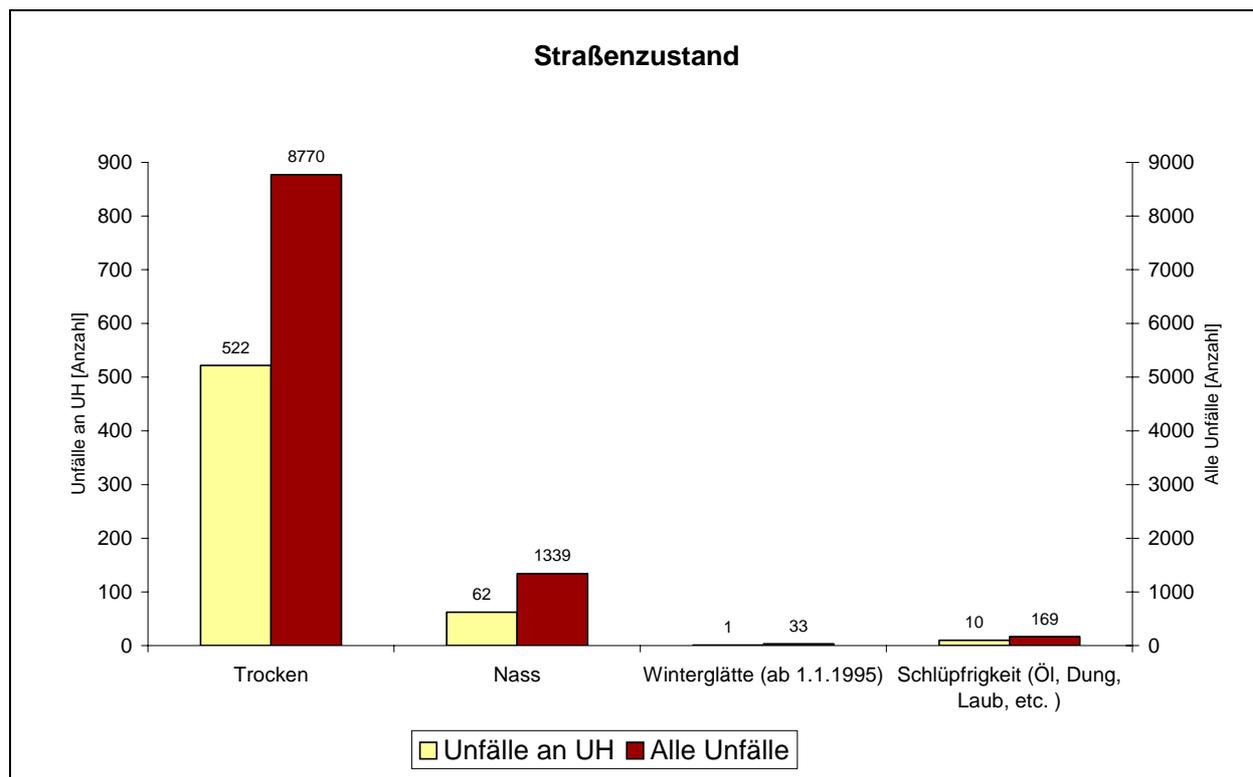


Abb. 5-7 Straßenzustand zum Unfallzeitpunkt

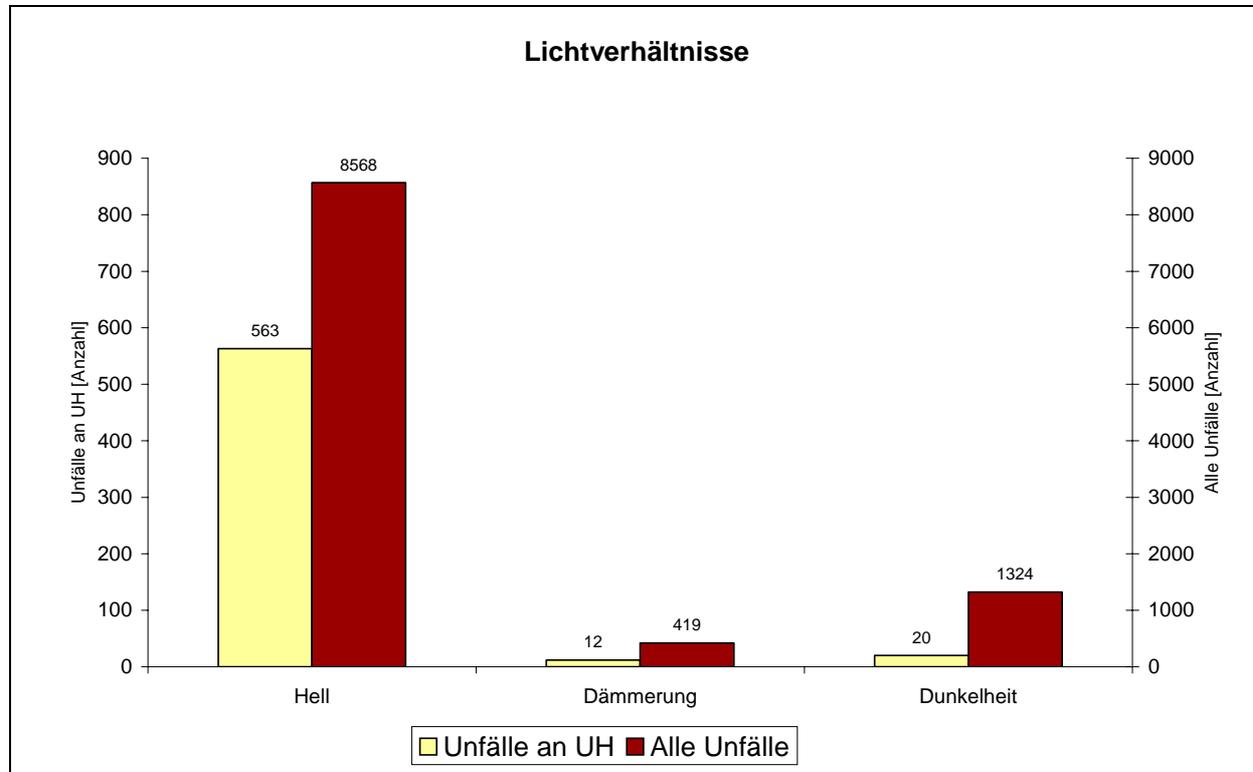


Abb. 5-8 Lichtverhältnisse zum Unfallzeitpunkt

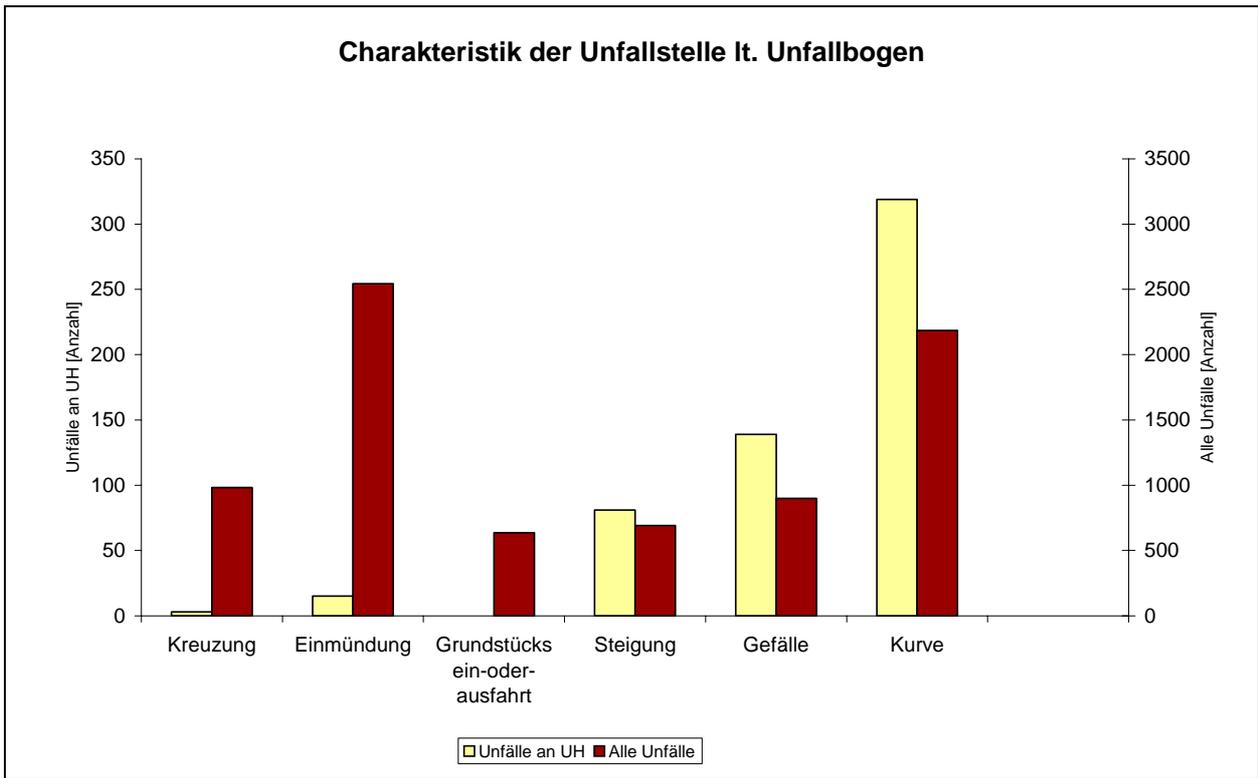


Abb. 5-9 Charakteristik der Unfallstelle

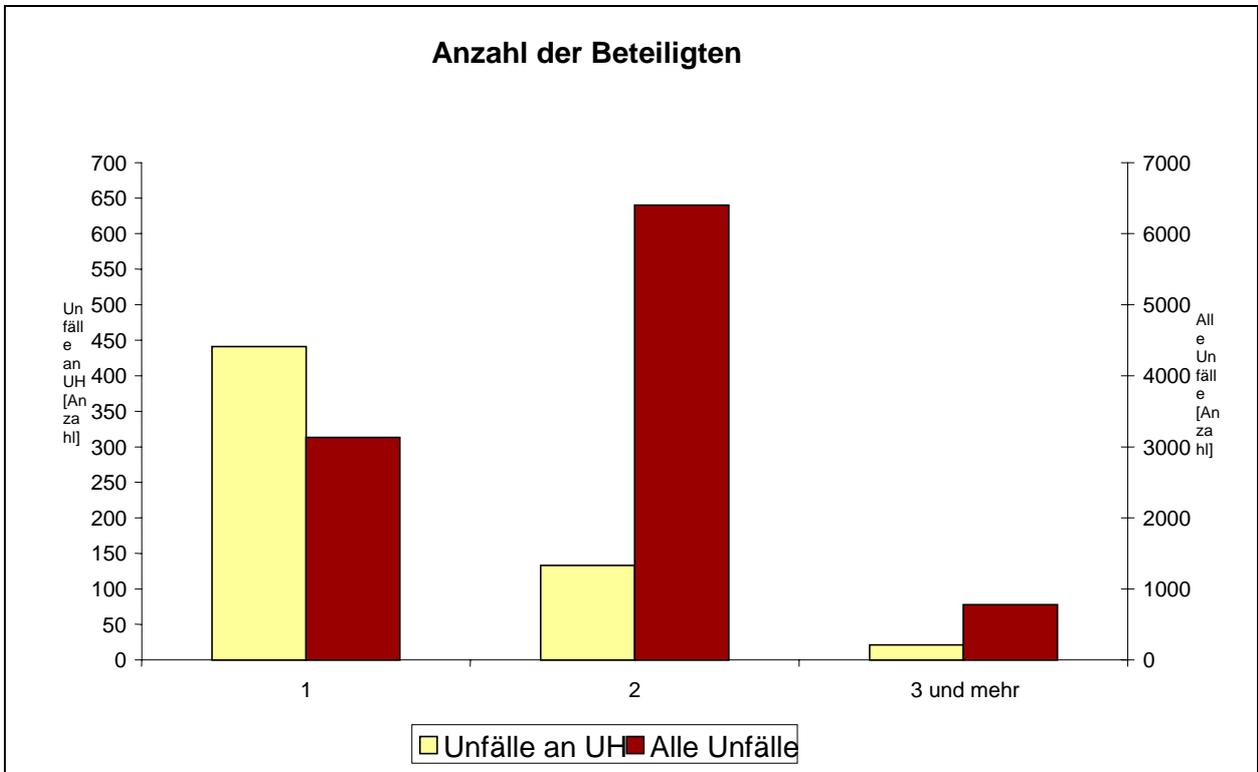


Abb. 5-10 Anzahl der Unfallbeteiligten

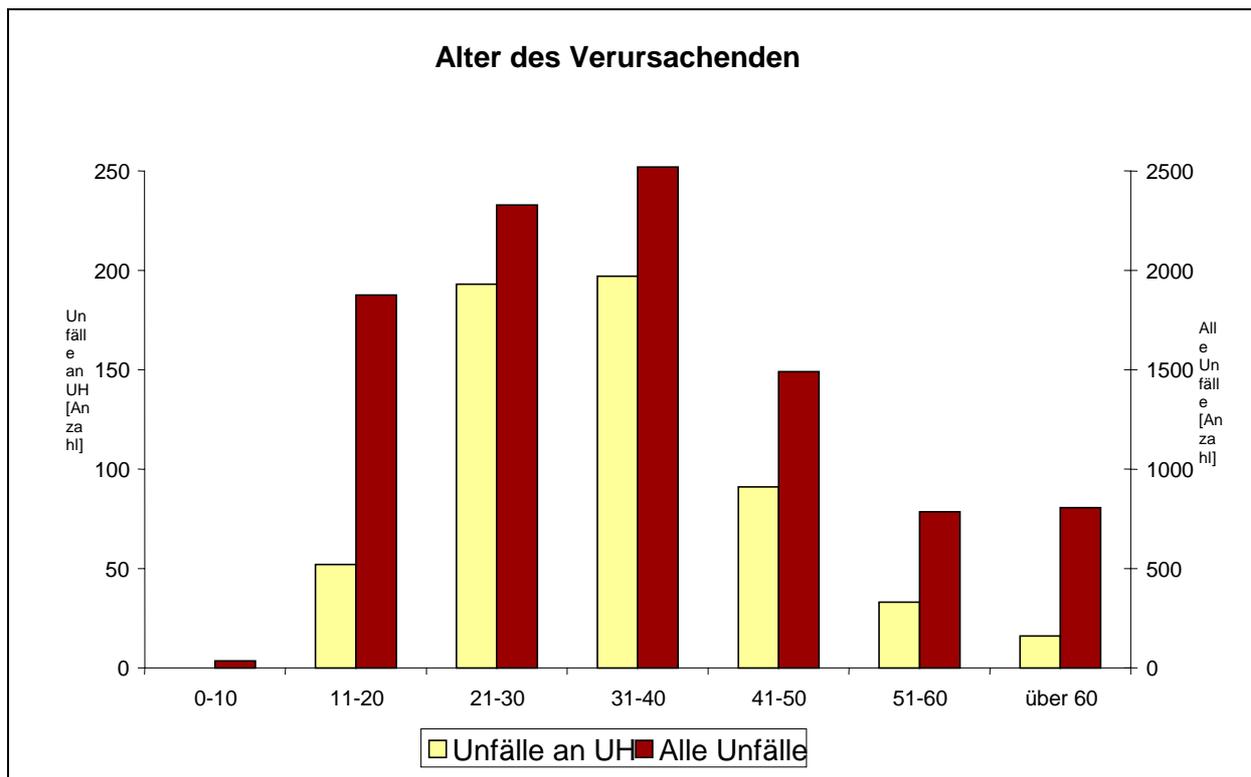


Abb. 5-11 Alter des Unfallverursachenden

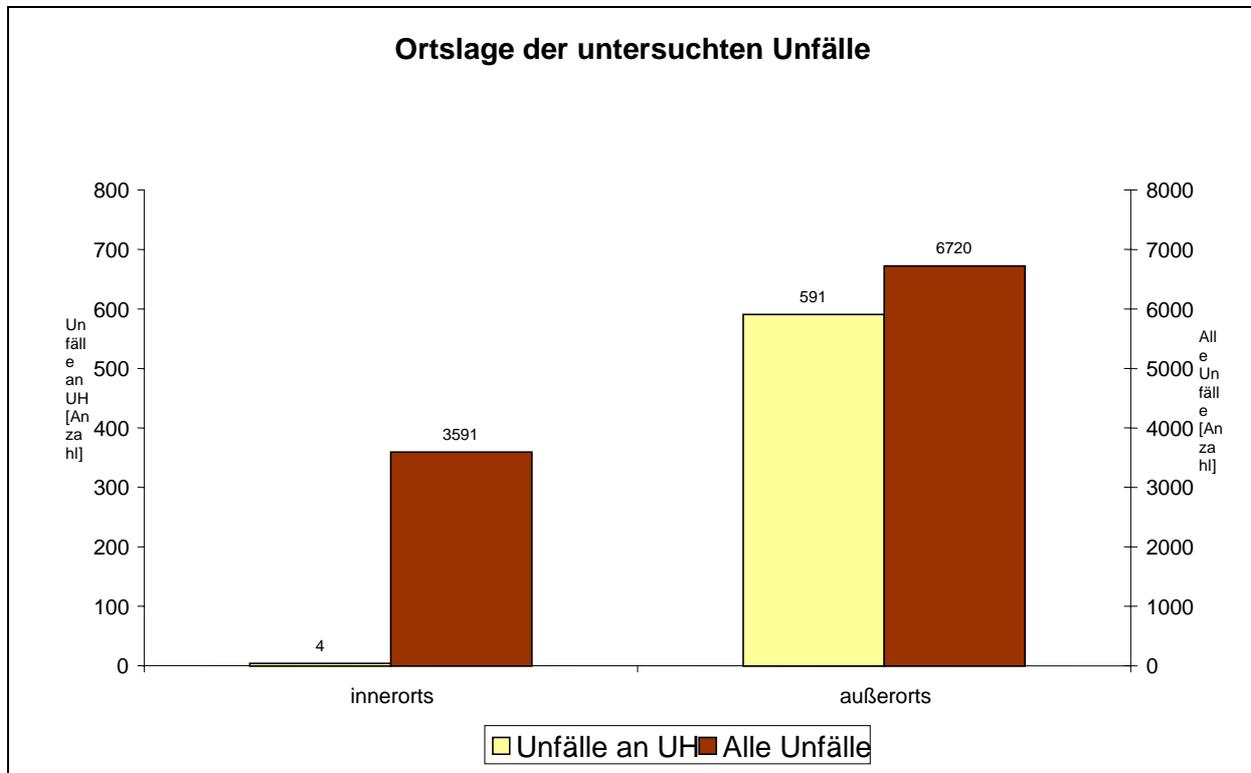


Abb. 5-12 Ortslage der untersuchten Unfälle

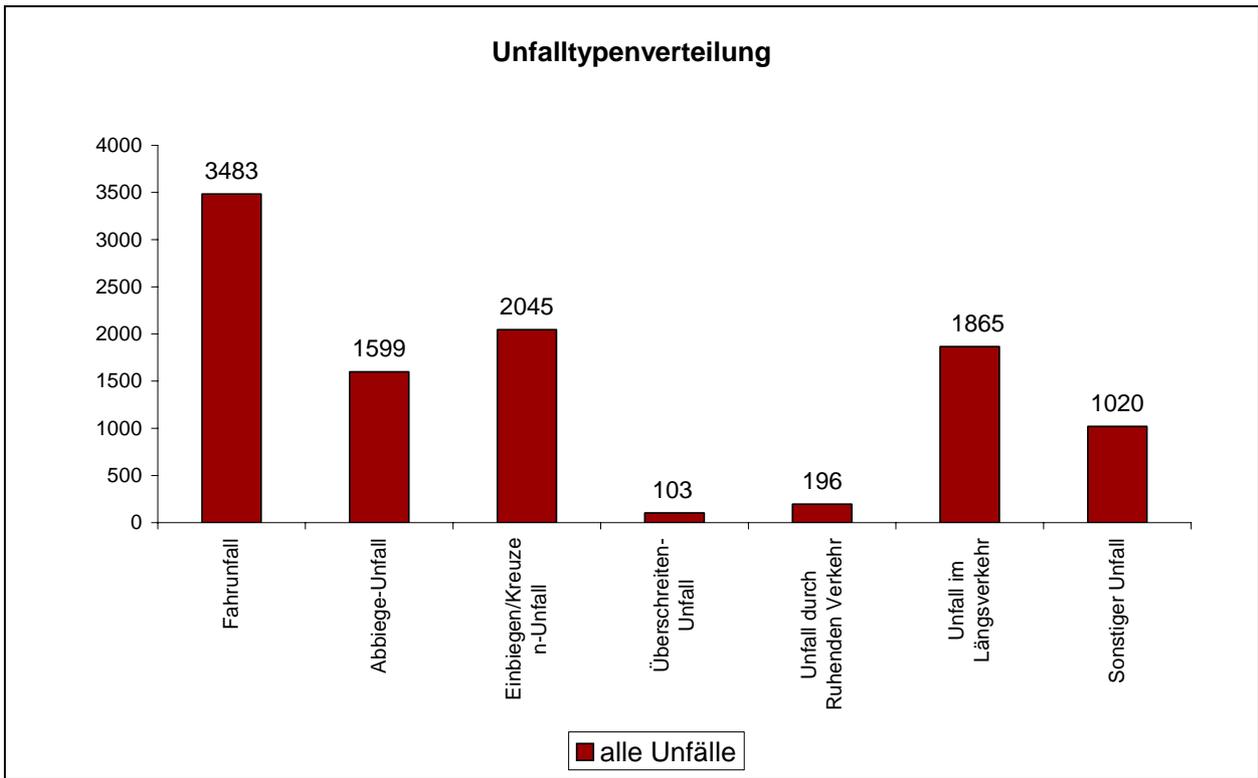


Abb. 5-13 Unfalltypenverteilung

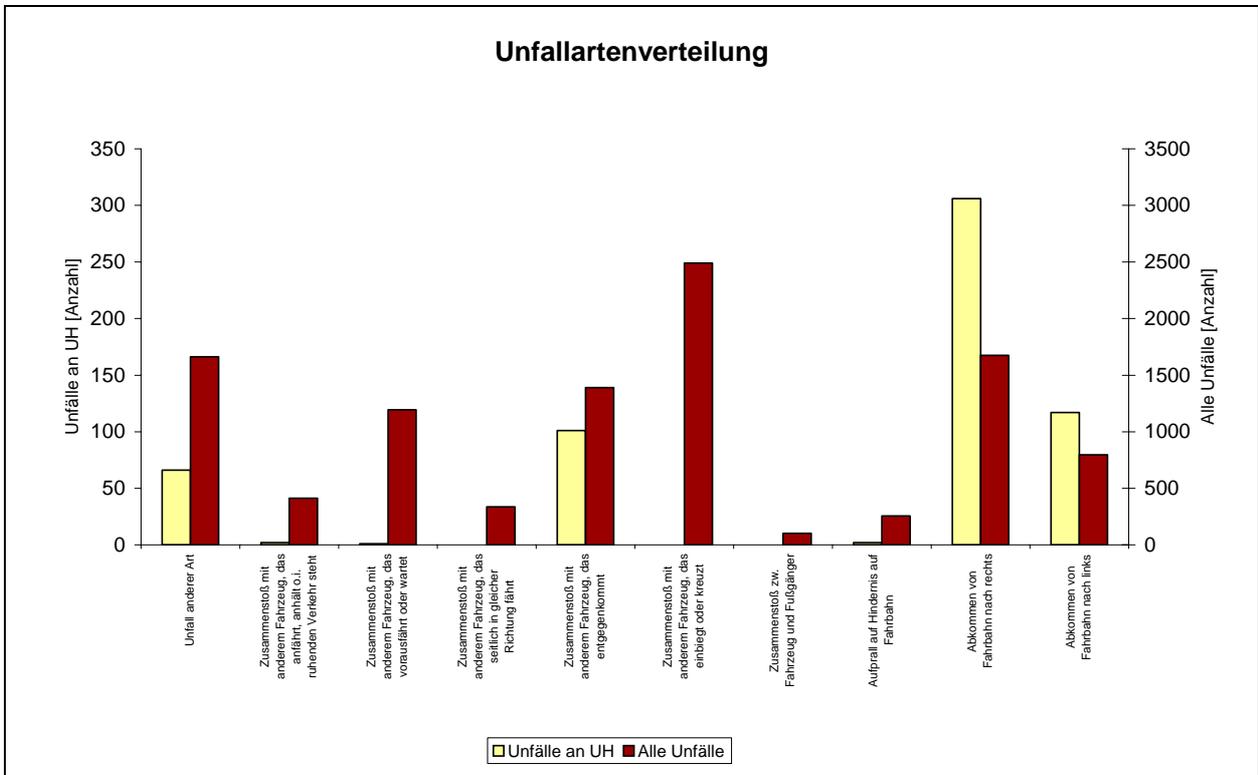


Abb. 5-14 Unfallartenverteilung

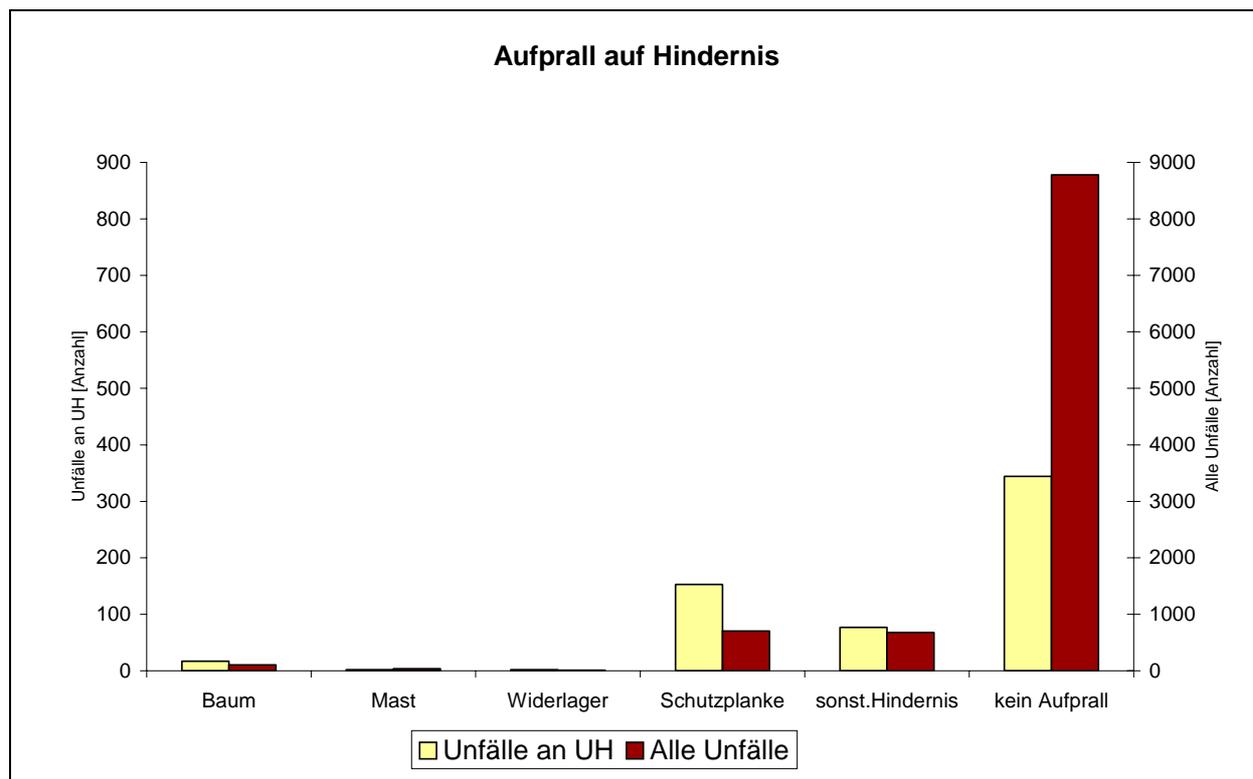


Abb. 5-15 Aufprall auf Hindernis

5.3 Untersuchung des Streckenverlaufs an der Unfallstelle

5.3.1 Überhöhung der Fahrbahnränder/Querneigung

Die Überhöhung der Fahrbahn ist ein wichtiges Kriterium. Zum einen muss die Fahrbahn aus entwässerungstechnischen Gründen eine Mindestquerneigung von 2,5% aufweisen [14], zum anderen sollen Kurven aus fahrdynamischen Gründen mit einer Querneigung zur Kurveninnenseite angelegt werden [14]. Eine Querneigung zur Kurvenaußenseite ist nur in Ausnahmefällen zulässig. Diese sind

- Vermeidung von wasserabflussschwachen Zonen bei zu geringer Längsneigung mit $q=2,5\%$
- Knotenpunktsbereiche z.B. von zweibahnigen Straßen

Bei gegebener Querneigung zur Kurvenaußenseite sollten die in der RAS-L gegebenen Mindestkurvenradien nicht unterschritten werden, um den Kraftschluss zwischen Fahrbahn und Reifen weiterhin zu gewährleisten.

Aufgrund dieser Maßgaben werden die Streckenabschnitte mit UH auf des Kriterium Überhöhung des Fahrbahnrandes untersucht, da der Kraftschluss zur Fahrbahn für Motorräder noch wichtiger ist als für Pkw und Lkw.

5.3.2 Längsneigung

Auch die Längsneigung kann einen Einfluss auf die Verkehrssicherheit einer Strecke haben. So wird in der RAS-L [14] empfohlen, dass die Längsneigung aus Gründen der Verkehrssicherheit, der Betriebskosten und Energieeinsparung, sowie der Emissionsminderung und der Qualität des Verkehrsablaufs möglichst niedrig gehalten werden soll; vorteilhaft sind Längsneigungen kleiner als 4,0%.

Für Motorradfahrer gefährlich sind Strecken mit starken Steigungen, da dort die Gefahr eines Auffahrens auf erheblich langsamer fahrende Fahrzeuge besteht. Ebenso gefährlich sind starke Gefälle, da sich dort der Bremsweg verlängert und die eigene Geschwindigkeit unter Umständen falsch eingeschätzt wird.

Aus diesem Grund wird auch die Längsneigung bei den folgenden Betrachtungen mit in die Untersuchung einbezogen.

5.3.3 Kurvigkeit

Die Verkehrssicherheit eines Streckenabschnittes steht im direkten Zusammenhang mit der Kurvigkeit. So sind mit einer hohen Kurvigkeit nur geringere Fahrgeschwindigkeiten erzielbar (vgl. RAS-L Anhang 1), andererseits sind sehr „kurvige“ Strecken für Motorradfahrer aufgrund der vielen Schräglagenwechsel durchaus attraktiv.

Gerade diese vielen Schräglagenwechsel führen aber zu einem erhöhten Anspruch an die Kondition und Fahrleistungen des Motorradfahrers, so dass sich gerade in solchen Bereichen häufiger Unfälle ereignen.

Im „Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau 22/1997“ des Bundesministeriums für Verkehr [15] wird bereits darauf hingewiesen, dass besondere Unfallgefahren für Motorradfahrer auf Streckenabschnitten gegeben sein können mit:

- ...
- sehr hoher Kurvigkeit ($KU > 300 \text{ gon/km}$)
- hoher Kurvigkeit in Kombination mit hoher Längsneigung ($KU > 150 \text{ gon/km}$ und $s > 4\%$)
- ...

Dies zeigt, dass eine große Kurvigkeit für Motorradfahrer zwar durchaus reizvoll, aber ebenso gefährlich sein kann. Aus diesem Grund wird der Kurvigkeit, insbesondere im Bereich um den Unfallpunkt eine erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt.

5.3.4 Stetigkeit des Verlaufes

Neben den bereits genannten Kriterien ist die Stetigkeit des Streckenverlaufes ein wichtiges Kriterium. So kann zwar ein Streckenverlauf mit wenigen Richtungsänderungen auf den Fahrer einschläfernd wirken, bzw. zu hohen Fahrgeschwindigkeiten verleiten. Andererseits kann es durch einen un stetigen Verlauf mit vielen Richtungsänderungen schnell zu einer Überforderung des Fahrers kommen.

Auch verleiten kurze Zwischengeraden zwischen Streckenabschnitten mit hoher Kurvigkeit häufig zu einer unangemessen hohen Geschwindigkeit, welche dann im folgenden Streckenabschnitt mit entsprechend hoher Kurvigkeit zu einem Unfall führen kann.

5.4 Ergebnisse der Streckenverlaufsuntersuchung an den Unfallstellen

Die Untersuchungsergebnisse in diesem Kapitel beziehen sich ausschließlich auf die 595 Unfälle an den insgesamt 131 Unfallhäufungen, sofern es nicht anders vermerkt ist.

5.4.1 Überhöhung der Fahrbahnränder / Querneigung

Die Überprüfung der Fahrbahnüberhöhung an den Unfallstellen ergab, dass bei ca. 18% der Unfälle an UH die Querneigung nicht der Fahrdynamik entspricht, also in einer Rechtskurve eine positive und in einer Linkskurve eine negative Querneigung existiert.

In Abb. 5-16 wird gezeigt, wie sich die Querneigung im Verhältnis zur Krümmung $[1/R]$ der Strecke an den einzelnen Unfallpunkten verhält. Es ist deutlich zu sehen, dass es zwar eine große Anzahl Stellen gibt, an denen die Querneigung fahrdynamisch ungünstig ist, diese Querneigungen aber seltener als die übrigen deutlich über $\pm 2,5\%$ hinausgehen.

Allerdings wird auch sichtbar, dass ein Teil der Querneigungen deutlich über der in der RAS-L empfohlenen [14] maximalen Querneigung von 8,0% liegt.

Insgesamt betrachtet zeigt sich die Vermutung bestätigt, dass eine fahrdynamisch ungünstige Querneigung einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf das Unfallgeschehen hat und auch große Querneigungen scheinen dabei eine Rolle zu spielen.

5.4.2 Längsneigung

Untersucht man die Verteilung der Unfälle auf Lage im Gefälle bzw. in der Steigung, so fällt auf, dass das Verhältnis Gefälle / Steigung ca. 60/40 beträgt. Die Anzahl der Unfälle in der Ebene ist mit knapp 3% verschwindend gering.

Eine nähere Untersuchung der absoluten Größe des Gefälles zeigt auf, dass die Anzahl der in einem Gefällebereich zwischen 4,0% und 10,0% verunglückten Motorradfahrer höher ist, als die Anzahl der in einer Steigung mit weniger als 4,0%. Dies bestätigt die Vermutung, dass sich ein Gefälle negativ auf die Sicherheit von Motorradfahrern auswirken kann.

Dass der Anteil der Unfälle mit Längsneigungen größer als $\pm 10,0\%$ so gering ausfällt, liegt zum einen daran, dass der Anteil der Strecken mit einer solchen extremen Neigung sehr gering ist, und zum anderen, dass diese Längsneigungen sich besonders im Winter bei glatter Fahrbahn negativ auf Fahrzeuge auswirken. Da, wie in den Kapiteln 5.2.2 und 5.2.3 gezeigt, sich die meisten Motorradunfälle aber in den Sommermonaten und bei trockener Straße ereignen, kommt dieses Kriterium nicht so deutlich zum tragen.

Eine Analyse der Kombination zwischen Längsneigung, Querneigung und der Kurvenausrichtung (vgl. Abb. 5-18) zeigt, dass sich die meisten Unfälle in Linkskurven im Gefälle, gefolgt von Rechtskurven im Gefälle ereignen. Insgesamt betrachtet ereignen sich deutlich mehr Unfälle in Links- und in Rechtskurven als auf Geraden.

Wird zusätzlich noch berücksichtigt, ob die Überhöhung fahrdynamisch günstig oder ungünstig ist, so fällt auf, dass der Einfluss einer fahrdynamisch ungünstigen Überhöhung sich besonders bei Linkskurven bemerkbar macht. Bei allen anderen Verläufen spielt die fahrdynamisch ungünstige Überhöhung, in Abb. 5-18 als Kreuz dargestellt, nur eine untergeordnete Rolle.

Insgesamt betrachtet stellt sich heraus, dass der Verlauf im Gefälle und hier besonders die Linkskurve für den Motorradfahrer ein besonderes Risikopotenzial darstellt.

5.4.3 Kurvigkeit

Die Kurvigkeit von Streckenabschnitten ist ein besonders wichtiges Kriterium, da sich die Attraktivität von bestimmten Strecken für Motorradfahrer erst durch die hohe Kurvigkeit ergibt. Aus diesem Grund wurden alle Streckenabschnitte auf ihre Kurvigkeit hin untersucht und gleichzeitig betrachtet, welchen Anteil diese Streckenabschnitte am Unfallgeschehen haben (vgl. Abb. 5-19).

Bei den Ergebnissen fällt auf, dass der Anteil der Strecken mit einer Kurvigkeit von über 200 gon/km am Unfallgeschehen deutlich höher ist, als ihr entsprechender Anteil an der Gesamtanzahl der beteiligten Strecken. Zum Beispiel haben die Strecken mit einer Kurvigkeit von über 200 gon/km einen Anteil von knapp unter 60% an der Gesamtheit der Unfallstrecken. Insgesamt haben sich jedoch auf diesen Strecken 78% der Unfälle ereignet, was deutlich zeigt, dass die Kurvigkeit und insbesondere eine hohe Kurvigkeit einen Einfluss auf das Unfallgeschehen mit Motorrädern hat.

Noch deutlicher wird das Ergebnis, wenn man einzelne Kurvigkeitsklassen betrachtet. So ist der Anteil am Unfallgeschehen von Strecken mit einer Kurvigkeit zwischen 200 und 300 gon/km mit 30,2% rund um die Hälfte höher als ihr Anteil an den untersuchten Strecken insgesamt. Und auch in der nächsthöheren Klasse zwischen 300 und 400 gon/km liegt die Anteilssteigerung immer noch bei rund 43%.

Insgesamt zeigt diese Betrachtung, dass die Kurvigkeit ein bedeutender Faktor bei der Beurteilung von Motorradstrecken ist.

5.4.4 Stetigkeit des Verlaufes

Die Stetigkeit des Streckenverlaufs vor der Unfallstelle ist ein wichtiges Kriterium. Da es zur Bestimmung der Stetigkeit vielfache Variationsmöglichkeiten gibt, mussten dazu mehrere Auswertungen durchgeführt werden. Dafür wurde der Bereich vor der aufgenommenen Unfallposition in mehrere Abschnitte eingeteilt, zwischen denen dann jeweils Veränderungen im Verlauf analysiert wurden.

Verglichen wurde jeweils:

- an der Unfallstelle (U)
- 20m vor der Unfallstelle (20m v.d.U.)
- 50m vor der Unfallstelle (50m v.d.U.)
- 100m vor der Unfallstelle (100m v.d.U.)
- 150m vor der Unfallstelle (150m v.d.U.)
- 200m vor der Unfallstelle (200m v.d.U.)
- 300m vor der Unfallstelle (300m v.d.U.)

Diese Einteilung wurde gewählt, da das Unfallereignis im Regelfall schon deutlich vor der eigentlichen Unfallstelle eingeleitet wird. So legt beispielsweise ein Fahrzeug, welches mit 100 km/h fährt, in einer Sekunde bereits eine Strecke von knapp 28m zurück.

Zunächst wurde bei der Veränderung des Streckenverlaufs untersucht, ob es Änderungen im Radius gegeben hat. Dabei bedeutet eine Verlaufsänderung mit Vorzeichenwechsel (VZW), dass der Streckenverlauf sich von einer Linkskurve zu einer Rechtskurve verändert hat oder umgekehrt.

Wie in Abb. 5-20 zu sehen ist wurden als erstes die Veränderungen zwischen den einzelnen Betrachtungsstationen ausgewertet. Dabei fällt auf, dass es im unmittelbaren Bereich vor der Unfallstelle wenig Veränderungen im Verlauf der Strecke gegeben hat. Entfernt man sich weiter von der Unfallstelle, werden diese Änderungen immer mehr.

Schließlich haben gut 2/3 der Strecken im Bereich zwischen 200 und 300m vor der Unfallstelle eine Verlaufsänderung erfahren.

Durch diese Untersuchung lässt sich jedoch noch keine Aussage über die durchgängige Stetigkeit der einzelnen Strecken und die Richtung der verschiedenen Fahrtrichtungswechsel treffen.

Aus diesem Grund wurde zunächst der Nahbereich vor der Unfallstelle näher untersucht. In Abb. 5-21 ist zu sehen, wie die Strecke an den einzelnen Betrachtungsstationen verläuft. Dabei werden jeweils zwei der Stationen zur Betrachtung zusammengefasst. Die erstgenannte Verlaufsrichtung (l = Linkskurve, r = Rechtskurve, g = Gerade) gibt dabei jeweils den Verlauf an der erstgenannten Station an.

Bei näherer Betrachtung sieht man, dass sowohl die durchgängigen Linkskurven, als auch die durchgängigen Rechtskurven einen erhöhten Anteil am Unfallgeschehen haben. Allerdings zeichnet sich auch schon in dem relativ kleinen Bereich von 50m vor der Unfallstelle ab, dass hier mehrere Wechsel der Kurvenrichtung vorhanden sind.

Analysiert man nun diese einzelnen Abschnitte (Abb. 5-22 - Abb. 5-24), so stellt man fest, dass es auch bei den vermeintlich durchgängigen Rechts- und Linkskurven bereits Änderungen im Verlauf gab. Besonders deutlich wird dies zwischen der Unfallstelle und dem Bereich 50m vor der Unfallstelle; dort hat rund 1/3 der Strecken sowohl in den Rechts- als auch in den Linkskurven eine oder sogar zwei Verlaufsänderungen erfahren.

Dieses Bild wird bestätigt bei noch differenzierterer Betrachtung dieses Streckenabschnittes, wenn man den Verlauf zwischen der Unfallstelle und

50m vorher auch zusätzlich an dem Zwischenpunkt bei 20m untersucht (Abb. 5-25 und Abb. 5-26).

Insgesamt kann man also sagen, dass bei über 50% der Strecken im unmittelbaren Vorfeld zur Unfallstelle (50m) eine Änderung des Streckenverlaufs stattgefunden hat.

Führt man die vorangegangenen Prüfungen auch noch für den weiter vor der Unfallstelle entfernten Bereich durch (vgl. Abb. 5-27 und Abb. 5-28), dann fällt auf, dass die Verteilung der verschiedenen Streckenverlaufsarten gleichmäßiger ist als im Nahbereich.

Zwar ist auch in diesem Bereich die häufigste Verlaufsform die Linkskurve, aber nicht mehr die Durchgängige, sondern mit verschiedenen Richtungswechseln. Gleiches gilt für die Rechtskurve.

Summiert man die Anzahl der Streckenverlaufsänderungen an jedem der Stationierungspunkte auf, sieht man, dass weniger als 5% der Strecken im Bereich von 300m vor der Unfallstelle keine Änderungen im Verlauf der Strecke haben. (siehe Abb. 5-29).

Durchschnittlich weist eine Strecke in diesem Entfernungsbereich bereits 3 Verlaufsänderungen auf, was sicherlich auch ein Resultat der hohen Kurvigkeitsraten der untersuchten Strecken ist.

Insgesamt kann man feststellen, dass es im Bereich vor der eigentlichen Unfallstelle mehrere Richtungswechsel im Fahrbahnverlauf gab. Da der untersuchte Bereich mit 300m nicht sonderlich lang ist, kann man durchaus davon sprechen, dass es sich in der Regel um unstetige Verläufe handelt.

5.4.5 Diagramme der Verlaufsuntersuchungen an den Unfallhäufungen

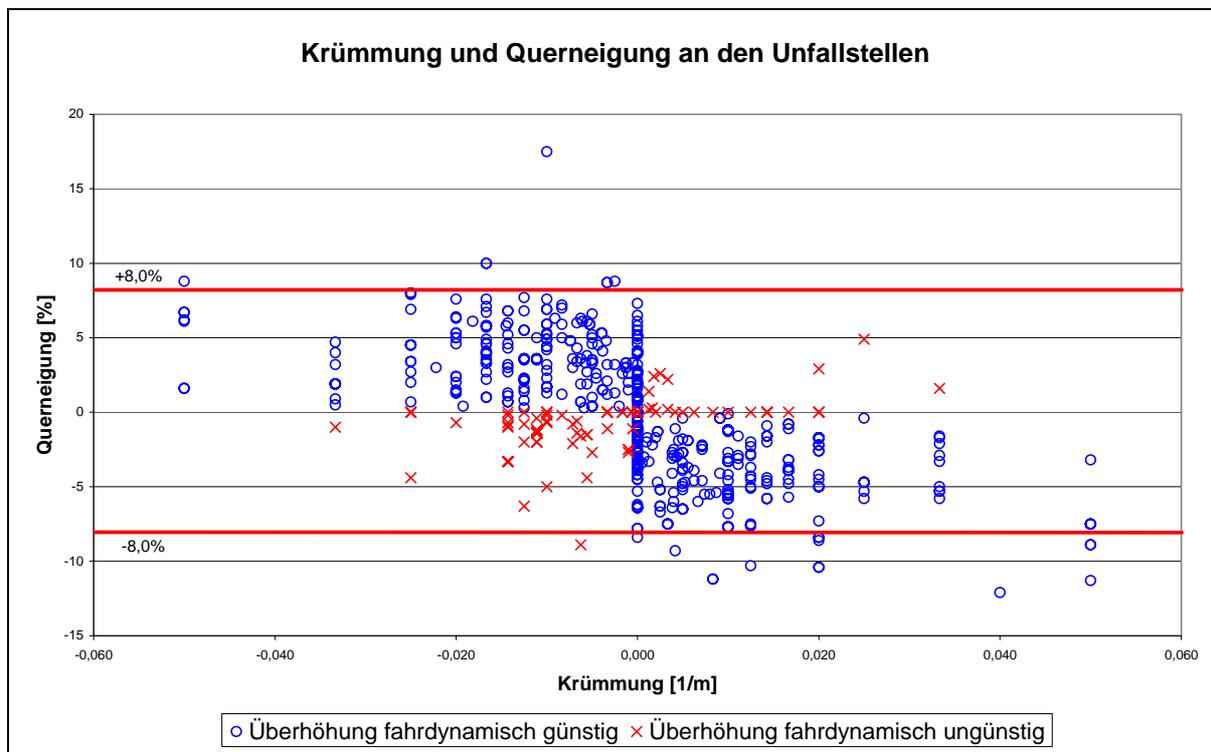


Abb. 5-16 Krümmung und Querneigung der Strecke an der Unfallstelle

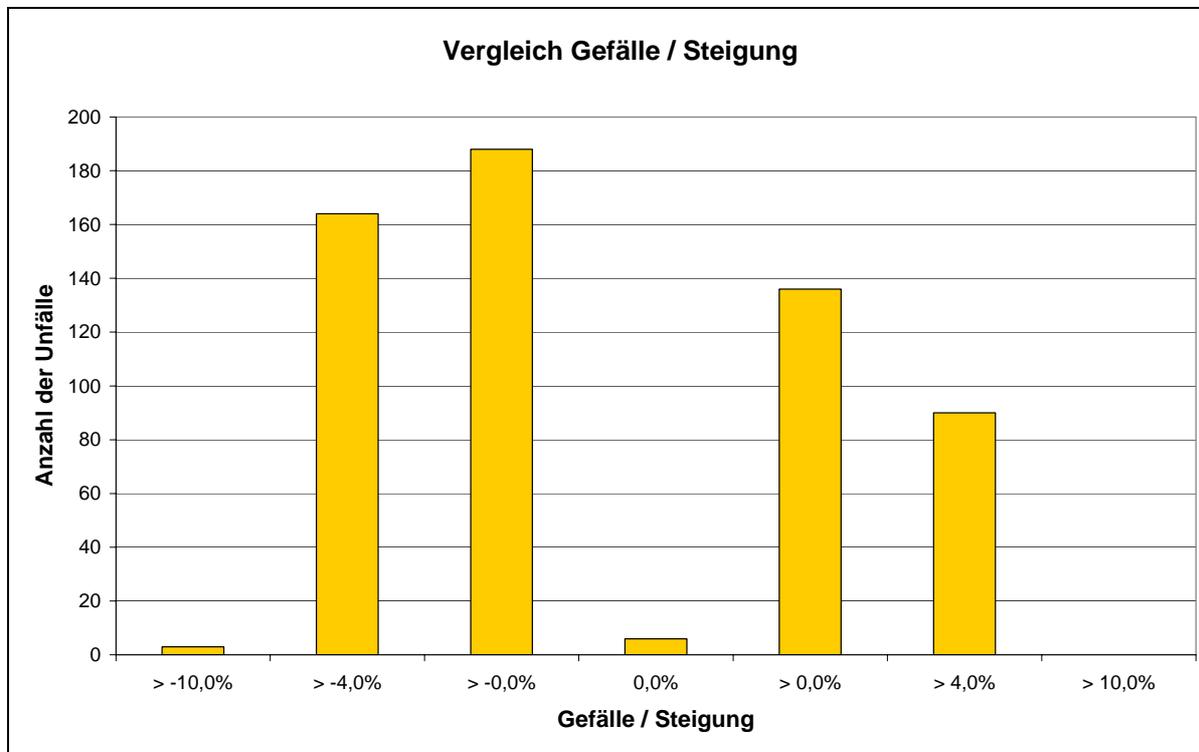


Abb. 5-17 Vergleich Gefälle / Steigung

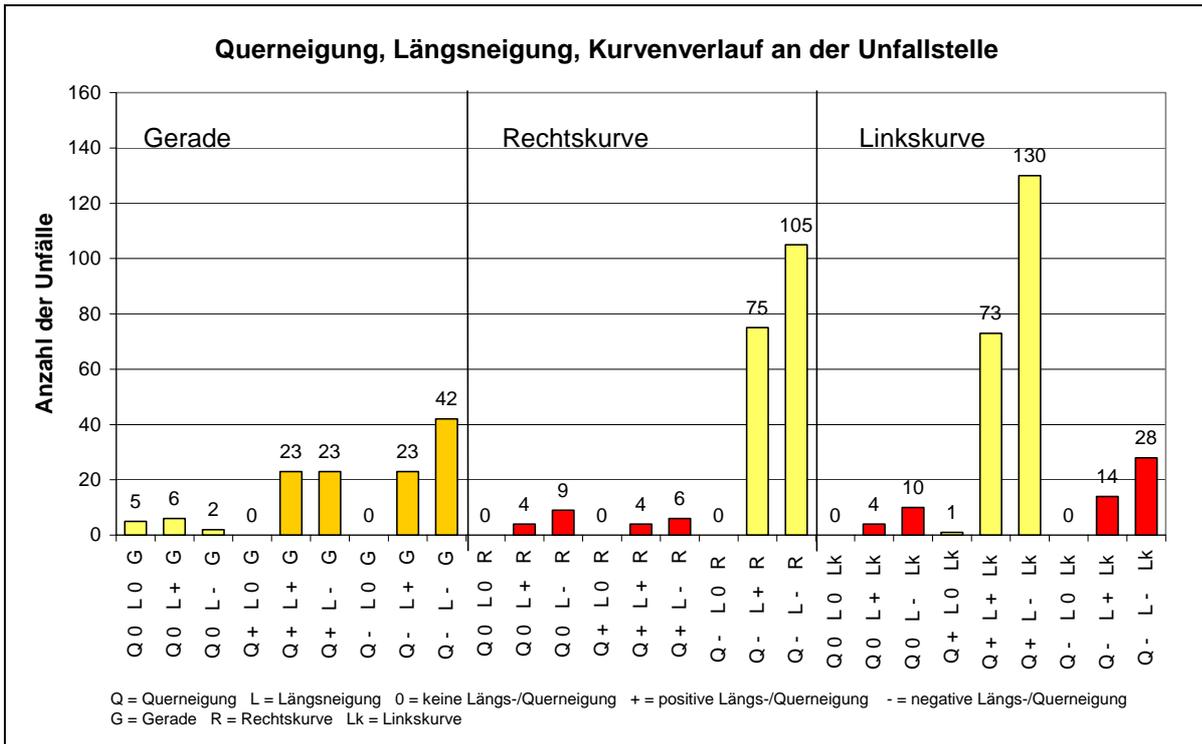


Abb. 5-18 Streckengeometrie am Unfallort

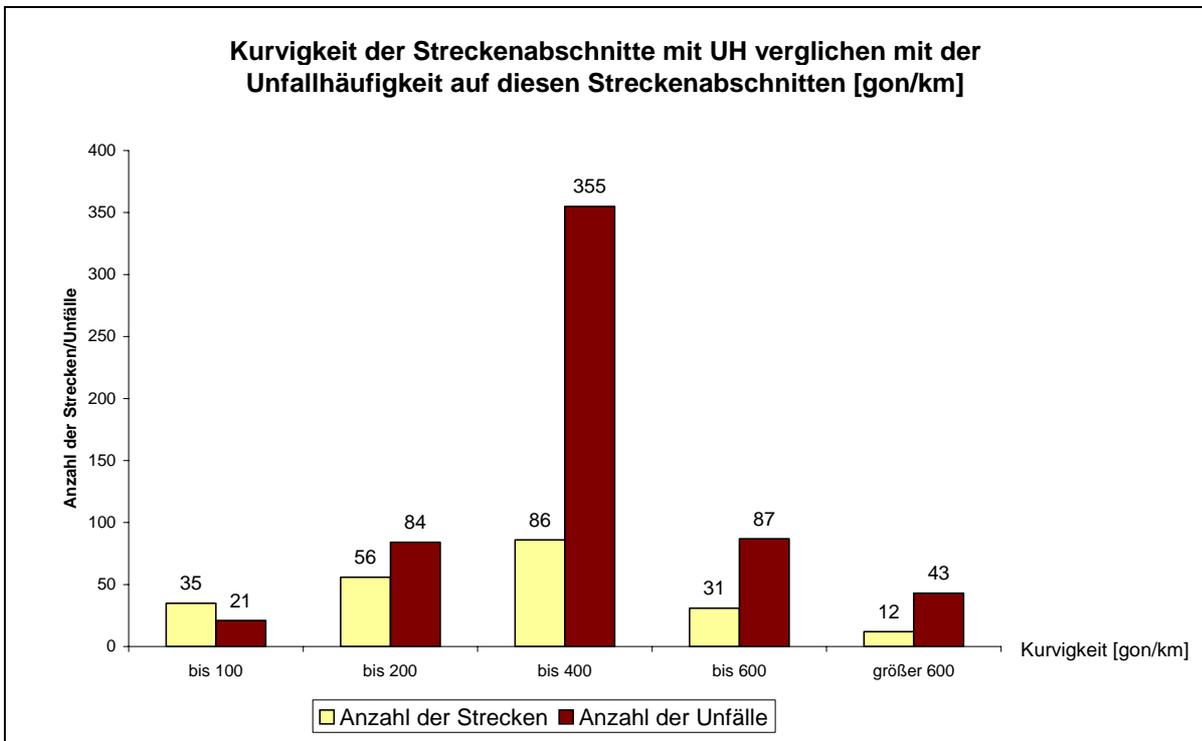


Abb. 5-19 Vergleich der Kurvigkeit im Verhältnis zur Anzahl der Unfälle

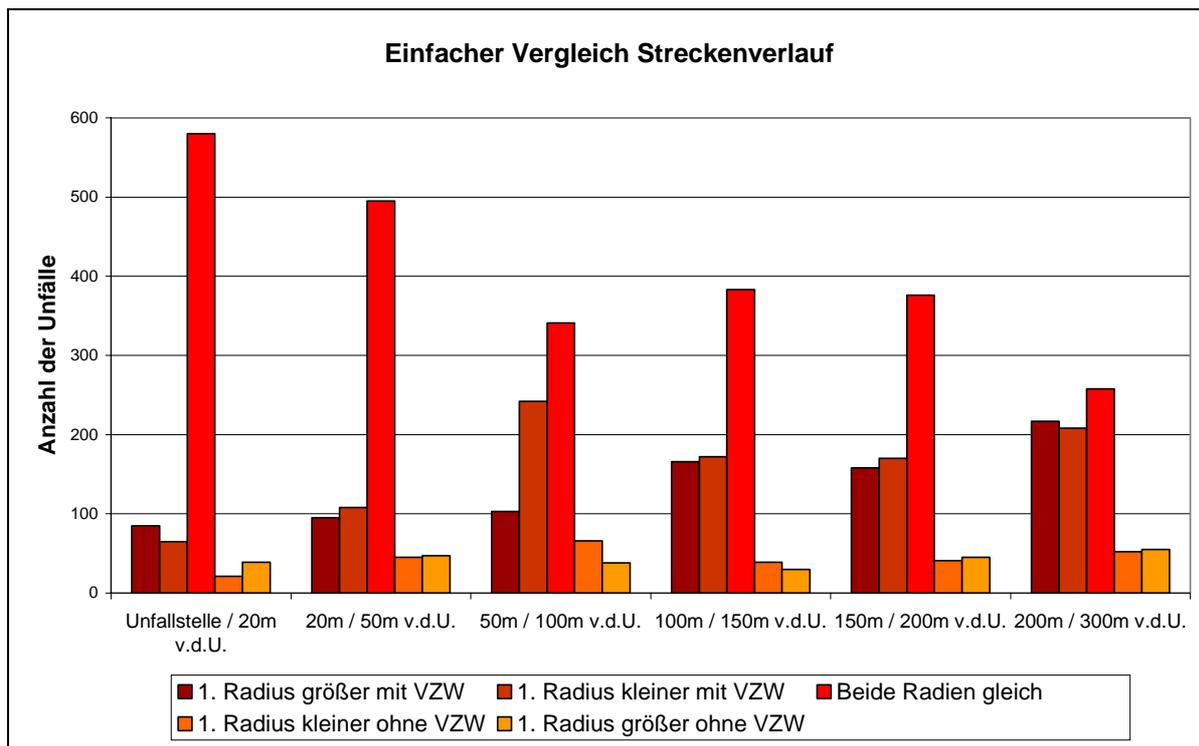


Abb. 5-20 Einfacher Vergleich des Streckenverlaufes

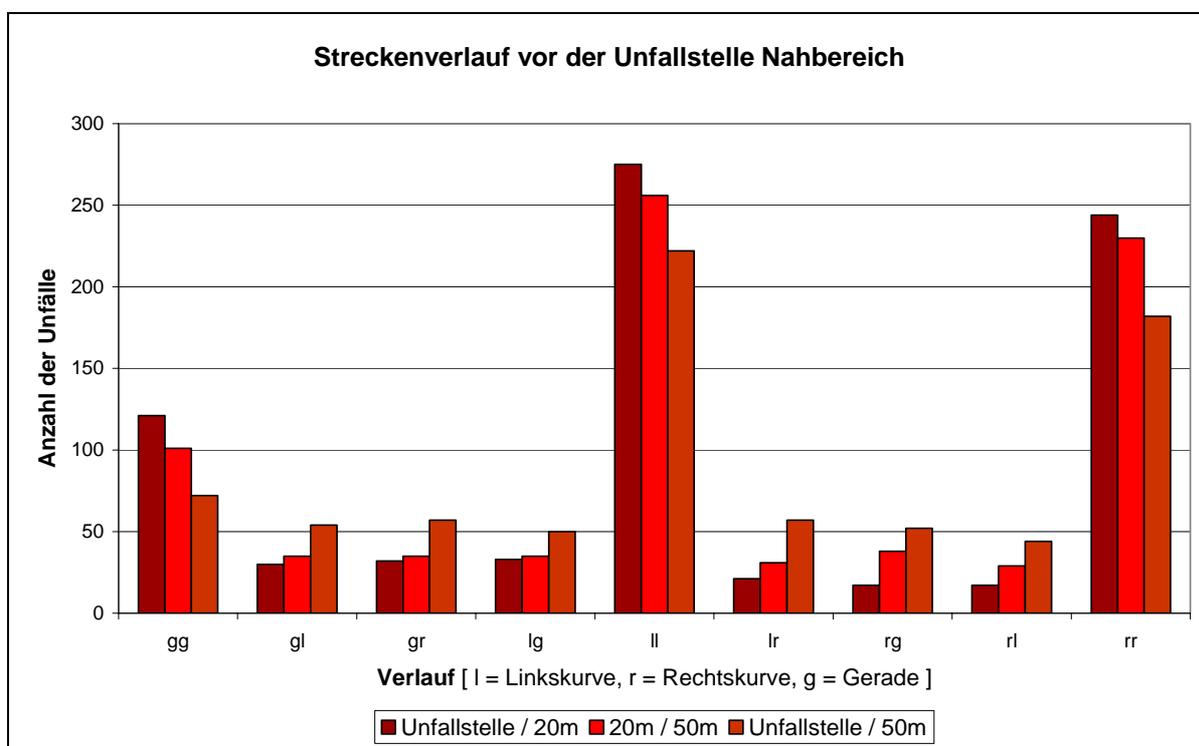


Abb. 5-21 Streckenverlauf 20m / 50m vor der Unfallstelle

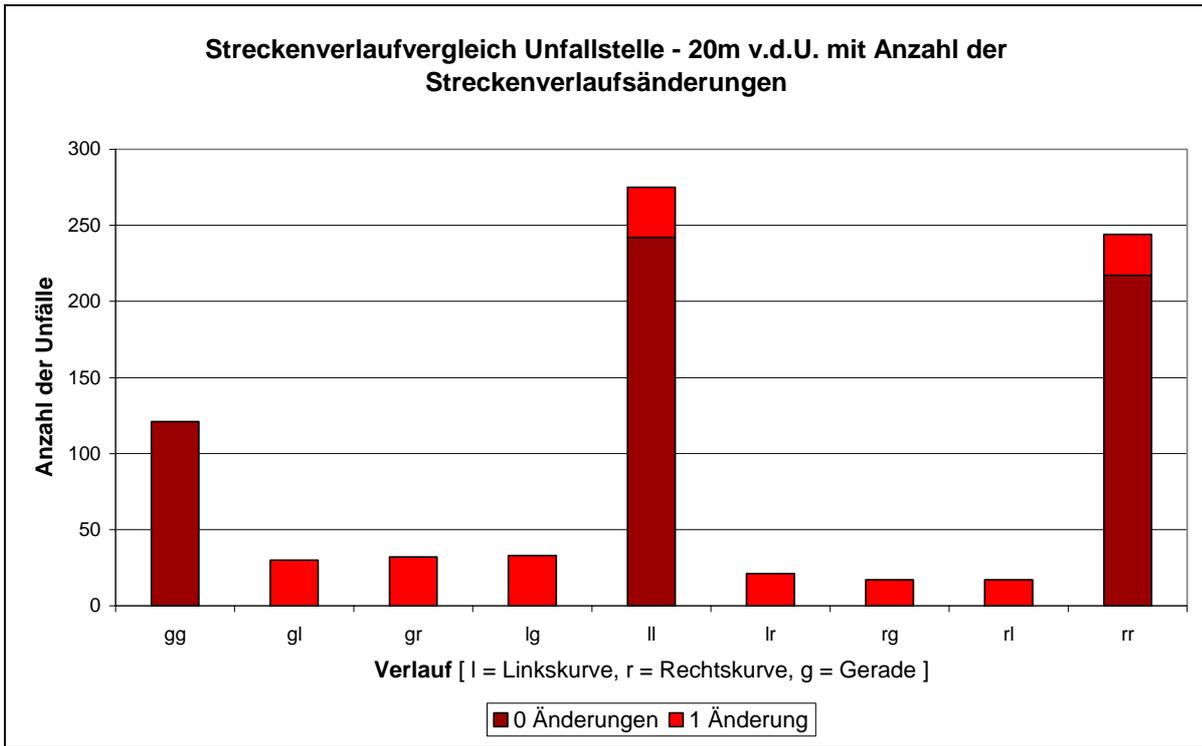


Abb. 5-22 Streckenverlauf 20 m vor der Unfallstelle mit Anzahl der Verlaufsänderungen

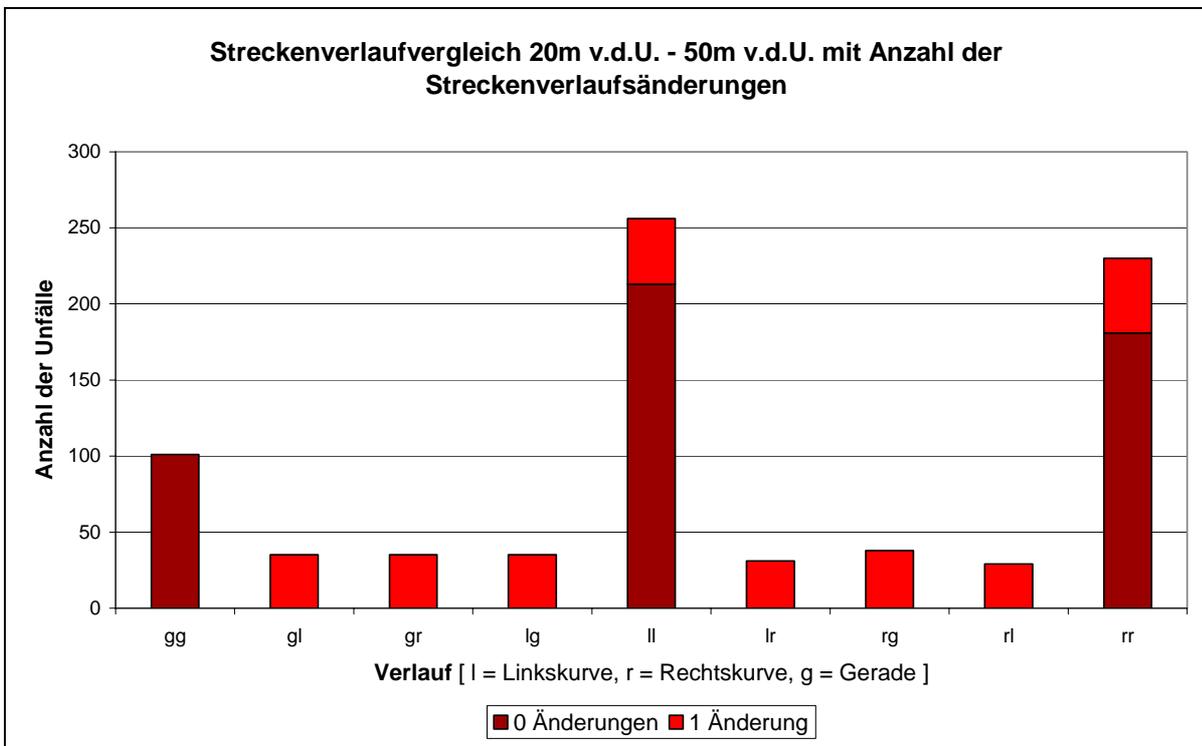


Abb. 5-23 Streckenverlauf zwischen 20 m und 50 m vor der Unfallstelle mit Anzahl der Verlaufsänderungen

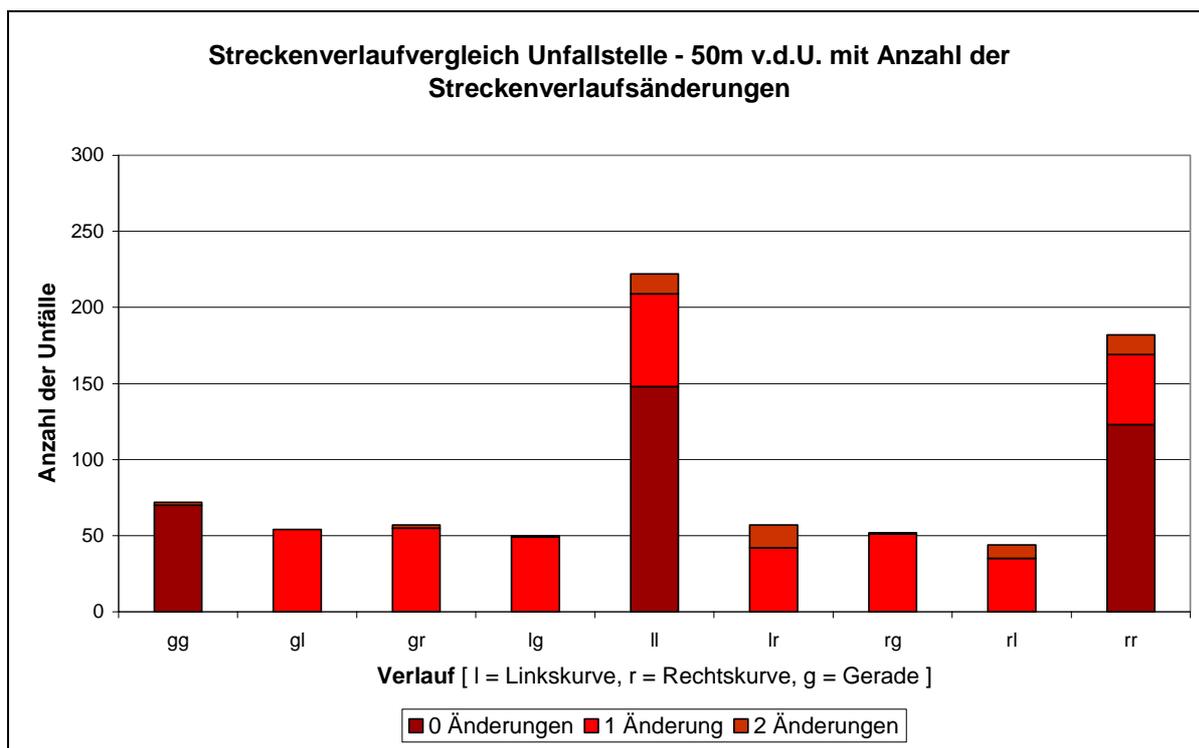


Abb. 5-24 Streckenverlauf 50 m vor der Unfallstelle mit Anzahl der Verlaufsänderungen, Schrittweite 50 m

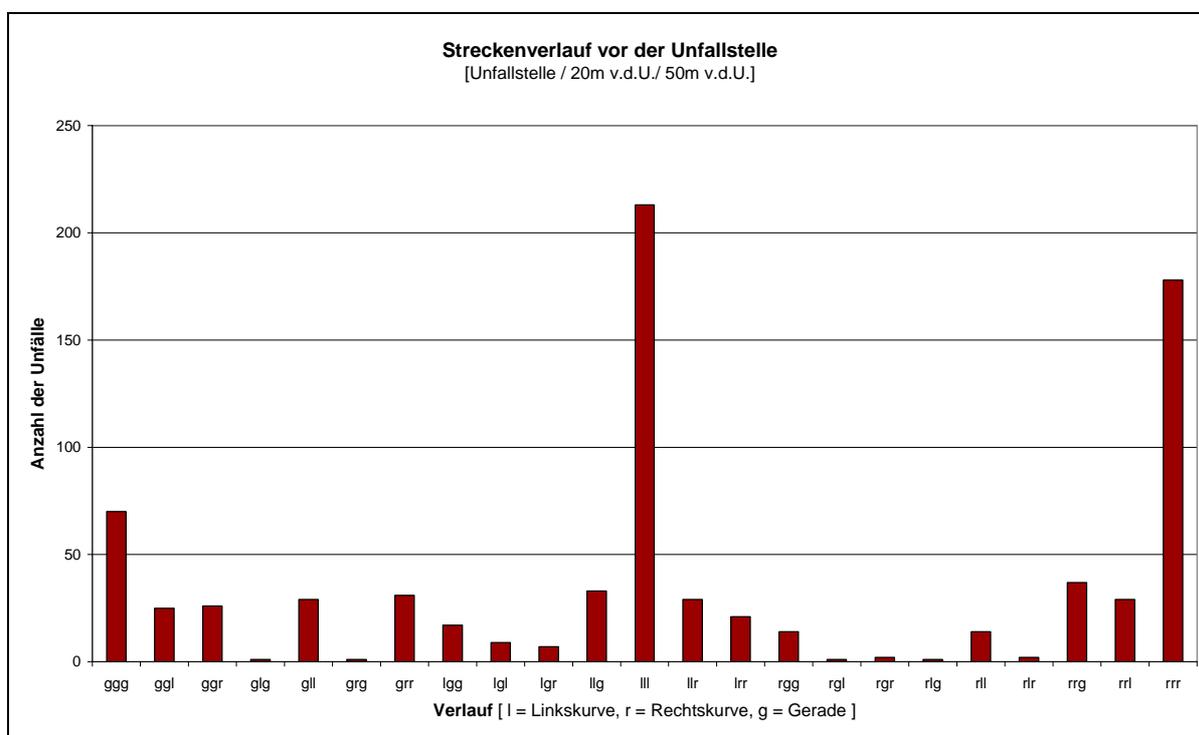


Abb. 5-25 Streckenverlauf 50 m vor der Unfallstelle, Schrittweite 20 m/50 m

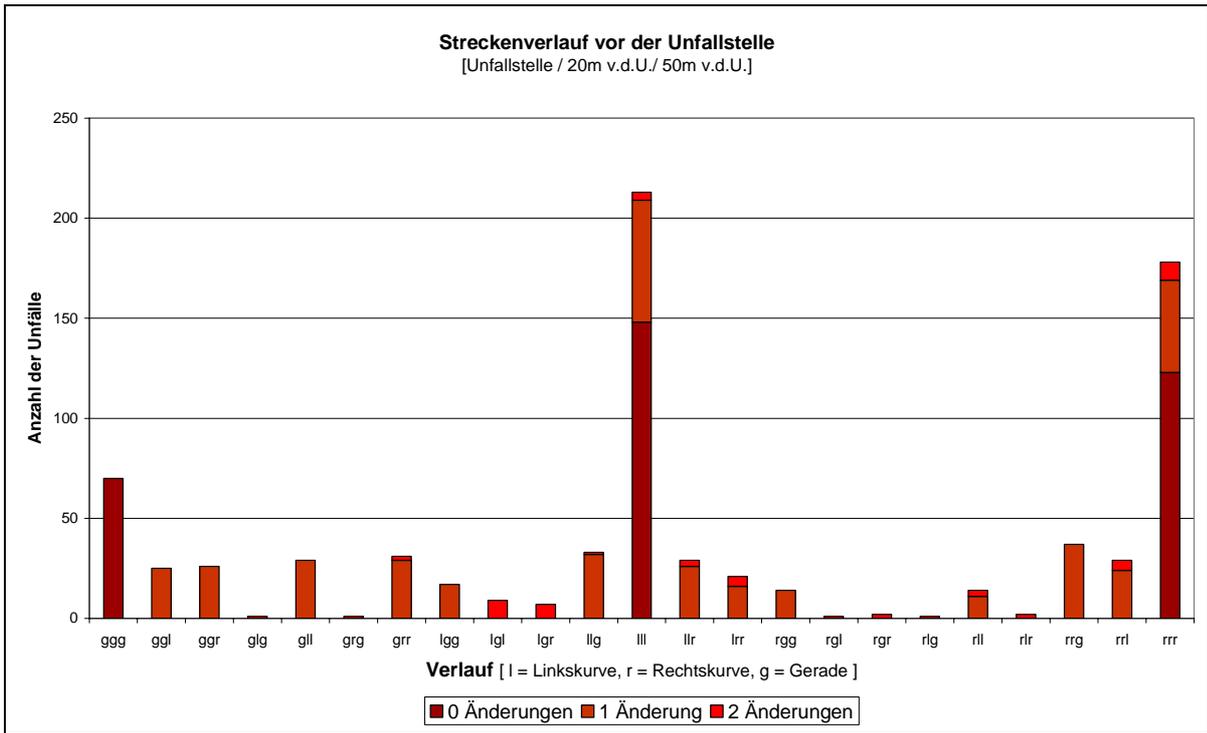


Abb. 5-26 Streckenverlauf 50 m vor der Unfallstelle mit Anzahl der Verlaufsänderungen, Schrittweite 20 m/50 m

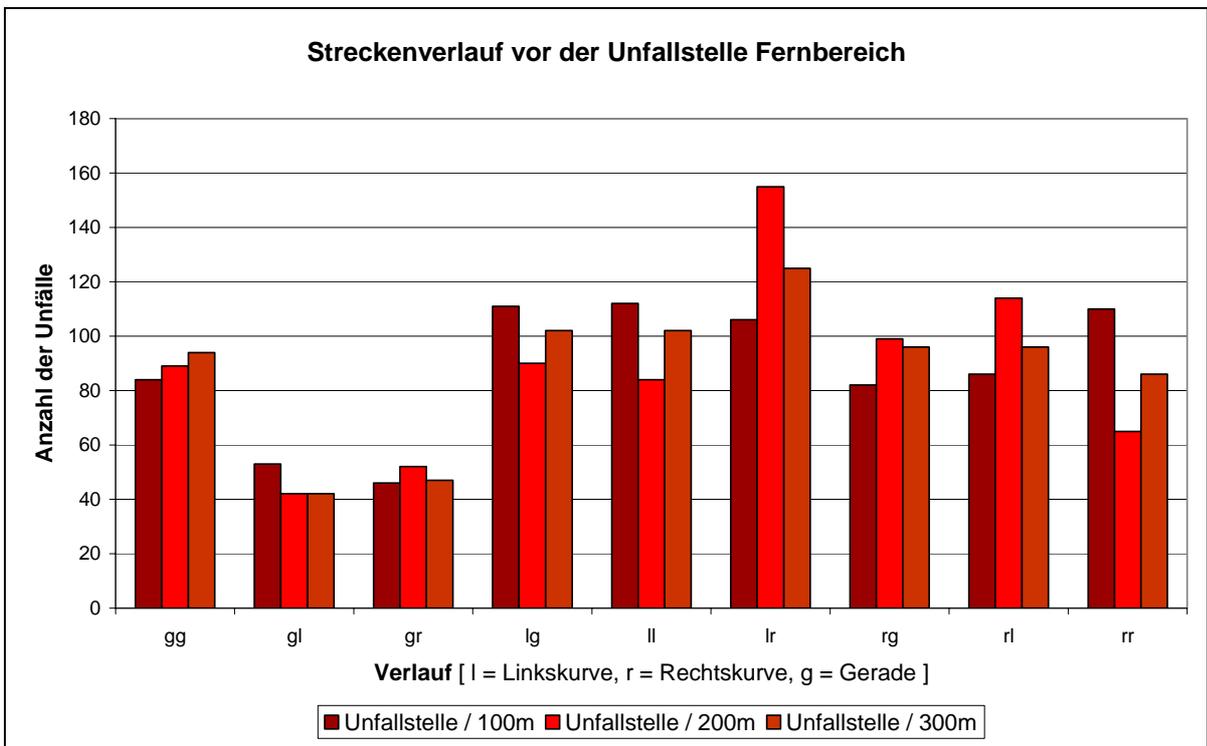


Abb. 5-27 Streckenverlauf 100m / 200m / 300m vor der Unfallstelle

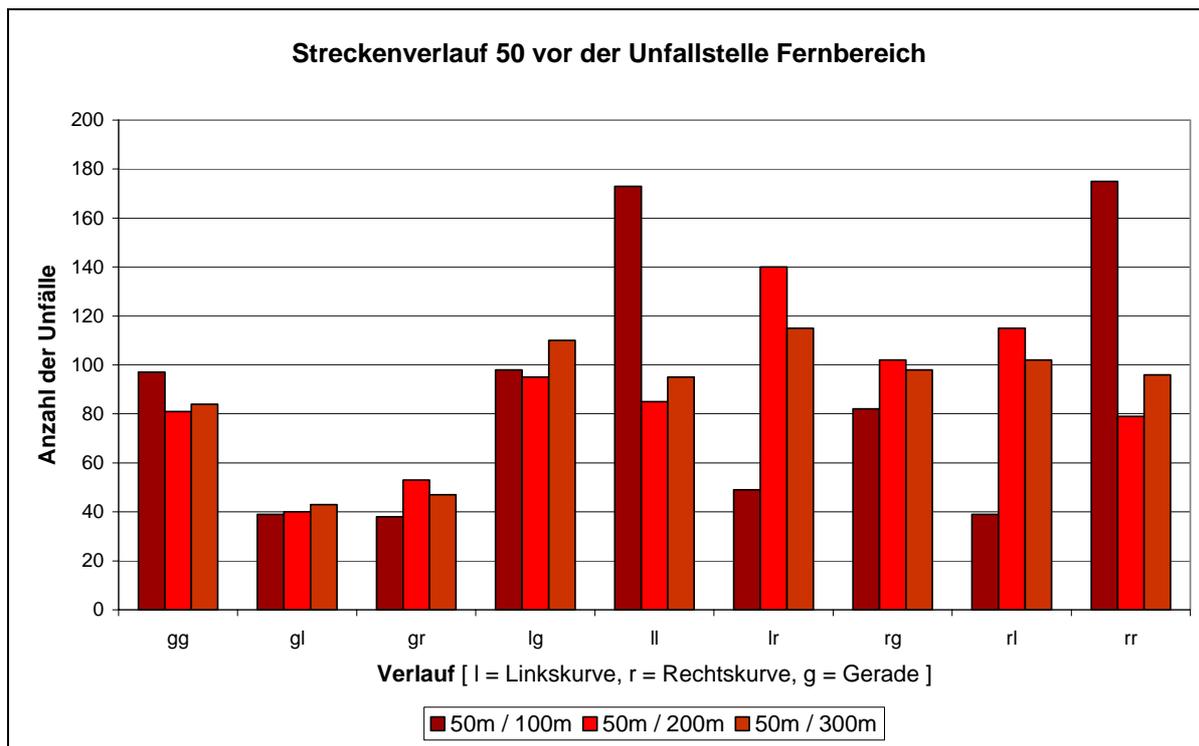


Abb. 5-28 Streckenverlauf zwischen 50m und 100m / 200m / 300m vor der Unfallstelle

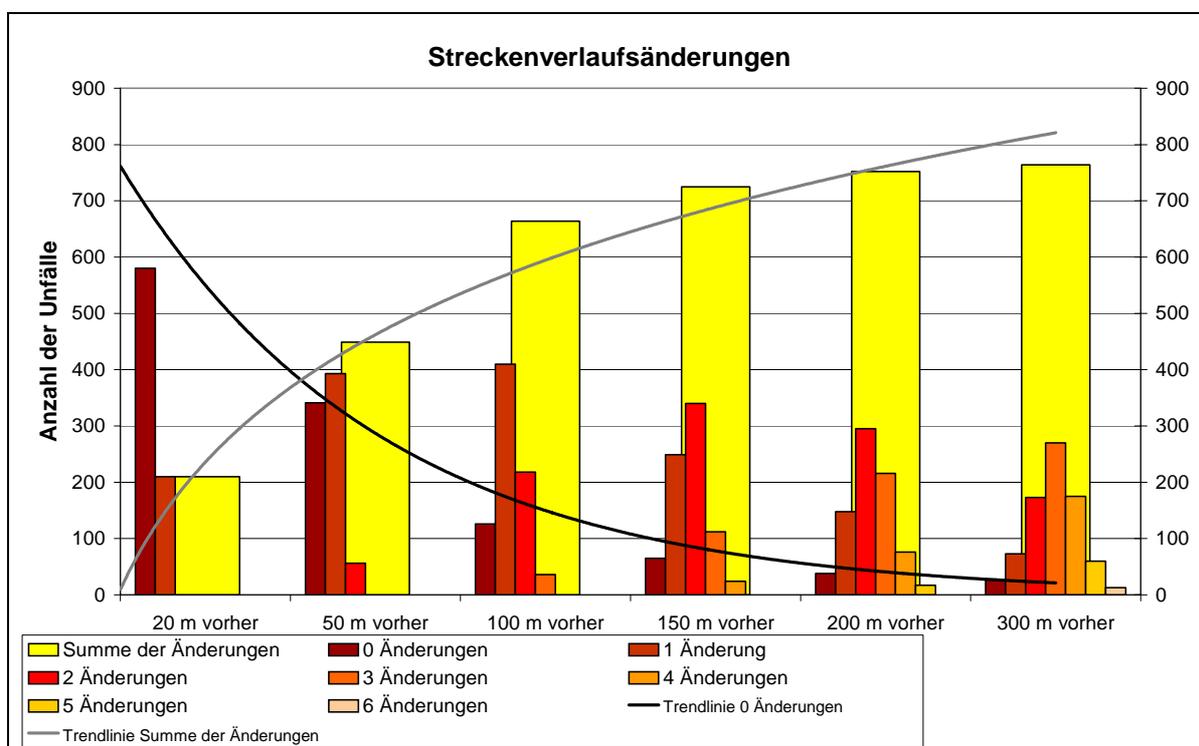


Abb. 5-29 Summe der Streckenverlaufsänderungen

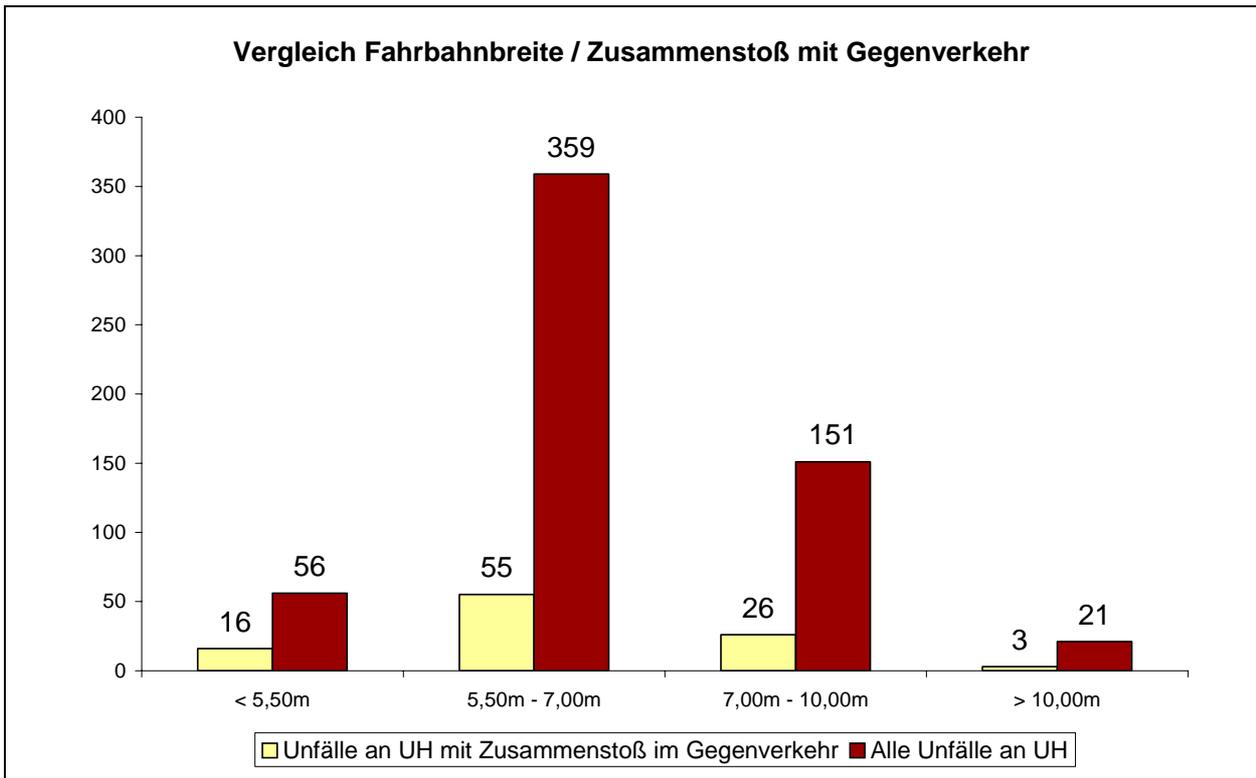


Abb. 5-30 Vergleich Fahrbahnbreite und Unfallkategorie 4

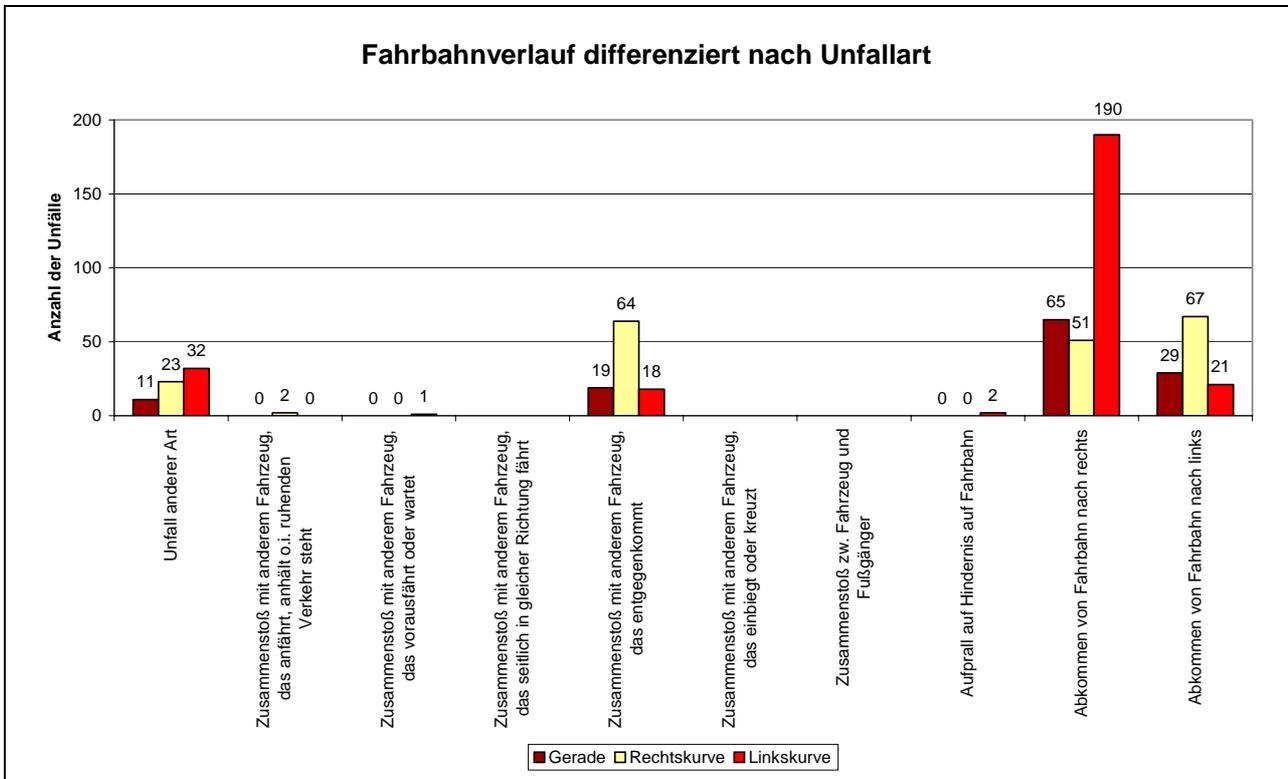


Abb. 5-31 Fahrbahnverlauf differenziert nach Unfallart

6 Gegenüberstellung der Streckengeometrie von unfallauffälligen Bereichen und Vergleichsstrecken

6.1 Methodik

Grundgedanke dieser Untersuchung ist die Annahme, dass die Häufigkeit von Motorradunfällen an einem Punkt oder einer Strecke mit den dort vorherrschenden Trassierungsparametern zusammenhängt. Daraus erwächst der Umkehrschluss, dass sich diese Trassierungsparameter an beliebigen anderen, im Bezug auf Motorradunfälle unauffälligen, Bereichen in dieser Form nicht wiederfinden lassen.

Aus diesem Grund wurde für die vergleichende Untersuchung der Unfallhäufungsstellen und -linien eine Vorgehensweise gewählt, die an die Vorgehensweise des paarweisen Vergleichs (vgl. [16]) angelehnt ist. Es werden zunächst die Trassierungsparameter des unfallauffälligen Bereichs ermittelt. Dieser Bereich erstreckt sich vom ersten zugehörigen Unfall bis zum letzten dem Bereich zuzurechnenden Unfall. Um eventuelle Trassierungsparameter zur berücksichtigen die zur Einleitung des Unfalls führen könnten, wird an beiden Enden des zu untersuchenden Bereichs ein Längenzuschlag von pauschal 50 m hinzugerechnet. (Eine theoretisch punktuelle Unfallhäufungsstelle ist durch diese Vorgehensweise trotzdem mindestens 100 m lang.) Im nächsten Schritt werden jeweils für gleichlange Bereiche (inkl. Längenzuschlag) vor bzw. hinter¹ dem Unfallbereich dieselben Parameter ermittelt. Außerdem werden zusätzlich noch für den gesamten Streckenabschnitt zwischen den zwei Netzknoten, zwischen denen sich der Untersuchungsbereich befindet die Trassierungsparameter ermittelt.

Die gleiche Vorgehensweise wird für beliebig ausgewählte Streckenabschnitte, bei denen es keine Unfallauffälligkeiten gab, gewählt. Auch hier werden zunächst von einem zufällig ausgewählten Bereich die Trassierungsparameter ermittelt sowie von dem davor und dahinter liegenden gleichlangen Streckenabschnitt. Als vorgegebene Länge

¹ Die Begriffe *vor* und *hinter* werden hier im Bezug zur Fahrtrichtung der meisten verunfallten Motorradfahrer an der entsprechenden UHS/UHL verwendet; ereigneten sich aus beiden Fahrtrichtungen gleich viele Unfälle, so wurde die Stationierungsrichtung gewählt.

wurde hier 50 m für den Vergleich mit UHS und 500 m für den Vergleich mit UHL, jeweils zuzüglich der o.g. 50 m Längenzuschlag in beide Richtungen, gewählt; somit waren die Vergleichsabschnitte zu den UHS 150m und die Vergleichsabschnitte zu den UHL 600m lang.

Diese Vorgehensweise wurde gewählt, da sich bei der vorherigen Untersuchung der einzelnen Unfallstellen gezeigt hat, dass die Variationsmöglichkeiten der verschiedenen betrachteten Parameter zu vielfältig ist, als dass man damit eine große Anzahl von wirklich identischen Rahmenbedingungen an den Unfallstellen finden könnte. Mit dieser Vergleichsuntersuchung soll nun versucht werden, durch den direkten Vergleich zwischen den Streckenabschnitten Gemeinsamkeiten und Unterschiede herzuleiten.

Die bei dieser Vergleichsuntersuchung verwendeten Daten stammen ebenfalls aus dem Straßennetz von Rheinland-Pfalz und wurden zufällig gewählt. Es handelt sich dabei um das klassifizierte Streckennetz des gesamten Westerwald-Kreises ohne Autobahnen und ohne die Streckenabschnitte in welchen sich bereits unfallauffällige Bereiche befinden. Ebenfalls ausgenommen bei den Betrachtungen wurden, wegen der o.g. Vorgehensweise bei den vergleichenden Betrachtung, Streckenabschnitte die zwischen zwei Netzknoten eine Länge von weniger als 150m aufweisen.

Die Streckenlänge der Vergleichsdaten beträgt insgesamt 1050 km, was 5,95 % des klassifizierten Streckennetzes ohne Autobahnen von Rheinland-Pfalz entspricht. Im Vergleich dazu beträgt die Länge der Streckenabschnitte mit UHS 301 km (entspr. 1,71 % des Netzes) und die der Streckenabschnitte mit UHL knapp 300 km (entspr. 1,70 % des Netzes).

6.2 Untersuchungskriterien

Im Vergleich zu der vorangegangenen Auswertung in Kap. 5.4, bei welcher die Untersuchungskriterien nur auf den unmittelbaren Unfallort bzw. einen definierten Bereich vor der Unfallstelle angewandt wurden, werden in diesem Fall die Kriterien sowohl für die komplette UHS bzw. UHL, sowie als Vergleich auch für den kompletten Streckenabschnitt zwischen zwei Netzknoten bestimmt.

Die im Folgenden kurz dargestellten verwendeten Untersuchungskriterien basieren weitestgehend auf den Erkenntnissen der vorangegangenen Analyse. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Kriterien werden im nachfolgenden Kapitel erläutert.

6.2.1 Stetigkeit des Verlaufes/ Änderungen des Streckenverlaufs

Wie in Kap. 5.3.4 bereits erläutert, hat die Stetigkeit des Streckenverlaufs eine große Bedeutung für die Sicherheit von Streckenabschnitten. Im Gegensatz zur obigen Untersuchung wird aus Gründen der Vergleichbarkeit hier jedoch nicht die absolute Anzahl der Verlaufsänderungen ermittelt, sondern ein auf den Kilometer genormter Wert.

Dies führt insbesondere bei sehr kurzen, kurvigen Streckenabschnitten zu einer sehr hohen Anzahl an Verlaufsänderungen

6.2.2 Kurvigkeit

Für diesen Untersuchungspunkt gilt das gleiche wie in Kap. 5.3.3. Die Kurvigkeit wird hier jeweils für die verschiedenen Untersuchungsabschnitte bestimmt.

6.2.3 Maximales Gefälle

Die Analyse der Längsneigung wird bei dieser Untersuchungsreihe in drei Kategorien eingeteilt. Das erste Untersuchungskriterium davon ist das maximale Gefälle. Dabei wird ermittelt, wie groß der Maximalwert des Gefälles im Untersuchungsabschnitt ist. Weist der Komplette Streckenabschnitt kein Gefälle auf, weil er z.B. in der Ebene liegt oder die Stationierung komplett in einem Steigungsbereich liegt, wird dies gesondert vermerkt. Die Einteilung der Untersuchungsskala richtet sich dabei nach den Vorgaben der RAS-L [14], in welcher empfohlen wird, eine maximale Längsneigung von 4,0% zu bauen; Längsneigungen ab 10,0% sind zu vermeiden.

6.2.4 Maximale Steigung

Für die maximale Steigung gilt dasselbe wie im vorherigen Kapitel, nur wird hier statt des Gefälles die Steigung untersucht. Auch hier wird der jeweilige Maximalwert innerhalb des Untersuchungsabschnittes bestimmt. Die Einteilung der Untersuchungsskala orientiert sich analog ebenfalls an der RAS-L.

6.2.5 Durchschnittliche Längsneigung

Mit der durchschnittlichen Längsneigung wird über die gesamte Länge des Untersuchungsabschnittes

gemittelt. Durch dieses Vorgehen wird die Streckencharakteristik des Untersuchungsabschnittes besser dargestellt, als durch die Darstellung einzelner Extremwerte wie in den vorangegangenen Kapiteln. Auch hier orientiert sich die Skaleneinteilung an den Vorgaben der RAS-L.

6.2.6 Maximale Querneigung

Die Querneigung der Fahrbahn hat einen starken Einfluss auf das Fahrdynamische Verhalten von Fahrzeugen in der Kurve. Um festzustellen, ob diese auch einen direkten Einfluss auf die Sicherheit der Motorradfahrer hat, wird in allen Streckenabschnitten jeweils der Maximalwert der Querneigung ermittelt. Dabei wird nicht unterschieden zwischen positiver oder negativer Querneigung. Die Skaleneinteilung orientiert sich dabei an den Vorgaben aus der RAS-L (vgl. auch Kap. 5.3.1)

6.2.7 Durchschnittliche Querneigung

Die durchschnittliche Querneigung wird durch Mittelung über die komplette Abschnittlänge ermittelt. Ansonsten gelten die gleichen Vorgaben wie im vorherigen Kapitel.

6.2.8 Kleinster Kurvenradius

Die Größe der Kurvenradien hat einen direkten Einfluss auf die Fahrgeschwindigkeit und die Sicherheit der Straßenbenutzer. Bei der Auswertung dieses Kriteriums wird der kleinste Kurvenradius innerhalb des untersuchten Streckenabschnittes bestimmt.

6.2.9 Überhöhung

Wie schon in Kap. 5.3.1 erläutert, hat die Überhöhung der Fahrbahnränder einen entscheidenden Einfluss auf die Verkehrssicherheit. Mit diesem Kriterium wird untersucht, wie groß der Prozentuale Anteil der nicht den Regeln der RAS-L entsprechenden Streckenabschnitte am kompletten Abschnitt ist. Die Skalierung der Untersuchungsergebnisse erfolgt in 25% Schritten.

6.2.10 Geradenanteil

Lange Geraden mit anschließenden engen Kurven, aber auch sehr kurvige Strecken mit kurzen Zwischengeraden bergen ein hohes Unfallpotenzi-

al für Motorradfahrer. Mit diesem Untersuchungskriterium soll versucht werden einen Zusammenhang zwischen dem absoluten Anteil von Geraden am gesamten Streckenabschnitt sowie der Unfallhäufigkeit herzustellen. Dazu wird die Länge der Geraden mit der Gesamtlänge des Streckenabschnitts ins Verhältnis gesetzt. Die Skalierung der Untersuchungsergebnisse erfolgt in 25% Schritten; die Extrema 0% und 100% wurden nicht gesondert betrachtet, da deren Anteil sehr gering war.

Die Diagramme zu den Untersuchungen in den folgenden Kapiteln befinden sich aufgrund der großen Anzahl in einer separaten Anlage, die bei der BASt eingesehen werden kann.

6.3 Untersuchungsergebnisse

Zunächst wurden alle Streckendaten der Unfallstrecken und die der Vergleichsdaten mit Hilfe der verschiedenen o.g. Untersuchungskriterien analysiert und die Ergebnisse gegenübergestellt. Dieser Vergleich der Ergebnisse ließ bei einigen der Auswertekriterien deutliche Unterschiede in der Verteilung der Ergebnisse zwischen den Unfallstrecken und den Vergleichsstrecken erkennen. Um herauszufinden, welche Kriterien die Unfallstrecken im Vergleich zu den anderen Strecken auszeichnen und so deren direkte Erkennbarkeit anhand von Planungsunterlagen zu erhöhen, wurden dann nochmals die Strecken analysiert, bei welchen es einen besonders großen Unterschied zwischen den Ergebnissen gab. Wurde z.B. ein besonders großer Unterschied in der Kurvigkeitverteilung zwischen den Unfallbereichen und den Vergleichsdaten festgestellt, wurden zusätzlich nur die Strecken mit einer hohen Kurvigkeit gesondert untersucht.

6.3.1 Vergleich aller Daten

Die einzelnen Ergebnisse mit allen Daten aus den verschiedenen Kategorien sind im Folgenden dargestellt. Die zugehörigen Diagramme mit der graphischen Gegenüberstellung der Ergebnisse befinden sich im Anlagenband zu diesem Bericht.

6.3.1.1 Änderungen des Streckenverlaufs/km

Bei der Analyse der Stetigkeit des Streckenverlaufs zeigt sich, dass es im Bereich der UHS eine deutlich erhöhte Anzahl von Verlaufsänderungen gibt, als vor der UHS oder dahinter. Die die UHS

beinhaltenden Streckenabschnitten weisen im Gegensatz dazu zu 95% nur bis zu 15 Verlaufsänderungen pro Kilometer auf.

An den Unfallhäufungslinien ist die Anzahl der Änderungen vor und hinter der UHL annähernd genauso verteilt wie im Bereich der UHL. Im Gegensatz zu den UHS weisen die kompletten Streckenabschnitte aber einen deutlich höheren Anteil (13%) an Strecken auf, welche zwischen 15 und 25 Verlaufsänderungen/km haben.

Betrachtet man die Vergleichsstraßendaten so fällt auf, dass die relativ kurzen Streckenabschnitte von 150 bzw. 600 m Länge einen großen Anteil von unter 5 Verlaufsänderungen pro km haben. Im Vergleich dazu ist jedoch bei den gesamten Streckenabschnitten, welche auch die kürzeren Streckenabschnitte beinhalten, auffällig, dass bei diesen der Anteil der Streckenverlaufsänderungen zwischen 15 und 35 pro km 25% beträgt.

Werden zum Vergleich die korrespondierenden Streckenabschnitte betrachtet (Unfallhäufungsstelle mit Vergleichsabschnitt 150 m Länge und Unfallhäufungslinie mit Vergleichsabschnitt 600 m Länge), so fällt auf, dass insbesondere bei den UHS der Anteil der Strecken mit Verlaufsänderungen von mehr als 15 mehr als doppelt so groß ist wie bei den Vergleichsstraßendaten. Betrachtet man hingegen die kompletten Vergleichsabschnitte, so fällt hier bei den Vergleichsdaten auf, dass diese im Vergleich zu den unfallauffälligen Strecken einen deutlich erhöhten Anteil an Verlaufsänderungen über 15 pro km haben.

Die Diskrepanzen zwischen diesen einzelnen Ergebnissen sind jedoch nicht so groß als dass sie ausreichen würden, weitere Kriterien herzuleiten.

6.3.1.2 Kurvigkeit

Bei der Betrachtung der Kurvigkeit an den Unfallhäufungsstellen ist deutlich zu sehen, dass im Bereich der Unfallhäufungsstellen die Kurvigkeit der untersuchten Strecke deutlich erhöht ist. So beträgt z.B. der Unfallhäufungsstellen mit einer Kurvigkeit größer 400 gon/km 57%. Hinter den Unfallhäufungsstellen haben diese Strecken immerhin noch einen Anteil von rd. 38%. Vor den Unfallhäufungsstellen hingegen beträgt der Anteil solcher Strecken nur 28%. Betrachtet man den kompletten Streckenabschnitt zwischen zwei Netzknoten, so sinkt der Anteil dieser Strecken auf unter 20%.

Auch bei der Betrachtung der UHL fällt auf, dass insbesondere im Bereich der Unfallhäufungslinie der Anteil der Strecken mit einer Kurvigkeit über 400 gon/km 53% beträgt, im Bereich hinter den

Unfallhäufungslinien beträgt der Anteil der Strecken nur 31%. Vor der Unfallhäufungslinie beträgt der Anteil der Strecken mit einer Kurvigkeit über 400 gon/km nur 21% und betrachtet man den kompletten Streckenabschnitt, so sind dies rd. 14% der Strecken.

Die Analyse der Vergleichsstraßendaten ergibt bei allen Auswertungen nur einen Anteil von 9 - 12% von Strecken mit einer Kurvigkeit über 400 gon/km.

Beim direkten Vergleich der Unfallhäufungsstellen mit den korrespondierenden Vergleichsdaten fällt hier der große Unterschied ab einer Kurvigkeit über 400 gon/km deutlich ins Auge. Ebenso ist dies der Fall bei einer vergleichenden Betrachtung an Unfallhäufungslinien. Auch hier ist der Anteil der Strecken mit einer Kurvigkeit über 400 gon/km deutlich höher als bei den Vergleichsstraßen. Betrachtet man dazu die kompletten Streckenabschnitte so ist dieser Effekt nicht mehr sichtbar. Aus diesem Grund werden die Unfallhäufungsstellen und Unfallhäufungslinien mit der einer Kurvigkeit von über 400 gon/km im Kap. 6.3.5 einer gesonderten Betrachtung unterzogen. Zum direkten Vergleich wird außerdem in Kap. 6.3.6 eine Analyse der Strecken mit einer Kurvigkeit über 600gon/km dargestellt. Zur Komplettierung der Kurvigkeitsuntersuchung werden in Kap. 6.3.8 auch noch die Streckenabschnitte zwischen zwei Netzknoten, welche eine Kurvigkeit größer 200 gon/km aufweisen, einer gesonderten Untersuchung unterzogen.

6.3.1.3 Maximales Gefälle

Die Betrachtung dieses Untersuchungskriteriums ergibt keine Besonderheiten, weder bei den Unfallhäufungsstellen und Unfallhäufungslinien noch bei den Vergleichsdaten. Die Verteilung der Steigungsverhältnisse ist in allen Fällen recht ähnlich. Aus diesem Grund werden zu diesem Untersuchungskriterium keine vertiefenden Betrachtungen vorgenommen.

6.3.1.4 Maximale Steigung

Auch bei der Auswertung dieses Kriteriums konnten keine besonderen Auffälligkeiten festgestellt werden.

6.3.1.5 Durchschnittliche Längsneigung

Die Betrachtung der durchschnittlichen Längsneigung in allen Streckenabschnitten ergab ebenfalls keine Besonderheiten. Aus diesem Grund werden

auch für dieses Kriterium keine vertiefenden Analysen vorgenommen.

6.3.1.6 Maximale Querneigung

Betrachtet man die maximale Querneigung an den UHS, so fällt ins Auge, dass der Anteil von Strecken mit einer Querneigung über 8% annähernd doppelt so groß ist, wie vor UHS bzw. danach. Betrachtet man den kompletten Streckenabschnitt zwischen 2 Netzknoten, welcher die UHS beinhaltet, so steigt dieser Anteil auf 62%.

Ein ähnliches Bild ergibt die Untersuchung an UHL. Allerdings ist hier der Anteil der Strecken mit einer Querneigung über 8% nicht so signifikant größer wie bei den UHS. Betrachtet man auch hier den kompletten Streckenabschnitt zwischen 2 Netzknoten, ist der Anteil auch hier mit 62% annähernd dreimal so groß, wie an der UHL selber.

Betrachtet man dazu die Vergleichsdaten, so fällt hier auf, dass der Anteil der Strecken mit einer Querneigung über 8% deutlich geringer ist. Selbst bei der Betrachtung zwischen 2 Netzknoten beträgt hier der Anteil nur rd. 1/3 von dem an UHS/UHL.

Die direkte Gegenüberstellung der UHS mit den korrespondierenden Daten aus den Vergleichsstrecken ergibt hier einen rd. 4-fach erhöhten Anteil an Strecken mit einer maximalen Querneigung von über 8%. An den UHL ist der Anteil der Strecken nur rd. Dreimal so groß wie bei den Vergleichsstrecken. Auch ein Vergleich der kompletten Streckenabschnitte zwischen zwei Netzknoten ergibt, dass die unfallauffälligen Bereiche einen rd. dreimal so großen Anteil an Strecken mit einer maximalen Querneigung von 8% aufweisen. Aus diesem Grund wird dieses Kriterium in Kap. 6.3.2 einer gesonderten Untersuchung unterzogen.

6.3.1.7 Durchschnittliche Querneigung

Betrachtet man die durchschnittliche Querneigung sowohl an UHS- als auch an UHL-Vergleichsdaten, so gibt es hier keine besonderen Auffälligkeiten. Lediglich der erhöhte Anteil negativer Querneigungen in allen Fällen, wahrscheinlich aus entwässerungstechnischen Gründen, fällt ins Auge.

6.3.1.8 Kleinster Kurvenradius

Sowohl bei der UHS als auch bei den UHL und den umgebenden Strecken ist die Verteilung der Kurvenradien annähernd gleich. Auch die Betrachtung der Streckenabschnitte zwischen 2 Netzkno-

ten zeigt fast identische Werte. Hierbei fällt auf, dass annähernd 75% aller Strecken einen kleinsten Radius < 50 m aufweisen.

Der direkte Vergleich zwischen den UHS und UHL mit den korrelierenden Vergleichsstrecken zeigt deutlich, dass bei diesen der Anteil der Strecken mit kleinsten Radien < 75 m zwischen 3- und 4-mal so hoch ist. Hingegen ist bei der Betrachtung der kompletten Streckenabschnitte kein nennenswerter Unterschied zwischen den Strecken festzustellen.

6.3.1.9 Überhöhung

Bei der Beurteilung der Überhöhung der verschiedenen Strecken scheint es auch keinen Zusammenhang zwischen UHS, UHL und Vergleichsdaten zu geben. Die Anteile der Überhöhung sind bei allen Strecken annähernd gleich verteilt.

6.3.1.10 Geradenanteil

Sowohl vor, in als auch hinter der UHS macht der Anteil der Strecken mit einem Geradenanteil von weniger als 25% rd. die Hälfte der Strecken aus. Betrachtet man zusätzlich noch die Strecken mit einem Geradenanteil von bis zu 50%, so steigt der Anteil dieser Strecken auf 65 - 80%. Dies entspricht dann auch der Verteilung bei der Betrachtung des gesamten Streckenabschnittes zwischen zwei Netzknoten.

Bei den UHL ist die Verteilung ähnlich wie bei den UHS. Auch hier ist der Anteil der Strecken mit einem Geradenanteil von weniger als 50% rd. 75% des Gesamtstreckenanteils. Allerdings ist hier der Anteil der Strecken mit einem Geradenanteil von weniger als 25% deutlich geringer.

Gegensätzlich zu den vorherigen Ergebnissen stellen sich die Analysen der Vergleichsdaten dar. Hier haben die Strecken mit einem Geradenanteil von bis zu 50% nur einen Anteil von rd. 1/3 an den Gesamtstrecken. Der Anteil der Strecken mit einem Geradenanteil von weniger als 25% beträgt sogar nur zwischen 8 und 19%.

Der direkte Vergleich der UHS und UHL mit den korrelierenden Vergleichsdaten zeigt deutlich den Unterschied zwischen den Geradenanteilen. Aus diesem Grund wird dieses Kriterium einer weiteren gesonderten Untersuchung in Kap. 6.3.3 unterzogen.

6.3.2 Maximale Querneigung über 8,0%

In diesem Kapitel werden die gleichen Untersuchungen wie im vorangegangenen Kapitel durchgeführt, allerdings werden jetzt nur noch die Streckenabschnitte untersucht, die eine maximale Querneigung größer 8,0% aufweisen.

Für die Merkmale

- maximales Gefälle
- maximale Steigung
- Durchschnittliche Längsneigung
- Durchschnittliche Querneigung
- Überhöhung
- Geradenanteil

zeigten sich keine Auffälligkeiten, die Ergebnisse der übrigen Merkmale werden im Folgenden diskutiert.

6.3.2.1 Änderungen des Streckenverlaufes

Im Vergleich zu den vorherigen Untersuchungen mit allen Daten hat sich bei den Änderungen des Streckenverlaufes keine bedeutsame Abweichung ergeben.

6.3.2.2 Kurvigkeit

Bei der Kurvigkeitsuntersuchung ergibt sich an den Unfallhäufungsstellen und Unfallhäufungslinien keine kennzeichnende Änderung zu den vorhergehenden Untersuchungen. Sowohl bei den Unfallhäufungsstellen, als auch bei den Vergleichsdaten jedoch fällt deutlich auf, dass die Kurvigkeit der untersuchten Streckenabschnitte deutlich zugenommen hat. Diese Veränderung betrifft allerdings hauptsächlich die Kurvigkeiten zwischen 200 und 400 gon/km.

6.3.2.3 Maximale Querneigung

Die ausgewählten Daten enthalten nur noch Strecken, welche eine maximale Querneigung von über 8% aufweisen, weswegen zu diesem Kriterium hier keine vergleichenden Aussagen getroffen werden können.

Betrachtet man jedoch die Länge der untersuchten Streckenabschnitte, so stellt man fest, dass die Summe der Streckenlängen UHS + UHL insgesamt schon größer ist, als die Summe der Streckenlänge der Vergleichsabschnitte. Dieses Ergebnis ist umso bemerkenswerter, da die Anzahl der Vergleichsstreckenabschnitte doppelt so groß

ist wie die Anzahl der Unfallhäufungsstellen und Unfallhäufungslinien (161:81).

Dieses Auswahlkriterium trifft somit rund 18% der UHS und rund 30% der UHL aber nur knapp 5% der 150m langen und 11% der 600m langen Vergleichsstrecken. Auch der Vergleich der zwischen den kompletten Streckenabschnitten zeigt die gleiche Tendenz; von den unfallauffälligen Strecken werden 61% durch dieses Kriterium erfasst, von den Vergleichsdaten nur 22%.

Es lässt sich somit zumindest feststellen, dass mit diesem Kriterium die Trefferquote bei der Bestimmung von Unfallhäufungsstrecken deutlich erhöht werden kann. Dies Kriterium könnte daher einen Beitrag zur Unterscheidung von potenziellen Unfallbereichen von „ungefährlichen“ Stellen leisten.

6.3.2.4 Kleinster Kurvenradius

Bei dieser Analyse weisen die Unfallhäufungsstellen einen deutlich erhöhten Anteil an kleinen Kurvenradien unter 75 m auf (63%). Bei den anderen untersuchten Strecken kann festgestellt werden, dass der Geradenanteil und der Anteil an großen Radien über 200 m deutlich zurückgegangen ist. Der direkte Vergleich zwischen den Unfallstrecken und den Vergleichsdaten zeigt jetzt deutlich gleichartige Verteilung der Ergebnisse.

6.3.3 Geradenanteil < 50%

Im folgenden Abschnitt werden diejenigen Strecken einer eingehenderen Untersuchung unterzogen, bei denen die UHS bzw. UHL sowie die entsprechenden Vergleichsdaten einen Geradenanteil von weniger als 50% aufweisen. Es werden nur die Kriterien dargestellt, bei deren Auswertung Auffälligkeiten zu beobachten waren.

6.3.3.1 Änderungen des Streckenverlaufs

An den Unfallhäufungsstellen und Unfalllinien ist keine signifikante Änderung bei der Stetigkeit der Strecken festzustellen. Bei den Vergleichsdaten jedoch ist die Anzahl der Strecken, die eine Verlaufsänderung von weniger als 5 Änderungen pro km aufweisen halbiert worden. Dies gilt sowohl für die 150 m als auch für die 600 m langen Strecken; sowie für die kompletten Streckenabschnitte zwischen zwei Netzknoten. Bei diesen Strecken hat der Anteil der Änderungen zwischen 15 und 25 pro km stark zugenommen.

Beim direkten Vergleich der UHS- und UHL-Strecken mit den korrelierenden Vergleichsstraßendaten fällt nun besonders auf, dass sich die Verteilung der Verlaufsänderungen deutlich angeglichen hat.

6.3.3.2 Kurvigkeit

Die Auswahl der Strecken hat bei den hier untersuchten UHS und UHL einen leichten Anstieg der Kurvigkeiten verursacht. Kurvigkeiten unter 100 gon/km sind quasi nicht mehr vorhanden. Hingegen ist bei den Vergleichsstraßendaten ein deutlicher Anstieg der Kurvigkeit zu verzeichnen. Der Anteil der Strecken mit Kurvigkeiten unter 100 gon/km ist um mehr als die Hälfte zurückgegangen.

6.3.3.3 Kleinster Kurvenradius

An den Unfallhäufungsstellen und Unfallhäufungslinien hat der Anteil der Strecken, die ihren kleinsten Radius unter 75 m haben, weiter zugenommen. Andererseits ist der Anteil an Geraden weiter zurückgegangen. Bei den Vergleichsdaten ist diese Entwicklung weitaus deutlicher zu sehen. Hier gibt es jetzt keine Strecken mehr, die als kleinsten Radius eine Gerade aufweisen. Der Anteil mit Strecken, deren kleinster Radius unter 75 m liegt, hat deutlich zugenommen.

6.3.3.4 Geradenanteil

Bei der Auswertung dieser Daten fällt auf, dass die Strecken zwischen den Netzknoten an UHS und UHL insgesamt rd. 500 km ausmachen, wohingegen die Vergleichsstraßendaten mit 311 km nur noch einen Anteil von 1,77% am Gesamtstreckenetz von Rheinland-Pfalz haben. Auch der Anteil an den untersuchten Strecken ist bei den Vergleichsdaten deutlich gesunken. Dieser beträgt nur noch 33% der gesamten Streckenanzahl, hingegen sind immer noch rund 78% der unfallauffälligen Bereiche in dieser Auswertung enthalten.

Insgesamt ist auch hiermit ein Kriterium gefunden, mit dessen Hilfe es möglich erscheint, potenzielle Unfallstrecken für Motorradfahrer einzugrenzen.

6.3.4 Kleinster Radius < 100 m

Auch bei den vorangegangenen Untersuchungen zum kleinsten Radius im Untersuchungsabschnitt hat sich ein deutlicher Unterschied zwischen unfallauffälligen Bereichen und Vergleichsstrecken

gezeigt. Besonders bei kleinen Radien gab es einen deutlichen Unterschied, weswegen im Folgenden nur noch die Strecken mit einem kleinsten Radius $< 100\text{m}$ untersucht werden.

Die Auswertung der Kriterien

- maximale Querneigung
- Durchschnittliche Querneigung
- Überhöhung
- Geradenanteil

erbrachte keine Auffälligkeiten; die Ergebnisse der übrigen Merkmale werden im Folgenden dargestellt und erläutert.

6.3.4.1 Änderungen des Streckenverlaufs

An den Unfallhäufungsstellen hat sich im Vergleich zu den vorangegangenen Untersuchungen keine signifikante Veränderung ergeben. Im Bereich der Unfallhäufungsstellen jedoch ist der Anteil der Strecken mit Verlaufsänderungen von über 15 pro km deutlich angestiegen.

Noch deutlicher ist dieser Anstieg bei den Strecken mit den Vergleichsdaten zu sehen. Hier hat auch der Anteil der Strecken Verlaufsänderungen unter 5 pro km deutlich an Bedeutung verloren.

6.3.4.2 Kurvigkeit

Im Bereich der Unfallhäufungsstellen ist der Anteil der Strecken mit einer Kurvigkeit von über 600 gon/km deutlich angestiegen (von 44 auf 64%). An den Unfallhäufungsstellen ist diese Entwicklung noch deutlicher. Hier ist der Anteil der Strecken mit einer Kurvigkeit von über 600 gon/km von 30% auf 77% angestiegen. Bei der Kurvigkeitsverteilung innerhalb der kompletten Streckenabschnitte zwischen 2 Netzknoten haben sich sowohl an Unfallhäufungsstellen als auch an Unfallhäufungsstellen keine deutlichen Veränderungen ergeben.

Bei den Vergleichsdaten ist der Anteil der Strecken mit bis zu 15 Verlaufsänderungen pro km von rd. 75% auf teilweise unter 25% abgefallen. Im direkten Vergleich sieht man deutlich, dass insbesondere bei den Unfallhäufungsstellen, Unfallhäufungsstellen und den korrespondierenden Vergleichsstrecken, die unfallauffälligen Bereiche eine wesentlich höhere Kurvigkeit aufweisen.

6.3.4.3 Maximales Gefälle

An den Unfallhäufungsstellen hat sich im Bereich des maximalen Gefälles keine signifikante Veränderung ergeben.

An den Unfallhäufungsstellen jedoch ist ein deutlicher Anstieg der Strecken zu verzeichnen, die kein Gefälle haben, sich also entweder ausschließlich in der Ebene oder nur in der Steigung befinden. Bei den Vergleichsdaten ist diese Veränderung nicht zu beobachten.

6.3.4.4 Maximale Steigung

Korrespondierend zu den Ergebnissen aus dem vorangegangenen Kapitel ist bei den Unfallhäufungsstellen keine Veränderung zu sehen. An den Unfallhäufungsstellen jedoch ist der Anteil der Strecken mit einer maximalen Steigung von über 4% deutlich angestiegen (von 35 auf 72%). Bei den Vergleichsdaten ist auch hier diese Entwicklung nicht zu beobachten.

6.3.4.5 Durchschnittliche Längsneigung

Auch hier hat sich bei den Unfallhäufungsstellen keine besondere Entwicklung gezeigt.

An den Unfallhäufungsstellen jedoch ist der Anteil der Strecken mit einer durchschnittlichen Längsneigung von + 4 bis + 10% auf rd. 50% angestiegen. Dieses Ergebnis korreliert auch mit den Ergebnissen aus den beiden vorangegangenen Kapiteln.

Bei den Vergleichsstraßendaten ist diese Entwicklung wiederum nicht zu beobachten.

6.3.4.6 Kleinster Kurvenradius

Bei den Untersuchungen zu dem kleinsten Kurvenradius fällt auf, dass bei den Vergleichsdaten ein relativ großer Anteil der Strecken einen kleinsten Kurvenradius von 100 m aufweist (327 von 720). Allerdings ist auch hier wieder auffällig, dass die Vergleichsstrecken kürzere Abschnittslängen aufweisen (durchschnittliche Streckenlänge 1,6 km) als die unfallauffälligen Bereiche (durchschnittliche Streckenlänge 4,8 km).

6.3.5 Kurvigkeit > 400 gon/km an UHS/UHL

Bei der ersten Auswertung mit allen Daten (Kap. 6.3.1) hatte sich gezeigt, dass es bei den Kurvigkeiten zwischen den Unfallhäufungsstellen und

Unfallhäufungslinien auf der einen Seite sowie den Vergleichsstraßendaten auf der anderen Seite große Unterschiede gibt. Aus diesem Grund werden hier zunächst die Strecken untersucht, die eine Kurvigkeit $>$ als 400 gon/km aufweisen. Dabei werden bei den unfallauffälligen Strecken jedoch ausschließlich die Strecken berücksichtigt in welchen die UHS oder UHL eine Kurvigkeit über 400 gon/km aufweist. Bei den Vergleichsdaten werden die Streckenabschnitte berücksichtigt die eine Kurvigkeit über 400 gon/km aufweisen (150m und 600m Länge), sowie die Streckenabschnitte zwischen zwei Netzknoten in denen ein kürzerer Abschnitt liegt, der dieses Kriterium erfüllt. Diese Auswahl wurde so getroffen, um die Vergleichbarkeit zwischen den unterschiedlichen Daten sicherzustellen.

6.3.5.1 Verlaufsänderungen

Die Anzahl der Verlaufsänderungen stieg sowohl bei den Unfallhäufungsstellen als auch bei den Unfallhäufungslinien nur leicht an. Im Gegensatz dazu ist der Anstieg bei den Vergleichsdaten sehr ausgeprägt. So stieg bei den Vergleichsdaten der Anteil der Streckenabschnitte zwischen zwei Netzknoten mit einer Verlaufsänderung von über 15 Änderungen/km von 25% auf knapp 50% an. Damit liegt die Anzahl der Verlaufsänderungen deutlich über den von den unfallauffälligen Bereichen.

6.3.5.2 Kurvigkeit

Obwohl die Summe der gesamten Streckenabschnitte von UHL und UHS 60% unter der Anzahl der Vergleichsstreckenabschnitte liegt (71:184), ist deren Streckenlänge doch deutlich höher als die Vergleichsdaten (348:273). Dies lässt ebenfalls darauf schließen, dass es sich bei den hier untersuchten Streckenabschnitten der Vergleichsdaten um sehr kurze Abschnitte handeln muss, wohingegen unfallauffällige Bereiche, die dieses Kriterium erfüllen, durchaus längere Abschnitte sein können.

Die Anzahl der untersuchten Strecken hat sich im Vergleich zu den Ursprungsdaten bei UH nur auf 54% verringert, bei den Vergleichsdaten hingegen auf nur noch 25,5%. Somit scheint auch das Kriterium Kurvigkeit $>$ 400 gon/km geeignet zu sein unfallträchtige Bereiche für Motorradfahrer einzugrenzen.

6.3.5.3 Maximales Gefälle

An den Unfallhäufungsstellen ist der Anteil der Strecken noch leicht angestiegen, die kein Gefälle

aufweisen. Ebenfalls leicht angestiegen ist der Anteil an Strecken mit einem Gefälle über 4%. An den Unfallhäufungslinien hingegen ist nur der Anteil der Strecken gestiegen, die ein maximales Gefälle von über 4% aufweisen.

Auch bei den Vergleichsdaten ist der Streckenanteil mit einem Gefälle von über 4% leicht angestiegen.

Vergleicht man nun diese Daten jedoch miteinander, so muss man feststellen, dass die Entwicklung sowohl an den unfallauffälligen Bereichen als auch in den Vergleichsbereichen nahezu parallel verläuft. Aus diesem Grund können daraus keine weiteren Ableitungen gezogen werden.

6.3.5.4 Maximale Steigung

Bei der maximalen Steigung ist im Bereich der Unfallhäufungsstellen der Anteil der Strecken, die keinerlei Steigung aufweisen, deutlich zurückgegangen. Dafür ist der Anteil der Strecken, die eine Steigung von über 4% aufweisen angestiegen.

An den UHL ist das Gleiche zu beobachten, wie an den UHS, jedoch in abgeminderter Form.

Bei den Vergleichsdaten ist der Anteil der Strecken, die keine Steigung aufweisen nahezu gleich geblieben. Dafür ist der Anteil der Strecken mit einer Steigung um über 4% leicht angestiegen.

Bei einem direkten Vergleich der korrelierenden Streckenbereiche von unfallauffälligen Stellen und Vergleichsdaten ist eine leicht gegenläufige Entwicklung zu beobachten. Diese scheint jedoch nicht als signifikant zu bezeichnen zu sein.

6.3.5.5 Durchschnittliche Längsneigung

Im Bereich der Unfallhäufungsstellen haben die Strecken an Bedeutung gewonnen, die eine durchschnittliche Längsneigung zwischen +4% und +10% sowie -4% und -10% aufweisen.

An den Unfallhäufungslinien ist diese Entwicklung nicht ganz so deutlich zu beobachten, aber sie ist dort dennoch auch vorhanden.

Bei den Vergleichsstraßendaten ist diese Entwicklung ebenfalls leicht zu beobachten.

Beim direkten Vergleich zwischen den unfallauffälligen Bereichen und den Vergleichsdaten ist eine gleichlaufende Entwicklung zu beobachten. Aus diesem Grund lassen sich aus dieser Auswertung keine weiteren Schlüsse ziehen.

6.3.5.6 Durchschnittliche Querneigung

Auch bei den durchschnittlichen Querneigungen ist keine signifikante Änderung zu den vorherigen Analysen festzustellen. Auch hier lassen sich keine weiteren Schlüsse daraus ziehen.

6.3.5.7 Kleinster Kurvenradius

Sowohl an den Unfallhäufungsstellen als auch an den Unfallhäufungslinien hat sich der Anteil der Strecken mit einem kleinsten Radius von weniger als 50 m nahezu verdoppelt. Auch bei der Betrachtung der kompletten Streckenabschnitte zwischen den Netzknoten ist ein signifikanter Anstieg der Strecken mit einem kleinsten Radius < 50 m festzustellen.

Noch deutlicher ist der Anstieg der Strecken mit Radien < 50 m bei den Vergleichsdaten. Hier hat sich der Anteil vervielfacht. Beim direkten Vergleich der Unfallhäufungsstrecken mit den Vergleichsstrecken fällt auf, dass die Charakteristik bezüglich kleiner Kurvenradien nun sehr ähnlich ist. Der in den vorherigen Auswertungen relativ große Anteil an Strecken, welche eine Gerade als kleinsten Radius aufwiesen, ist bei dieser Auswertung komplett herausgefallen.

6.3.5.8 Geradenanteil

An den Unfallhäufungsstellen ist ein Anstieg der Strecken auszumachen, die nur einen Geradenanteil von weniger als 25% haben. Bei den Unfallhäufungslinien hingegen ist dieser Anstieg ebenso deutlich ausgefallen.

Bei den Vergleichsdaten ist dieser Anstieg noch deutlicher; so hat sich der Anteil der Strecken, die einen Geradenanteil von weniger als 50% haben, nahezu verdoppelt. Im direkten Vergleich zwischen den unfallauffälligen Bereichen und der Vergleichsdaten fällt auf, dass sich die Charakteristik der Ergebnisse deutlich angenähert hat.

6.3.6 Vergleichsuntersuchungen Kurvigkeit > 600 gon/km an UHS/UHL

Mit der vorhergehenden Untersuchung mit einer Kurvigkeit von mehr als 400 gon/km sind immer noch sehr viele Streckenabschnitte der Vergleichsdaten „herausgefiltert“ worden. Aus diesem Grund werden in den folgenden Untersuchungen die Strecken analysiert, welche eine Kurvigkeit > 600 gon/km aufweisen.

Dabei werden wie bei der vorherigen Auswertung auch bei den unfallauffälligen Strecken ausschließ-

lich die Strecken berücksichtigt, in welchen die UHS oder UHL eine Kurvigkeit über 600 gon/km aufweist. Bei den Vergleichsdaten werden die Streckenabschnitte berücksichtigt, die eine Kurvigkeit über 600 gon/km aufweisen (150m und 600m Länge) sowie die Streckenabschnitte zwischen zwei Netzknoten, in denen einer der kürzeren Abschnitt liegt, der dieses Kriterium erfüllt.

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse dieser Auswertung dargestellt.

6.3.6.1 Änderung des Streckenverlaufs

An den Unfallhäufungsstellen und Unfallhäufungslinien ist keine typische Veränderung zu den vorherigen Untersuchungen festzustellen. Bei den Vergleichsdaten jedoch ist der Anstieg der Strecken mit über 15 Änderungen/km signifikant deutlich (von 25 auf 57%). Vergleicht man nun die kompletten Streckenabschnitte miteinander, so fällt deutlich auf, dass bei den unfallauffälligen Bereichen die Strecken dominieren, die weniger als 15 Änderungen/km aufweisen. Im Gegensatz dazu weisen die Strecken mit den Vergleichsdaten einen deutlich höheren Anteil von Abschnitten mit über 15 Änderungen auf.

6.3.6.2 Kurvigkeit

Bei dieser Auswertung wurden nur UHS, UHL und deren korrespondierenden Vergleichsstrecken mit einer Kurvigkeit > 600 gon/km untersucht. Die Streckenabschnitte (zwischen zwei Netzknoten), welche die vorgenannten UHS und UHL beinhalten, weisen natürlich nicht auf der gesamten Abschnittslänge eine ebenso hohe Kurvigkeit auf. Dennoch ist zu beobachten, dass auch bei diesen Strecken die Kurvigkeit stark zugenommen hat. Die Charakteristik Kurvigkeitsverteilung dieser Streckenabschnitte ist nun annähernd gleich.

Allerdings scheinen die Strecken der Vergleichsdaten deutlich kürzer zu sein, als die der unfallauffälligen Bereiche; so haben die insgesamt 53 Strecken mit UH eine Länge von 261km, die Vergleichsdaten mit 99 Strecken weisen im Gegensatz dazu nur eine Gesamtlänge von 144km auf.

6.3.6.3 Durchschnittliche Längsneigung

Im Bereich der UHS und UHL ist der Anteil der Strecken, die eine durchschnittliche Längsneigung zwischen -4 und -10% sowie zwischen +4 und +10% aufweisen, deutlich angestiegen. Der gleiche Anstieg ist zwar auch bei dem Vergleichsdaten

zu beobachten, jedoch ist er dort nicht so signifikant ausgefallen, wie an den unfallauffälligen Bereichen.

6.3.6.4 Maximale Querneigung

An den Unfallhäufungsstellen hat der Anteil der Strecken mit einer maximalen Querneigung von über 8% leicht zugenommen. In den Unfallhäufungslinien ist der Anteil gleich geblieben. Bei den Vergleichsdaten ist der Anteil dieser Strecken ebenfalls annähernd gleich geblieben. Beim direkten Vergleich der gesamten Streckenabschnitte ist auffällig, dass an den Strecken, welche Unfallhäufungsstellen beinhalten, der Anteil von Strecken, die eine maximale Querneigung über 8% aufweisen, deutlich höher ist, als bei den Vergleichsstrecken und den Unfallhäufungslinien.

6.3.6.5 Kleinster Kurvenradius

An den Unfallhäufungsstrecken ist eine starke Zunahme der Abschnitte zu beobachten, die einen Radius < 75 m aufweisen. An den Unfallhäufungslinien ist der Anteil der Strecken mit einem kleinsten Radius von unter 50 m mehr als verdoppelt (Abb. 7.303). Bei den Vergleichsdaten ist der Anteil von Strecken mit Radien < 50 m vervielfacht worden. Im direkten Vergleich zwischen unfallauffälligen Bereichen und Vergleichsdaten ist die Charakteristik der Verteilung nun nahezu gleich.

6.3.6.6 Geradenanteil

An den Unfallhäufungsstellen und Unfallhäufungslinien ist der Anteil der Strecken mit einem Geradenanteil von weniger als 25% leicht angestiegen.

Im Gegensatz dazu ist an den Vergleichsstrecken der Anteil der Strecken mit einem Geradenanteil weniger als 25% um ein Vielfaches angestiegen. Im direkten Vergleich zwischen unfallauffälligen Bereichen und Vergleichsdaten ist die Verteilung der Geradenanteile nun annähernd gleich.

6.3.7 Vergleichsuntersuchungen Kurvigkeit > 600 gon/km und maximal 15 Verlaufsänderungen an UHS/UHL

Bei der vorhergehenden Untersuchung von Strecken mit einer Kurvigkeit von mehr als 600 gon/km sind große Unterschiede zwischen den Vergleichsstrecken und den UHS/UHL beim Auswertekriterium „Verlaufsänderungen“ aufgetreten. Aus diesem Grund wird dieses Kriterium mit den vorangegan-

genen Ergebnissen noch einer genaueren Betrachtung unterzogen.

Dabei werden wie bei der vorherigen Auswertung auch bei den unfallauffälligen Strecken ausschließlich die Strecken berücksichtigt, in welchen die UHS oder UHL eine Kurvigkeit über 600 gon/km aufweisen und zusätzlich maximal 15 Verlaufsänderungen/km. Bei den Vergleichsdaten werden die Streckenabschnitte berücksichtigt, die eine Kurvigkeit über 600 gon/km und ebenfalls maximal 15 Verlaufsänderungen/km aufweisen (150m und 600m Länge) sowie die Streckenabschnitte zwischen zwei Netzknoten, in denen einer der kürzeren Abschnitt liegt, der dieses Kriterium erfüllt.

6.3.7.1 Änderung des Streckenverlaufs

Bei der Betrachtung dieses Kriteriums fällt insbesondere auf, dass, obwohl nur die Bereiche rund um die UHS/UHL das Kriterium erfüllen musste, die gesamte Strecke eine sehr geringe Anzahl an Verlaufsänderungen aufweist. Dies ist umso bemerkenswerter, da der untersuchte Abschnitt gleichzeitig eine sehr hohe Kurvigkeit aufweisen muss, um hier ausgewertet zu werden.

Dies spricht dafür, dass es sich bei diesen Strecken um sehr langgezogene Kurven mit einem relativ kleinen Radius handeln muss. Eine genaue Beurteilung ist allerdings erst nach der Auswertung der Kurvigkeit im Streckenabschnitt und der Auswertung der Radien möglich.

6.3.7.2 Kurvigkeit

Nach der Auswertung der Kurvigkeit ergibt sich ein zwiespältiges Bild zu der im vorangegangenen Abschnitt aufgestellten These. Zum einen weisen die Streckenabschnitte in denen die untersuchten UHS enthalten sind eine vergleichsweise niedrige Kurvigkeit auf. Im Gegensatz dazu jedoch besitzen die Streckenabschnitte mit den UHL eine deutlich höhere Kurvigkeit, ebenso wie die Vergleichsdaten.

Dies lässt folgenden Schluss zu: in den Streckenabschnitten in denen sich UHS herausgebildet haben, befinden sich nur ein (oder auch mehrere) kurzer Abschnitt auf in dem die Strecke abweichend vom restlichen Streckenverlauf eine hohe Kurvigkeit von über 600 gon/km aufweist. Da dies gleichzeitig mit einer relativ niedrigen Anzahl von maximal 15 Verlaufsänderungen/km verbunden ist, ist davon auszugehen, dass es sich dabei um sehr wenige aber dafür deutlich ausgeprägte Richtungswechsel handelt.

Die UHL befinden sich im Gegensatz dazu in Streckenabschnitten mit insgesamt erhöhter Kurvigkeit, so dass hier davon auszugehen ist, dass diese Strecken insgesamt schon einen deutlich wechselhafteren Charakter aufweisen, was im Gegenzug allerdings auch die Lokalisierung von möglichen Unfallbereichen deutlich erschwert. Dies wird noch bestätigt, dadurch dass die Vergleichsstrecken insgesamt auch die erhöhte Kurvigkeit aufweisen.

6.3.7.3 Kleinster Kurvenradius

Bei der Betrachtung des kleinsten Kurvenradius hat sich an den UHS der Anteil der Strecken mit einem kleinsten Radius unter 50 m von 54% auf 68% deutlich erhöht. Dies untermauert die weiter oben aufgestellte These, dass es sich bei den UHS-Abschnitten vielfach um Bereiche mit sehr kleinen Radien handelt.

Auch für die UHL gilt, dass im direkten Bereich der UHL der Anteil von Strecken mit einem kleinsten Radius kleiner 50 m deutlich höher ist, als der umgebende Teil des kompletten Abschnittes.

6.3.8 Kurvigkeit > 200 gon/km im kompletten Abschnitt

In dieser Auswertungsreihe werden jetzt die Streckendaten untersucht, bei denen der komplette Streckenabschnitt zwischen zwei Netzknoten eine Kurvigkeit von über 200 gon/km aufweist. Dieses Kriterium wurde im Vergleich zu den vorherigen gewählt, da die Untersuchung von kompletten Streckenabschnitten aufgrund der fest definierten Grenzen leichter ist, als die der 150m bzw. 600m langen Abschnitte, deren Anfang bzw. Ende willkürlich gesetzt werden kann.

6.3.8.1 Änderungen des Streckenverlaufs

An den Unfallhäufungsstellen hat der Anteil der Strecken mit weniger als 5 Verlaufsänderungen pro km deutlich abgenommen. An den Unfallhäufungslinien ist diese Entwicklung nicht ganz so deutlich ausgeprägt.

Hingegen ist an den Vergleichsstrecken der Anteil der Strecken mit einer Verlaufsänderung von über 15 pro km um mehr als 100% angestiegen. Im direkten Vergleich mit den unfallauffälligen Bereichen fällt auf, dass die Vergleichsstrecken einen deutlich höheren Anteil an Bereichen mit Verlaufsänderungen über 15 pro km haben.

6.3.8.2 Kurvigkeit

Dadurch, dass bei dieser Auswertung die Kurvigkeit im kompletten Streckenabschnitt betrachtet wurde und nicht nur in den Bereichen mit Unfallauffälligkeiten, ist die Kurvigkeitsverteilung bei den Vergleichsdaten innerhalb der kurzen Streckenabschnitte sehr gleichmäßig ausgefallen. Bei den Unfallhäufungsstellen und Unfallhäufungslinien jedoch dominiert der Anteil der Strecken mit Kurvigkeiten über 200 gon/km.

6.3.8.3 Maximale Querneigungen

Bei der maximalen Querneigung ist in allen Fällen ein leichter Zuwachs der Strecken mit einer maximalen Querneigung über $\pm 8\%$ zu verzeichnen. Gleichzeitig ist der Anteil der Strecken mit einer maximalen Querneigung bis $\pm 2,5\%$ leicht zurückgegangen, so dass der Hauptanteil nun zwischen $\pm 2,5\%$ und $\pm 8\%$ liegt.

6.3.8.4 Kleinster Kurvenradius

Insgesamt ist bei allen Untersuchungen der Anteil der Strecken gestiegen, die als kleinsten Radius einen Radius < als 50 m aufweisen. Bei den Vergleichsstrecken mit 150 und 600 m Länge ist der Anteil der Strecken, die als kleinsten Radius eine Gerade aufweisen, deutlich zurückgegangen. Bei der vergleichenden Betrachtung dominiert jetzt auch bei den Vergleichsdaten der Anteil der Strecken mit einem Radius < 50 m.

6.3.8.5 Geradenanteil

An den Unfallhäufungsstellen und Unfallhäufungslinien konnte keine auffällige Änderung der Charakteristiken festgestellt werden. Bei den Vergleichsdaten jedoch ist der Anteil der Strecken mit einem Geradenanteil von weniger als 50% deutlich angestiegen. Dadurch haben die Strecken mit einem Geradenanteil von über 75 % nur noch eine untergeordnete Bedeutung.

Insgesamt lässt sich über dieses Auswertekriterium sagen, dass es vergleichsweise geringe Auswirkungen auf die unterschiedlichen Verteilungen hatte.

6.3.9 Kurvigkeit > 200 gon/km im kompletten Abschnitt und maximal 15 Verlaufsänderungen/km

Bei der obigen Untersuchung der Strecken mit Kurvigkeiten über 200 gon/km hat sich gezeigt, dass zwischen UH und Vergleichsstrecken ein großer Unterschied in der Verteilung der Verlaufsänderungen besteht. Signifikant war der Unterschied bei bis zu 15 Änderungen/km, weswegen im Folgenden die Strecken, die sowohl eine Kurvigkeit > 200 gon/km als auch maximal 15 Verlaufsänderungen/km im kompletten Abschnitt aufweisen, untersucht werden.

6.3.9.1 Änderungen des Streckenverlaufs

Die Betrachtung der Unfallhäufungsstellen und Unfallhäufungslinien sowie der davor- und dahinterliegenden Bereiche ergibt keine charakteristische Veränderung zu der vorherigen Untersuchung. Bei den äquivalenten Streckenabschnitten der Vergleichsdaten jedoch ist ein deutlicher Rückgang der Streckenanteile mit Änderungen über 15/km zu verzeichnen.

6.3.9.2 Kurvigkeit

Die Kurvigkeitsverteilung an den Unfallhäufungsstellen und Unfallhäufungslinien hat sich trotz des zusätzlichen Auswertekriteriums nicht signifikant verändert. An den Vergleichsstrecken jedoch ist ein deutlicher Rückgang des Anteils von Strecken mit Kurvigkeiten über 400 gon/km zu verzeichnen.

6.3.9.3 Durchschnittliche Längsneigung

An den Unfallhäufungsstellen ist die Verteilung der durchschnittlichen Längsneigung weitgehend ähnlich zu der vorherigen. An den Unfallhäufungslinien jedoch fällt auf, dass der Anteil der Strecken mit einer positiven Längsneigung zwischen 0 und 4% deutlich zugenommen hat und im gleichen Zug der Anteil der Strecken mit einer negativen Längsneigung zwischen 4 und 10% abgenommen hat.

Bei den Vergleichsdaten ist die Verteilung weitgehend gleich geblieben.

6.3.9.4 Maximale Querneigung

Bei der maximalen Querneigung ist bei keiner der untersuchten Strecken eine signifikante Änderung eingetreten. Jedoch ist bei allen Strecken zu verzeichnen, dass der Anteil der Bereiche mit einer

maximalen Querneigung von über + - 8% leicht zugenommen hat.

6.3.9.5 Durchschnittliche Querneigung

Bei der Untersuchung der durchschnittlichen Querneigung ist zu den vorherigen Ergebnissen keine Änderung zu verzeichnen.

6.3.9.6 Geradenanteil

An den Unfallhäufungsstellen und Unfallhäufungslinien hat sich keine nennenswerte Veränderung zur vorangegangenen Untersuchung ergeben. Bei den Vergleichsdaten jedoch ist der Anteil der Strecken mit einem Geradenanteil von weniger als 50% deutlich rückläufig. So macht er jetzt bei der Betrachtung zwischen 2 Netzknoten nur noch einen Anteil von 41% aus (vorher 55%).

Dieses signifikante Ergebnis wird als Anlass genommen, dazu noch weitere Untersuchungen durchzuführen.

6.3.10 Kurvigkeit > 200 gon/km im kompletten Abschnitt und maximal 15 Verlaufsänderungen/km und maximal 50% Geradenanteil

Auch die vorherige Untersuchung der Strecken mit einer Kurvigkeit > 200 gon/km und maximal 15 Verlaufsänderungen/km im kompletten Abschnitt hat gezeigt, dass es trotz der schon starken Fixierung auf diese 2 Kriterien noch einen weiteren deutlichen Unterschied zwischen den Untersuchungsergebnissen gibt. Dabei handelt es sich um Strecken mit einem Geradenanteil unter 50%. Darum ist dieses Kriterium ebenfalls noch zu den vorherigen dazugekommen und die Strecken sind nochmals untersucht worden.

Bei allen hier durchgeführten Untersuchungen haben sich dann jedoch keine signifikanten Veränderungen im direkten Vergleich zu den vorangegangenen Untersuchungen ergeben. Dies gilt sowohl für die unfallauffälligen Bereiche, als auch für die Vergleichsstrecken. Aus diesem Grund wird hier auf eine detaillierte Betrachtung der einzelnen Ergebnisse verzichtet. Dies hat damit zur Folge, dass sich in diesem Fall keine weiteren Detaillierungen der Kriterien herleiten lassen.

Die komplette grafische Aufbereitung der Ergebnisse der Vergleichsuntersuchungen ist in der Anlage zusammengefasst und kann bei der BAST eingesehen werden.

7 Zusammenfassung der Streckenuntersuchungen

Die folgenden Tabellen zeigen die Streckenanteile der vorangegangenen Auswertungen. Die gewichteten Anteile beziehen sich an den UHS und UHL auf die jeweilige Gesamtanzahl an Strecken; bei den Vergleichstraßendaten auf die hochgerechnete Länge des gesamten klassifizierten Streckennetzes (ohne Autobahnen) in Rheinland-Pfalz.

Anhand dieser Ergebnisse lässt sich nun deutlich erkennen, welche Indikatoren sich am besten eignen, um unfallauffällige Bereiche anhand von Plandaten zu identifizieren. Diese zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass der Anteil an nicht auffälligen Bereichen, die fälschlicherweise als unfallauffällig klassifiziert werden, relativ gering ist.

Das Kriterium, welches den größten Erfolg bei der Suche nach unfallauffälligen Bereichen verspricht, ist die Identifizierung von Bereichen mit einer Kurvigkeit von über 600 gon/km. Dies betrifft immerhin 44,1% der UHS und 30,2% der UHL. Von den Vergleichsdaten werden hochgerechnet 13,7% der gesamten Streckenkilometer durch dieses Kriterium getroffen, sofern man den kompletten Streckenabschnitt zugrunde legt. Betrachtet man jedoch kürzere Bereiche, auf die dieses Kriterium zutrifft, so betrifft dies nur rund 1,3% der Streckenkilometer (vgl. Tab. 8-1).

Als Alternative zu der Betrachtung kürzerer Abschnitte bietet sich die Analyse kompletter Strecken zwischen zwei Netzknoten an. Hierbei ist die „Trefferquote“ bei Strecken mit einer Kurvigkeit von über 200 gon/km besonders hoch; an UHS betrifft dies knapp 65% der Strecken und an UHL sogar 82,5%. Allerdings werden auch bei den Vergleichsdaten hochgerechnet rund 32% des Straßennetzes durch dieses Kriterium erfasst. Da das Auffinden von Streckenabschnitten mit einer bestimmten Kurvigkeit i.d.R. wesentlich einfacher ist, wenn der komplette Abschnitt zwischen zwei Netzknoten betrachtet wird, wurde dieses Kriterium noch weiter verfeinert.

Bei diesen weiter in die Tiefe gehenden Auswertungen konnte die Quote zwischen den zugeordneten UHS/UHL und den Vergleichsdaten verbessert werden. Betrachtet man zunächst Streckenabschnitte mit einer Kurvigkeit $>200\text{gon/km}$ und zusätzlich eine Maximalzahl von 15 Änderungen des Streckenverlaufs pro km, so trifft dies auf knapp 59% der Strecken mit UHS und 70% der UHL-Strecken zu. Allerdings weisen auch noch 20,9% der Streckenkilometer in Rheinland-Pfalz dieses

Kriterium auf. Wird zusätzlich noch darauf geachtet, dass die untersuchten Strecken einen Geradenanteil von maximal 50% aufweisen, bleiben noch 51,5% der UHS und 60% der UHL übrig. Im Gegensatz dazu wird der Anteil der Vergleichsstrecken, die diese drei Kriterien aufweisen, auf 8,8% der Streckenkilometer reduziert.

Betrachtet man zusätzlich die durchschnittliche Streckenlänge, so fällt auf, dass die Vergleichsstrecken mit 1,89km Länge nur rund 40% der Länge der unfallauffälligen Bereiche aufweisen (4,80km – UHS; 4,43km – UHL). Eine genauere Analyse der Verteilung der Streckenlängen (vgl. Abb. 7-1 und Abb. 7-2) ergibt, dass bei der Berücksichtigung von allen Unfällen der Anteil der Strecken über 2 km Länge an UHS und UHL jeweils rund 85% beträgt. Bei den Vergleichsdaten beträgt dieser Anteil im Gegensatz dazu nur rund 25%. Eine Reduzierung der Streckenabschnitte auf die Strecken mit über 200gon/km Kurvigkeit, maximal 15 Verlaufsänderungen und einem Geradenanteil von maximal 50% zeigt bei den unfallauffälligen Strecken kaum eine Veränderung in der Streckenlängenverteilung. Auch bei den Vergleichsdaten fällt auf, dass nun zwar fast 35 % der Strecken länger als 2 km sind, insgesamt der Anteil jedoch immer noch deutlich geringer ist als bei den UHS/UHL.

Aufgrund dessen wird dieses Indiz, dass die Streckenlänge zwischen zwei Netzknoten einen Einfluss auf das Unfallpotenzial für Motorradfahrer haben kann, auch bei der folgenden Betrachtung mit berücksichtigt.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass Streckenabschnitte zwischen zwei Netzknoten, welche:

- a) eine Kurvigkeit über den gesamten Abschnitt $> 200\text{gon/km}$ und
- b) maximal 15 Änderungen des Streckenverlaufs pro km und
- c) einen Geradenanteil von maximal 50% und
- d) eine Länge von über 2,0 km

aufweisen, ein besonders erhöhtes Risikopotenzial für Motorradfahrer in sich bergen.

Natürlich ist die Gefahr recht groß, dadurch auch Strecken als potenzielle Unfallstrecken zu bezeichnen, welche zwar diese Kriterien aufweisen, aber dennoch keine Unfallstrecken sind oder werden. Es hat sich aber bei einer Kontrolle der Vergleichsstrecken mit den Unfalldaten gezeigt, dass die 49 Streckenabschnitte, welche die drei erstgenannten Auswahlkriterien erfüllen, eine Unfalldich-

te von 0,44 Unfällen/km aufweisen. Die durchschnittliche Unfalldichte der gesamten Vergleichsdaten des Westerwald-Kreises liegt mit 0,32 Unfällen/km deutlich darunter. Die Unfalldichte an den auffälligen Bereichen liegt hingegen bei 0,99 Unfällen/km, bzw. bei 0,98 Unfällen/km, wenn die drei Bewertungskriterien berücksichtigt werden.

Eine Übersicht, wie groß der Anteil der fehlerhaft als potenzielle UH erkannten Strecken bei welchem Auswertekriterium ist, kann der folgenden Tabelle entnommen werden. In der Zeile „Gewichteter Anteil“ ist dabei an den UHS/UHL jeweils aufgeführt, wie viele dieser Strecken von diesem Kriterium korrekterweise betroffen sind; bei den Vergleichsdaten gibt dieser Wert an, auf wie viele Vergleichskilometer (prozentualer Anteil) dieses Kriterium fälschlicherweise auch zutrifft.

Ein weiteres wichtiges Ergebnis ist die hochgerechnete Unfalldichte (Unfälle/km). Dadurch lässt sich bei einer Streckenbetrachtung im direkten Vergleich zwischen UHS, UHL und Vergleichsstrecken leicht abschätzen, mit welcher Wahrscheinlichkeit es sich dabei um einen potenziell unfallauffälligen Bereich handelt oder nicht.

Die Analyse in den vorangegangenen Kapiteln hat zwar gezeigt, dass es keine eindeutigen Kriterien gibt, mit deren Hilfe potenzielle Unfallhäufungsbereiche für Motorradfahrer erkannt werden können. Es ist aber dennoch gelungen, einzelne Kriterien herauszuarbeiten, die darauf hinweisen, dass ein

Streckenabschnitt ein erhöhtes Unfallpotenzial für Motorradfahrer aufweist.

Da aufgrund der großen Datenmenge nur die Strecken des Westerwaldkreises als Vergleichsstrecken herangezogen wurden, kann keine Aussage darüber getroffen werden, inwiefern diese Ergebnisse als bundesweit repräsentativ anzusehen sind. Jedoch können die Erkenntnisse bereits einen ersten Hinweis darauf geben, welche Trassierungsparameter einen Einfluss auf die Sicherheit von Strecken haben können.

Allerdings muss davon ausgegangen werden, dass neben dem Zusammenwirken der unterschiedlichen Kriterien, die hier ausgewertet wurden, diverse andere äußere und auch innere Einflüsse dazu führen, dass eine Strecke unfallträchtig ist. Diese lassen sich jedoch häufig nicht in einem Formblatt erfassen, sondern bedürfen eher einer gesonderten Einzelauswertung.

Insbesondere ist davon auszugehen, dass es auf für Motorradfahrer reizvollen Strecken ein erhöhtes Unfallpotenzial gibt, so dass Strecken, die in Bereichen mit einem hohen Motorradfahreranteil liegen, stets in besonderer Weise auf ihre „Motorradfahrerfreundlichkeit“ betrachtet werden sollten.

Im folgenden Kapitel werden mögliche Handlungsempfehlungen abgeleitet.

		UHS				UHL				Vergleichsstrecken		
		UHS	Abschnitte vor der UHS	Abschnitte hinter der UHS	Streckenabschnitte mit UHS	UHL	Abschnitte vor der UHL	Abschnitte hinter der UHL	Streckenabschnitte mit UHL	Vergleichsabschnitte 150 m	Vergleichsabschnitte 600 m	Streckenabschnitte mit Vergleichsdaten
Alle Daten	Anzahl	68	68	68	68	63	65	65	63	2040	663	720
	Anzahl Unfälle	208	208	208	208	381	381	381	381	63	73	340
	Streckenlänge gesamt in km	4,57	10,61	10,86	301,18	32,70	31,41	31,46	299,56	226,21	375,40	1050,36
	Gewichteter Anteil	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	21,54%	35,74%	100,00%
	Unfälle/km	45,47	19,60	19,16	0,69	11,65	12,13	12,11	1,27	0,28	0,19	0,32
Querneigung > 8,0%	Anzahl	13	13	13	42	20	20	20	39	105	73	161
	Anzahl Unfälle	33	33	33	125	124	124	124	240	2	5	74
	Streckenlänge gesamt in km	1,23	2,34	2,53	214,26	10,85	12,55	10,66	205,05	11,88	41,06	306,79
	Gewichteter Anteil	19,12%	19,12%	19,12%	61,76%	31,75%	30,77%	30,77%	61,90%	1,13%	3,91%	29,21%
	Unfälle/km	26,83	14,10	13,04	0,58	11,43	9,88	11,63	1,17	0,17	0,12	0,24
Geradenanteil < 50%	Anzahl	55	55	55	51	55	55	55	51	758	228	238
	Anzahl Unfälle	176	176	176	165	335	335	335	322	30	26	141
	Streckenlänge gesamt in km	3,67	8,53	8,83	253,38	29,15	28,43	28,85	262,58	83,99	129,11	311,66
	Gewichteter Anteil	80,88%	80,88%	80,88%	75,00%	87,30%	84,62%	84,62%	80,95%	8,00%	12,29%	29,67%
	Unfälle/km	47,97	20,63	19,94	0,65	11,49	11,79	11,61	1,23	0,36	0,20	0,45
Kleinster Radius < 100m	Anzahl	49	49	49	63	53	55	55	61	1161	353	660
	Anzahl Unfälle	166	166	166	198	343	343	343	373	30	36	299
	Streckenlänge gesamt in km	4,04	8,42	8,61	291,44	29,25	27,96	27,74	295,22	128,12	199,80	987,97
	Gewichteter Anteil	72,06%	72,06%	72,06%	92,65%	84,13%	84,62%	84,62%	96,83%	12,20%	19,02%	94,06%
	Unfälle/km	41,12	19,73	19,29	0,68	11,73	12,27	12,36	1,26	0,23	0,18	0,30
Kurvigkeit > 400gon/km an UHS/UHL	Anzahl	39	39	39	40	33	33	33	38	242	56	183
	Anzahl Unfälle	123	123	123	125	196	196	196	250	3	1	71
	Streckenlänge gesamt in km	2,60	6,45	6,49	195,05	17,34	16,90	17,92	206,29	25,96	31,59	273,26
	Gewichteter Anteil	57,35%	57,35%	57,35%	58,82%	52,38%	50,77%	50,77%	60,32%	2,47%	3,01%	26,02%
	Unfälle/km	47,38	19,08	18,97	0,64	11,30	11,60	10,94	1,21	0,12	0,03	0,26

		UHS				UHL				Vergleichsstrecken		
		UHS	Abschnitte vor der UHS	Abschnitte hinter der UHS	Streckenabschnitte mit UHS	UHL	Abschnitte vor der UHL	Abschnitte hinter der UHL	Streckenabschnitte mit UHL	Vergleichsabschnitte 150 m	Vergleichsabschnitte 600 m	Streckenabschnitte mit Vergleichsdaten
Kurvigkeit > 600gon/km an UHS/UHL	Anzahl	30	30	30	32	19	19	19	21	125	25	99
	Anzahl Unfälle	94	94	94	98	98	98	98	114	0	0	32
	Streckenlänge gesamt in km	2,03	4,98	5,02	161,42	8,31	8,63	7,92	99,65	13,06	14,09	144,10
	Gewichteter Anteil	44,12%	44,12%	44,12%	47,06%	30,16%	29,23%	29,23%	33,33%	1,24%	1,34%	13,72%
	Unfälle/km	46,40	18,89	18,74	0,61	11,79	11,36	12,38	1,14	0,00	0,00	0,22
Kurvigkeit > 600gon/km + 15 Änderungen an UHS/UHL	Anzahl	16	16	16	17	15	15	15	16	61	21	52
	Anzahl Unfälle	61	61	61	63	72	72	72	76	0	0	20
	Streckenlänge gesamt in km	0,92	2,48	2,52	99,62	7,07	6,99	6,32	74,39	6,54	11,69	86,11
	Gewichteter Anteil	23,53%	23,53%	23,53%	25,00%	23,81%	23,08%	23,08%	25,40%	0,62%	1,11%	8,20%
	Unfälle/km	66,23	24,65	24,25	0,63	10,19	10,30	11,39	1,02	0,00	0,00	0,23
Kurvigkeit > 200gon/km im Streckenabschnitt	Anzahl	44	44	44	44	52	52	52	52	690	219	259
	Anzahl Unfälle	122	122	122	122	333	333	333	333	23	14	91
	Streckenlänge gesamt in km	2,70	6,92	6,88	194,24	28,60	27,64	27,55	243,51	74,42	124,01	334,87
	Gewichteter Anteil	64,71%	64,71%	64,71%	64,71%	82,54%	80,00%	80,00%	82,54%	7,09%	11,81%	31,88%
	Unfälle/km	45,17	17,64	17,73	0,63	11,65	12,05	12,09	1,37	0,31	0,11	0,27
Kurvigkeit > 200gon/km im Abschnitt + max 15 Änd./km	Anzahl	40	40	40	40	44	44	44	44	354	171	118
	Anzahl Unfälle	111	111	111	111	241	241	241	241	14	12	68
	Streckenlänge gesamt in km	2,22	6,04	6,18	181,50	21,11	23,08	19,27	188,44	40,89	96,81	181,50
	Gewichteter Anteil	58,82%	58,82%	58,82%	58,82%	69,84%	67,69%	67,69%	69,84%	3,89%	9,22%	17,28%
	Unfälle/km	49,98	18,39	17,96	0,61	11,42	10,44	12,51	1,28	0,34	0,12	0,37
Kurvigkeit > 200gon/km im Abschnitt + max 15 Änd./km + max 50% Geradenanteil	Anzahl	35	35	35	35	38	38	38	38	147	75	49
	Anzahl Unfälle	99	99	99	99	205	205	205	205	8	7	51
	Streckenlänge gesamt in km	1,89	5,21	5,36	168,33	18,46	20,03	17,12	168,40	17,15	42,41	92,71
	Gewichteter Anteil	51,47%	51,47%	51,47%	51,47%	60,32%	58,46%	58,46%	60,32%	1,63%	4,04%	8,83%
	Unfälle/km	52,33	19,00	18,49	0,59	11,10	10,23	11,98	1,22	0,47	0,17	0,55

Tab. 7-1 Streckenanteile

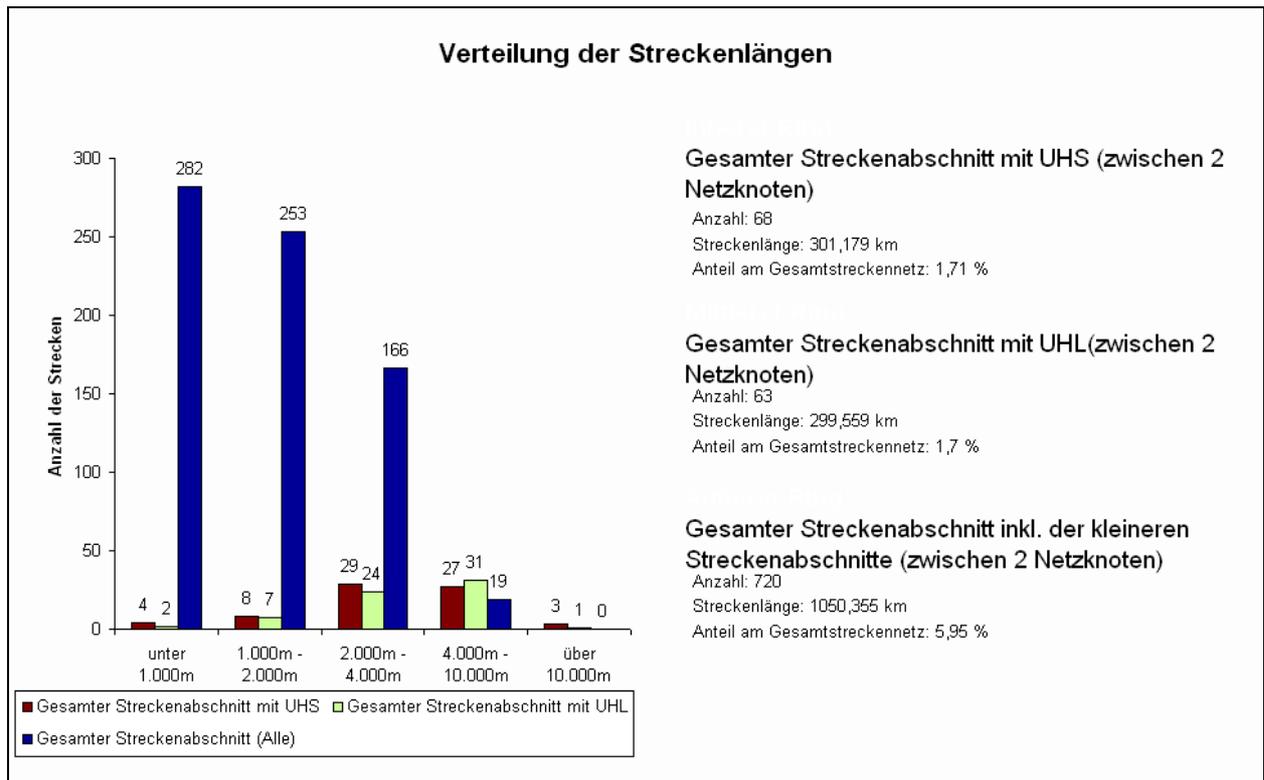


Abb. 7-1 Verteilung der Streckenlänge an allen Streckenabschnitten

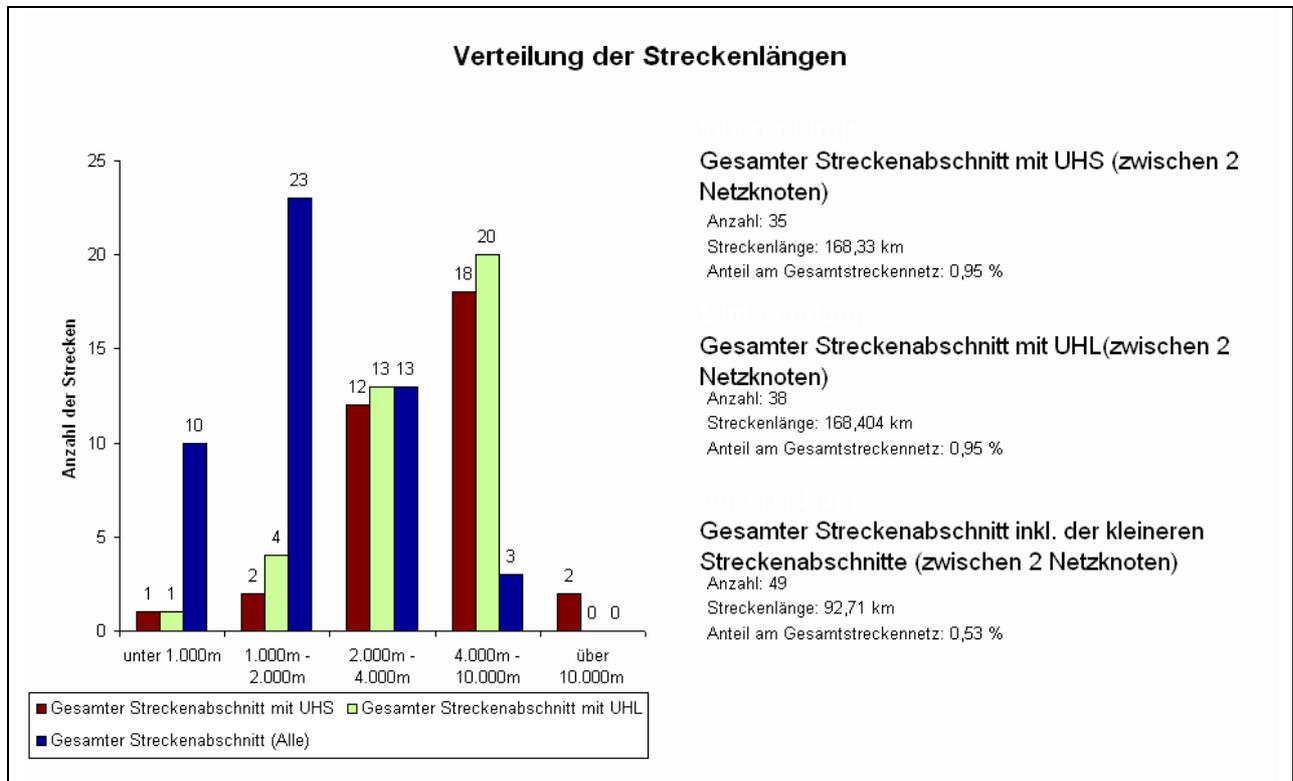


Abb. 7-2 Verteilung der Streckenlänge an Streckenabschnitten mit einer Krümmigkeit über 200 gon/km sowie maximal 15 Verlaufsänderungen/km

8 Handlungsempfehlungen

8.1 Vorbemerkungen

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes sollte das Hauptaugenmerk auf passive Schutzeinrichtungen am Fahrbahnrand gelegt werden. Aus diesem Grund beziehen sich die nachfolgenden Erläuterungen und Handlungsempfehlungen weitestgehend auf passive Schutzeinrichtungen.

Dennoch soll nicht unerwähnt bleiben, dass es eine Reihe anderer wirksamer Maßnahmen zum Schutz von Motorradfahrern gibt. Dabei handelt es sich sowohl um bauliche und betriebliche, als auch um verkehrsregelnde Maßnahmen. Der Vollständigkeit halber werden diese Maßnahmen im Kap 8.3.3 als sonstige Maßnahmen aufgeführt; sie finden in den darauf folgenden Handlungsempfehlungen jedoch keine Berücksichtigung. Im Rahmen der Umsetzung der Handlungsempfehlungen ist es somit im Einzelfall zu prüfen, inwieweit komplementäre Maßnahmen zusätzlich zum Einsatz oder zur Veränderung passiver Schutzeinrichtungen die Sicherheit für Motorradfahrer erhöhen können.

8.2 Übersicht über Schutzeinrichtungen

8.2.1 Passive Schutzeinrichtungen

Laut der RPS sollen passive Schutzeinrichtungen an Straßen die Folgen von Unfällen so gering wie möglich halten. Dabei besteht ihre Hauptaufgabe darin, sowohl Unbeteiligte als auch den Verkehrsteilnehmer selbst vor dessen oder anderer Fehlverhalten oder Folgen resultierend aus technischen Defekten zu schützen.

Dabei werden drei bauliche Arten von passiven Schutzeinrichtungen unterschieden:

- Stahlschutzplanken
- Gleitwände
- Anpralldämpfer

Hinsichtlich der Wirkungsweise werden diese in der RPS in abweisende und auffangende Schutzeinrichtungen unterteilt.

Hier liegt das Hauptaugenmerk auf den Stahlschutzplanken, welche zu den abweisenden Schutzeinrichtungen zählen. Es werden dabei vier Grundtypen von Stahlschutzplanken unterschieden:

- Einfache Schutzplanke (ESP)

- Einfache Distanzschutzplanke (EDSP)
- Doppelte Schutzplanke (DSP)
- Doppelte Distanzschutzplanke (DDSP)

Der Einsatz der unterschiedlichen Ausführungen ist dabei abhängig von der Aufgabe, dem Standort und der Einbauart.

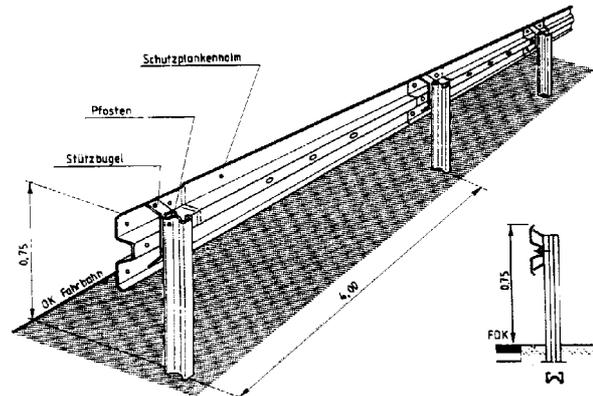


Abb. 8-1 Einfache Schutzplanke, aus [17]

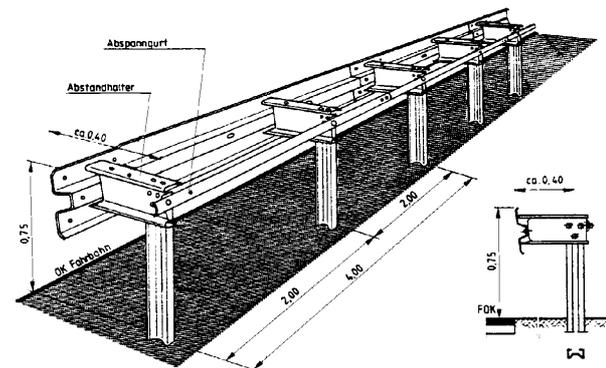


Abb. 8-2 Einfache Distanzschutzplanke, aus [17]

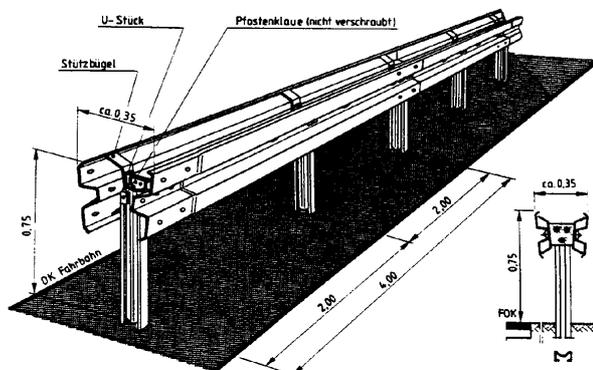


Abb. 8-3 Doppelte Schutzplanke, aus [17]

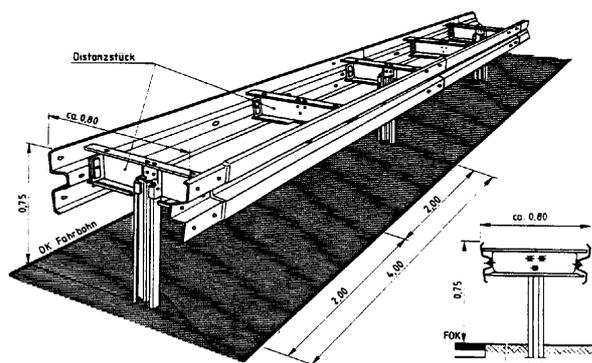


Abb. 8-4 Doppelte Distanzschutzplanke, aus [17]

Die Schutzplankenholme werden an den Pfosten befestigt, welche je nach Anwendungsfall im Abstand von 1,33, 2 oder 4 Metern in den Boden gerammt werden. Als Pfostenprofile kommen heutzutage fast ausschließlich Sigma 100-Profile statt der früher verwendeten IPE 100-Profile zum Einsatz (Abb. 8-5), auch um die Verletzungsgefahr von Zweiradfahrern bei einem Anprall zu verringern.

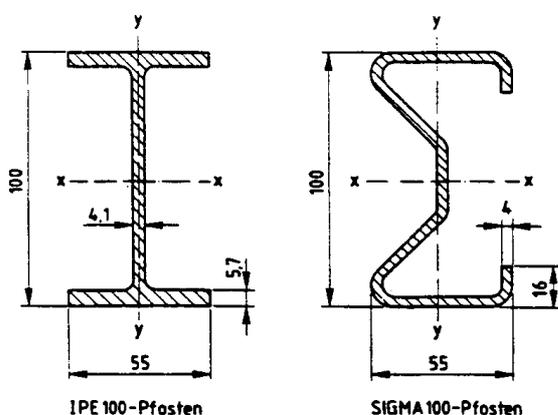


Abb. 8-5 Unterschiedliche Pfostentypen, aus [17]

8.2.2 Schutzeinrichtungen/ Schutzmaßnahmen für Motorradfahrer

8.2.2.1 Schutzeinrichtungen gemäß RPS

In der derzeit noch gültigen aktuellen Ausgabe der RPS von 1989 mit den Ergänzungen von 1996, wird an zwei Punkten auf die Belange der passiven Sicherheit von Motorradfahrern eingegangen.

Dies ist zum einen der Hinweis im RPS-Kapitel 3.2, dass aufgrund der Erhöhung der passiven Sicherheit von Motorradfahrern statt der früher verwendeten IPE 100-Pfosten in der Regel Sigma 100-Pfosten Verwendung finden sollen. Grundlage für

diese Vorgabe ist eine Untersuchung des Instituts für Rechtsmedizin der Ruprecht-Karl-Universität Heidelberg [18] in welcher anhand biomechanischer Versuche mit postmortalen Versuchsobjekten nachgewiesen werden konnte, dass Sigma 100-Pfosten eine deutlich geringere Formaggressivität, bedingt durch die nicht vorhandene Schneidwirkung der umgebogenen Kanten, aufweisen als IPE 100-Pfosten.

Zum anderen wird im RPS-Kapitel 4.7.1 „Zusatzkonstruktionen zum Schutz motorisierter Zweiradfahrer“ beispielhaft auf zwei verschiedene Systeme zum Schutz von Motorradfahrern verwiesen.

Bei dem ersten System handelt es sich um einen zweiten, untergehängten Schutzplankenholm an einer EDSP, der mit Flacheisen am Abstandhalter der Distanzschutzplanken nachgiebig aufgehängt ist. Dieses System soll vorzugsweise an besonders kritischen Bereichen zum Einsatz kommen an denen der zu erwartende Aufprallwinkel abkommender Motorradfahrer spitz ist. Der zweite untergehängte Holm soll dabei verhindern, dass gestürzte Zweiradfahrer an die Pfosten anprallen.



Abb. 8-6 Fertig montierte SPU, Quelle [19]

Umgekehrt soll bei einem erwarteten stumpfen Aufprallwinkel dem zweiten System der Vorzug gegeben werden. Dabei handelt es sich um anpralldämpfende Elemente im Bereich des Schutzplankenpfostens, der sog. Schutzplankenpfostenummantelung (SPU), deren Beschaffenheit in den Technischen Lieferbedingungen für Schutzplankenpfostenummantelungen (TL-SPU [20]) geregelt ist. Die Anbringung hat zum Ziel möglichst viel Anprallenergie einer anstoßenden Person zu absor-

bieren und den Kanten der Pfosten ihre Schneidwirkung zu nehmen (dies betrifft hauptsächlich IPE 100-Pfosten).

In Deutschland zugelassene SPU bestehen in der Regel aus zwei Teilen, um eine nachträgliche Montage an bestehenden Systemen zu ermöglichen.

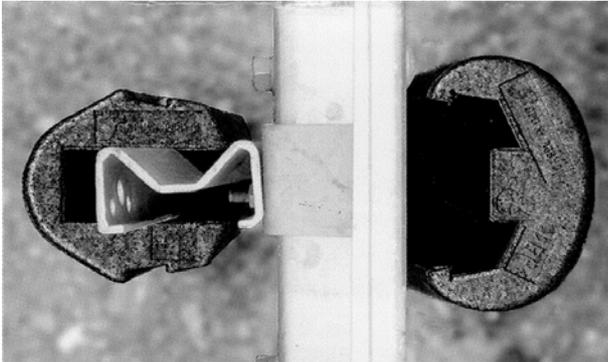


Abb. 8-7 Zweiteilige SPU vor der Montage, Quelle [19]

In dem mittlerweile vorliegenden Entwurf der neuen RPS (Stand Dezember 2003) werden weitere Festlegungen für Zusatzkonstruktionen zum Schutz gestürzter Zweiradfahrer aufgestellt. Darin werden zwar noch die unterschiedlichen Schutzmöglichkeiten wie Unterfahrerschutz und Schutzplankenpostenummantelung unterschieden, es wird aber auch daraufhingewiesen, dass verbesserte Schutzeinrichtungen für Motorradfahrer folgende Kriterien zu erfüllen haben:

- Vermeidung von scharfkantigen Bauteilen
- Verhinderung des Durchrutschens unter dem System durch möglichst zusammenhängende Flächen

aus[21]

Auch werden die Einsatzgebiete für Zweiradfahrerschutzeinrichtungen deutlich erweitert; so kann ein verbesserter Zweiradfahrerschutz künftig an Strecken vorgesehen werden, die folgende Kriterien aufweisen:

- hoher Anteil an Motorradfahrern,
- kritische Linienführung (z.B. Eilinie, Eiklotode),
- Gefällestrecken mit engen Kurven,
- ungünstige Radienrelation,
- Gefahr von unerwarteter Nässe (z.B. Waldgebiete)

aus[21]

Zukünftig muss also bei der Auswahl der Schutzeinrichtung der Streckenverlauf und die Streckencharakteristik als Ganzes betrachtet werden.

8.2.2.2 Andere Schutzeinrichtungen

Zur Zeit befinden sich mehrere Systeme in Erprobung und auch im europäischen Ausland werden teilweise unterschiedliche Systeme zur Erhöhung der passiven Sicherheit von Motorradfahrern eingesetzt. Im Folgenden werden einige Systeme exemplarisch, ohne Anspruch auf Vollständigkeit, vorgestellt.

Schweizer Kastenprofil mit Unterfahrerschutz

Bei diesem System handelt es sich um einen Stahlhohlkasten auf geramten Sigma-Pfosten. Der Hohlkasten hat gegenüber der konventionellen Schutzplanke den Vorteil, dass er, insbesondere oben und auf der straßenabgewandten Seite keine offenen Kanten aufweist, wodurch ein Verhaken der Motorradaufsassen bei Kontakt mit der Schutzeinrichtung nicht möglich ist, was besonders bei einem „sitzenden“ Anprall des Motorradfahrers eine große Rolle spielt. Dies ist häufig dann der Fall, wenn der Motorradfahrer bei der Kurvenfahrt nach außen getragen wird, bzw. bei zu eng gefahrenen Kurven seine Fahrt falsch korrigiert.

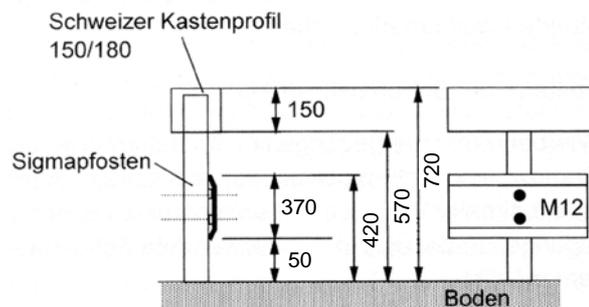


Abb. 8-8 Schweizer Kastenprofil, aus [22], Maße modifiziert auf aktuelle Werte

In der Versuchreihe von Bürkle und Berg [22] wurde dieses System in Verbindung mit einem Unterzug, welcher ein Durchrutschen und einen Pfostenanprall verhindern soll, als neuartige Schutzeinrichtung positiv getestet.

Unterfahrerschutz Typ Euskirchen

Bei diesem System handelt es sich um einen Unterfahrerschutz aus Stahlblech, welcher kraftschlüssig durch zwei Laschen je Feld an vorhandenen ESP untergehängt wird. Im Gegensatz zu profilierten Schutzplankenholmen hat dieses Prallblech eine glatte Oberfläche und bietet ein hohes Maß an

Flexibilität, die es ermöglicht, einen Teil der Anprallenergie aufzunehmen.



Abb. 8-9 Unterfahrschutz Typ Euskirchen, Quelle [23]

Die Pfosten der Schutzplanke werden bei dem System ebenso wie beim Schweizer Kastenprofil mit Unterfahrschutz vollständig verdeckt, so dass ein direkter Anprall an einen Pfosten nicht mehr möglich ist.

Bei dieser Variante des Unterfahrschutzes handelt es sich um eine sehr kostengünstige Lösung, welche vom Landesstraßenbaubetrieb NRW in der Niederlassung Euskirchen mit Erfolg erprobt wurde. [23]

Ecran Motard

Das von einer französischen Firma entwickelte System stand Pate bei der Entwicklung des Unterfahrschutzes Typ Euskirchen. Auch dieses System ist kompatibel zu bestehenden Schutzeinrichtungen. Seit den frühen 1980er Jahren wurden in Frankreich ca. 500 km Straße mit diesem System ausgestattet. [24]

Plastirail

Dieses ebenfalls in Frankreich entwickelte System ähnelt dem „Ecran Motard“. Anstatt einer untergehängten zweiten Stahlschiene wird eine elastische Kunststoffschiene, welche die Schutzplankenpfosten beidseitig umschließt, angebracht. Das System ist ebenfalls an bereits bestehende Schutzsysteme montierbar.

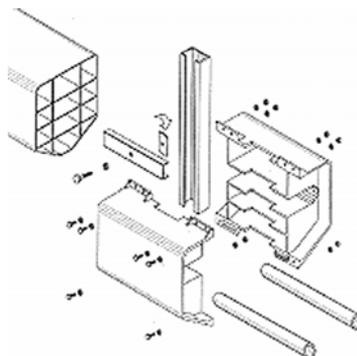


Abb. 8-10 System Plastirail, Quelle [24]

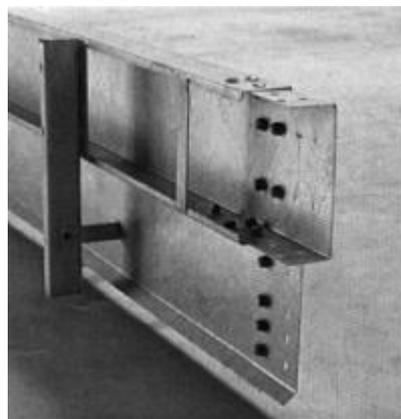


Abb. 8-11 System Motorail, Quelle [24]

Motorail

Bei diesem, ebenfalls französischen System handelt es sich um ein eigenständiges Schutzplankensystem. Es besteht aus zwei übereinander angeordneten Schutzplankenholmen, die im Gegensatz zu herkömmlichen Systemen ein glattes Profil haben, bei dem die scharfen Kanten nach innen abgebogen sind und somit dem direkten Kontaktbereich des verunfallten Motorradfahrers entzogen sind.

Moto.Tub

Ähnlich wie das System „Plastirail“ lässt sich dieses aus recyceltem Kunststoff bestehende System an bereits bestehende Schutzeinrichtungen montieren. Es besteht aus übereinanderliegenden Schläuchen, welche ein durchrutschen unter der Schutzplanke verhindern und zudem die Pfosten vollständig abdecken.

Nach Firmenangaben [25] hat ein unter einem Winkel von 30° mit dem Kopf voran gegen das System gefahrener Dummy einen HIC-Wert von 296; zum Vergleich wurden in der Versuchsreihe mit dem Schweizer Kastenprofil bei rutschendem Anprall ein HIC-Wert von 510 errechnet [22].



Abb. 8-12 System Moto.Tub, Quelle [25]

Die Systeme „Ecran Motard“, „Plastirail“, „Motorail“ und „Moto.Tub“ sind laut [24] für das Gebiet Frankreichs bereits zugelassen und werden dort vielfach eingesetzt.

Motonet

Bei dem in Spanien entwickelten System „Motonet“ werden zwischen den ummantelten Schutzplanckenposten hochwiderstandsfähige Netze gespannt, welche im Falle eines Unfalls, das Durchrutschen des Motorradfahrers verhindern sollen. Auch dieses System kann an bestehenden Schutzeinrichtungen nachgerüstet werden. Erkenntnisse über die Praxistauglichkeit liegen bisher nicht vor.

Erweiterte Auslaufzone

Ähnlich den Kiesbetten bei Motorsportveranstaltungen können erweiterte Auslaufzonen an der Außenseite von für Motorradfahrer gefährlichen Kurven für eine Verringerung von Unfallfolgen sorgen, da der Motorradfahrer bei einem Sturz durch den Rutschvorgang vor dem Anprall gegen ein Hindernis schon stärker verlangsamt wird. Allerdings haben Auslaufzonen einen erhöhten Platzbedarf, der aufgrund beengter Gegebenheiten und finanzieller Rahmenbedingungen in den seltensten Fällen zu befriedigen sein wird.

Alternativ kommen auch Erdwälle, an denen durch die nach oben gerichtete Rutschbewegung eine kürzerer Abbremsstrecke nötig ist, in Frage. Allerdings muss dabei berücksichtigt werden, dass es durch die Anlage nicht zum „Sprungschanzenefekt“ für von der Fahrbahn abgekommene Pkw oder Zweiradfahrer kommt.

8.3 Maßnahmenkatalog

Im Folgenden werden Vorschläge für Maßnahmen zusammengetragen, die in der Diskussion stehen dazu geeignet zu sein, Motorradunfälle zu verhindern oder zumindest deren Folgen zu mindern. Sie beinhalten im Wesentlichen die im vorherigen Ka-

pitel vorgestellten Schutzeinrichtungen für Motorradfahrer und werden um Hinweise zu sonstigen Maßnahmen ergänzt. Die Zusammenstellung erfolgte in Anlehnung an die Ergebnisse des FGSV-Arbeitskreis 3.8.6 „Motorradunfälle“, sowie des Leitfadens „Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit auf Motorradstrecken des Hessischen Landesamtes für Straßen- und Verkehrswesen“ [13].

8.3.1 Bauliche Maßnahmen zur Verringerung der Unfallzahl

Es sollte generell geprüft werden, ob an potenziell unfallauffälligen Bereichen bauliche Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit für Motorradfahrer in Betracht kommen. Dieses sind z.B. das Verbessern der Fahrbahnoberfläche durch Erhöhen der Griffbarkeit oder die Beseitigung von Fahrbahnschäden oder von kritischen Belagwechseln (vgl. [26],[27])

Ebenfalls in Betracht kommt der Ausbau von Kurven durch z.B. Erhöhung der Querneigung, Verbreiterung der Fahrbahn, Vergrößerung des Radius oder Umbau einer 'Hundekurve' zu einer Kurve mit gleichmäßiger Krümmung, wenn andere Maßnahmen nicht den gewünschten Erfolg gebracht haben.

8.3.2 Bauliche Maßnahmen zur Minderung der Unfallfolgen

Der Aufprall auf ein festes Hindernis neben der Fahrbahn führt bei Motorradfahrern meist zu sehr schweren Verletzungen, weil sie vielfach mit hoher Geschwindigkeit aufprallen, aber nicht über den passiven Schutz von Pkw-Insassen verfügen. Als besonders kritisch sind schmale feste Hindernisse wie Bäume, Masten, Schilderpfosten und Schutzplanckenposten sowie Widerlager, Brückenmauern und Geländer anzusehen.

Solche Aufpralle gibt es vor allem nach Motorradstürzen in Kurven. Dabei kommen die Kradfahrer meistens zur Kurvenaußenseite von der Fahrbahn ab (vgl. Abb. 5-31). In solchen Bereichen ist zu prüfen, ob feste Hindernisse, vor allem dann wenn sie am Kurvenaußenrand stehen, beseitigt werden können oder ob sie ggf. gesichert werden können.

Es können insbesondere folgende Maßnahmen in Betracht kommen:

Beseitigen oder Versetzen von kritischen Hindernissen

Es sollte geprüft werden, ob am Außenrand von Kurven vorhandene Schutzplanken noch erforder-

lich sind, einzeln stehende Bäume beseitigt werden oder Verkehrszeichen versetzt werden können.

Aufstellen von Schutzplanken vor festen Hindernissen

Wenn in den o.a. Fällen feste Hindernisse am Außenrand von Kurven wie Bäume, Masten, Widerlager, Brückenmauern oder Geländer nicht beseitigt werden können, sollten diese durch Schutzplanken, bevorzugt das Schweizer Kastenprofil mit Unterfahrschutz gesichert werden.

Anbringen eines Unterfahrschutzes an Schutzplanken

Wenn Schutzplanken am Außenrand von Kurven verbleiben müssen, sollte ein Unterfahrschutz oder eine Schutzplankenpostenummantelung angebracht werden, um Anpralle an die Schutzplankenposten zu unterbinden.

Dabei sollten Lösungen vorgesehen werden, durch die der Raum unterhalb des Schutzplankenholms möglichst weitgehend geschlossen wird.

Je nach Art der Schutzplanke kommen folgende Kombinationen in Betracht:

Bei einfachen Distanzschutzplanken (EDSP):

Anhängen eines zweiten Schutzplankenholms an die Distanzstücke (vgl. Bild 75 RPS [21])

Bei einfachen Schutzplanken (ESP):

Anhängen eines breiten Unterfahrschutzes (z.B. wie bei 'Typ Euskirchen') an den Schutzplankenholm, Ersatz durch Kastenprofil mit Unterfahrschutz

Bei abgängigen oder neuen Schutzplanken:

Aufstellen von EDSP oder ESP mit Unterfahrschutz oder Schutzplankenpostenummantelung wie oben oder, z.B. bei wenig Raum vor Bäumen, Aufstellen des Schweizer Kastenprofils mit Unterfahrschutz.

Ummanteln von Schutzplankenposten mit Protektoren

In Kurven, denen sich Motorradfahrer z.B. wegen einer davor liegenden Kurve nur mit sehr geringer Geschwindigkeit (mittlere Fahrgeschwindigkeit < 70km/h, $v_{zul} < 70\text{km/h}$; Empfehlung der BAST) nähern können, kann statt der Anbringung eines Unterfahrschutzes eine Ummantelung der Schutzplankenposten mit Schutzplankenpostenummantelungen (nach Bild 77 RPS und TL-SPU 93 [20]) vorgesehen werden.

Aufschütten von Erdwällen

Als Aufprallschutz vor festen Hindernissen, z.B. Bäumen, die in einiger Entfernung vom Außenrand einer Kurve stehen, können auch Erdwälle in Frage kommen. Solche Erdwälle sollten aber nicht unmittelbar neben der befestigten Fahrbahn, sondern erst einige Meter daneben aufgeschüttet werden: Ein Wagen, der unter spitzem Winkel von der Fahrbahn abkommt, sollte wieder aufgefangen und auf die Fahrbahn zurück gelenkt werden können.

8.3.3 Sonstige Maßnahmen

Zusätzlich zu den vorgenannten baulichen Maßnahmen kommen andere Maßnahmen, welche sowohl ergänzend, als auch als Einzelmaßnahme angewendet werden können, in Betracht.

8.3.3.1 Verkehrsregelnde Maßnahmen

Folgende verkehrsregelnde Maßnahmen können zur Steigerung der Sicherheit von Motorradfahrern eingesetzt werden:

- Einsatz von Fahrstreifenbegrenzungen,
- Anordnen und Verdeutlichen von Streckenverboten,
- Aufstellen von Gefahrzeichen „Kurve“, ggf. in Kombination mit anderen Zeichen,
- Verbessern der optischen Führung.

8.3.3.2 Betriebliche Maßnahmen

Im Rahmen der routinemäßigen Streckenkontrollen sollte besonders in Kurven auf gefährliche Verschmutzung, Ladungsverluste und Ölspuren geachtet werden.

Des weiteren sollte ein besonderes Augenmerk auf den Zustand von Schutzeinrichtungen gelegt werden. Dies umfasst auch die Kontrolle evtl. vorhandener SPU und Unfallschutzeinrichtungen.

8.3.3.3 Überwachung

In Ergänzung zu Maßnahmen im Verlauf der Strecke könnte die Einhaltung der Geschwindigkeitsbeschränkungen und ggf. der Überholverbote verstärkt überwacht werden.

8.3.3.4 Streckensperrungen

Eine im Vergleich sehr kostengünstige Maßnahme zur Erhöhung der Sicherheit von Motorradfahrern ist die Streckensperrung für Motorräder in unterschiedlichen Varianten; z.B. Sperrungen am Wo-

chenende, saisonal, abhängig von der Fahrtrichtung etc. Diese Maßnahmen sind jedoch sehr umstritten und weisen nur eine äußerst geringe Akzeptanz bei den Betroffenen auf. Auch führen solche strikten Verbote i.d.R. zu einer örtlichen Verlagerung der Probleme, da dann oft Ausweichstrecken von den Motorradfahrern gesucht werden. Aus diesen Gründen werden diese Maßnahmen für wenig geeignet erachtet, die Sicherheit von Motorradfahrern aktiv zu fördern.

8.4 Anwendung der Maßnahmen

Alle vorgenannten Maßnahmen dienen dazu, die Folgen eines Motorradunfalls auf freier Strecke, außerhalb von Kreuzungsbereichen und i.d.R. auch ohne Fremdbeteiligung (Unfalltyp 1) abzumildern. Die Beschränkung auf diese Art Unfälle hat mehrere Gründe. Zum einen hat sich in der vorangegangenen Untersuchung gezeigt, dass dies der weitaus häufigste Unfalltyp bei Motorradfahrern ist, gefolgt von Unfällen an Kreuzungen und Einmündungen. An Kreuzungen und Einmündungen kommen Schutzeinrichtungen nur zu einem verschwindend geringen Anteil in Frage, da die Folgen des Zusammenpralls zwischen dem Unfallgegner und dem Motorradfahrer in der Regel ausschlaggebend für die Schwere des Unfalls sind. Bei den erstgenannten Strecken jedoch kommt es aufgrund des Unfallgeschehens häufig zu einem Anprall an eine straßenbegleitende Schutzeinrichtung, bzw. zu einem Abkommen von der Fahrbahn.

Zum Auffinden dieser Bereiche, welche potenziell für Motorradfahrer gefährlich sein können, gibt es zwei parallel anwendbare Möglichkeiten:

1. Auswertung der Unfalltypensteckkarten (5-Jahreskarte)
2. Untersuchung der Trassierungsparameter.

Für beide Untersuchungsverfahren gibt es unterschiedliche Einsatzbedingungen. So wird die Auswertung der Unfalltypensteckkarte nur dann in Frage kommen, wenn es um die Untersuchung bereits seit längerer Zeit bestehender Strecken geht. Hier kann gemäß der Erläuterungen in Kap. 5.1 vorgegangen werden.

Die Untersuchung der Trassierungsparameter kommt für Neubau- und baulich umgestaltete Strecken, bei denen naturgemäß noch keine Unfalldaten vorliegen, in Frage. Ein anderer, denkbarer Anwendungsbereich ist die Untersuchung der Alternativstrecken bei Streckensperrungen oder sonstigen Verlagerungen des Motorradverkehrs.

In der Praxis hat sich gezeigt, dass es bei Sperrungen von Strecken für den Motorradverkehr zu Verlagerungen in das Umland dieser Bereiche kommt und so vorher wenig oder nicht befahrene Strecken deutlich häufiger von Motorradfahrern frequentiert werden als vorher. Das höhere Verkehrsaufkommen führt dann i.d.R. auch zu einem deutlichen Anstieg der Unfälle mit Motorradbeteiligung. Durch die Untersuchung der Trassierungsparameter kann man nun im Vorfeld analysieren, ob die sich ergebenden Alternativstrecken höhere Gefahren für die Motorradfahrer in sich bergen. In einem solchen Fall könnte es sich als geeigneter erweisen, die zur Sperrung vorgesehene Strecke für Motorradfahrer sicherer zu gestalten und auf die Streckensperrung zu verzichten oder aber die als Alternativroute vorgesehene Strecke sicherer zu gestalten. Nur in unumgänglichen Ausnahmefällen, z.B. bei gleich bleibendem oder sogar ansteigendem Unfallgeschehen sollte eine Ausweitung der Streckensperrung auf die Ausweichstrecken in Betracht gezogen werden.

In Abb. 8-13 ist die Vorgehensweise zur Untersuchung der Streckenabschnitte grafisch dargestellt. Die Bewertung des Unfallpotenzials ergibt sich dabei aus den Vergleichsuntersuchungen, abgeleitet aus den hochgerechneten Unfällen/km. Das dargestellte Untersuchungsschema bezieht sich auf die Untersuchung von kompletten Streckenabschnitten zwischen zwei Netzknoten. Dies hat mehrere Gründe. Zum einen ist es praktikabler, solche kompletten und vordefinierten Streckenabschnitte zu untersuchen, da es im praktischen Gebrauch im vorhinein schwer abschätzbar ist, welche Teilstreckenabschnitte untersuchungsrelevant sind. Zum anderen hat sich bei den Vergleichsuntersuchungen bei fast keinem Untersuchungskriterium eine signifikante Erhöhung des Unfallpotenzials ergeben. Lediglich bei den Streckenabschnitten mit einem Geradenanteil von maximal 50% war eine leichte Verschiebung des Unfallpotenzials zu beobachten.

Grundsätzlich müssen Streckenabschnitte, die ein erhöhtes Unfallpotenzial aufweisen, noch detaillierter betrachtet werden. Bei dieser Analyse können dann auch die oben genannten Untersuchungskriterien für kurze Strecken angewandt werden, da diese wegen ihres hohen Anteils an den unfallauffälligen Bereichen auch ein Indiz zur genaueren Lokalisierung von möglichen Gefahrenstellen darstellen. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass auch wenn mehrere der genannten übrigen Kriterien auf einen Streckenabschnitt zutreffen, aus den Vergleichsuntersuchungen kein weiterer eindeutiger Zusammenhang zum Unfallpotenzial hergeleitet werden konnte.

In den darauf folgenden Tabellen werden die verschiedenen Auswahlkriterien zum Einsatz von Maßnahmen dargestellt. Wenn mehrere der genannten Kriterien erfüllt sind, können sich dabei die möglichen Maßnahmen ergänzen.

Über den Maßnahmenkatalog hinaus können die in Kap. 8.3.3 aufgeführten sonstigen Maßnahmen dazu dienen, die Motorradsicherheit zu erhöhen. Derartige Komplementärmaßnahmen sind hier nicht weiter ausgeführt.

Bei Strecken, von denen keine (aktuellen) Trassierungsdaten vorliegen, empfiehlt es sich, dass ein sachkundiger Mitarbeiter der Straßenbaubehörde diese mit einem Motorrad abfährt, um so Erkenntnisse über mögliche Problembereiche zu erlangen.

Empfehlenswert ist die Zusammenarbeit mit der Polizei, da diese oft auch über Motorradstaffeln verfügen. Eine Befahrung mit einem PKW bringt nach den Erfahrungen, die bei den Bereisungen im Rahmen dieses Projektes gesammelt wurden, nicht die gewünschten Ergebnisse.

Anzumerken ist zudem, dass vor dem Einsatz von Maßnahmen, die Änderungen an Schutzplanken darstellen, grundsätzlich die Notwendigkeit der Schutzplanken überprüft werden sollte. Gleiches gilt für Maßnahmen, die den kompletten Umbau der vorhandenen Schutzeinrichtung bedeuten, wie es beim Schweizer Kastenprofil der Fall ist.

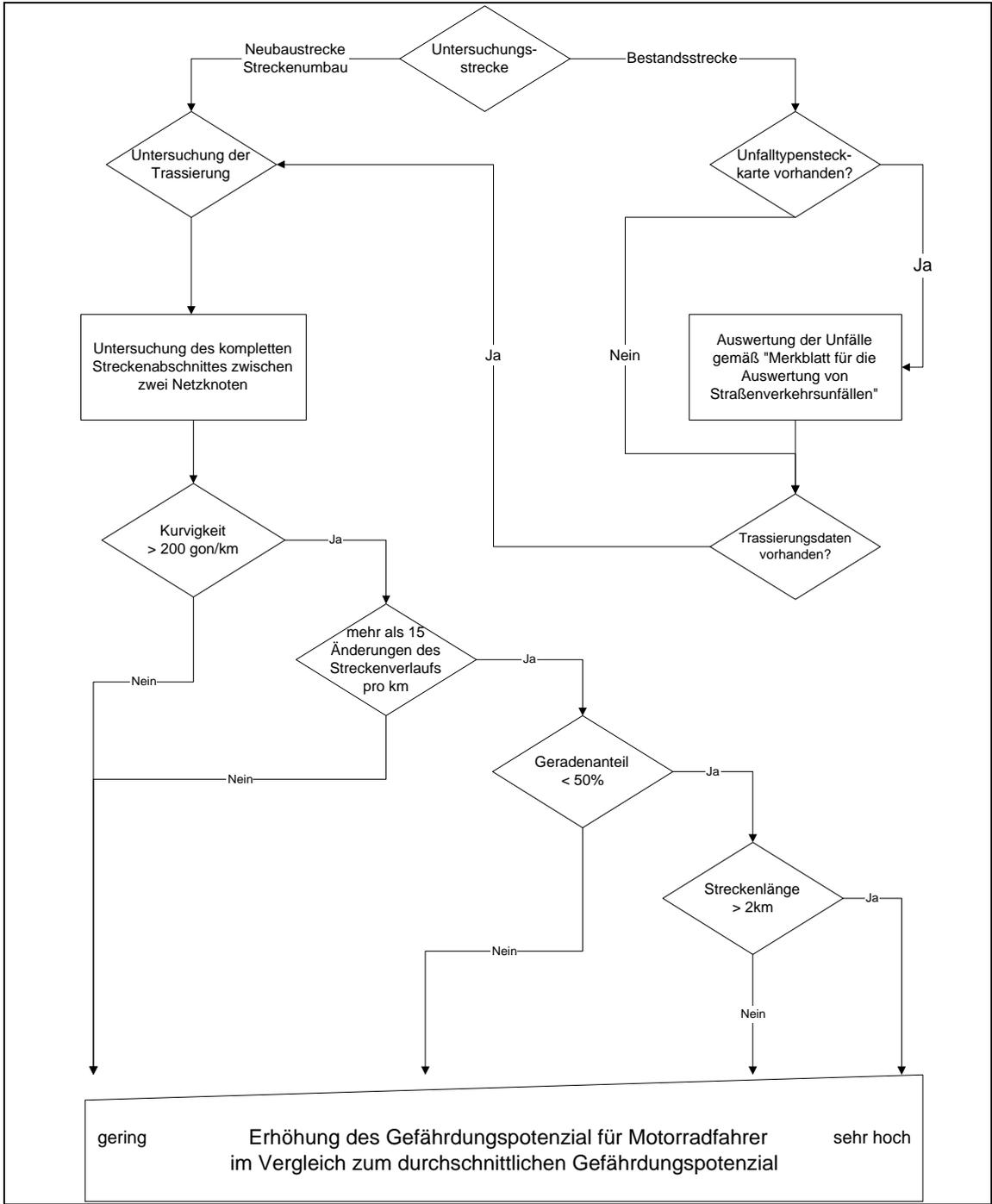


Abb. 8-13 Schema zur Beurteilung von Streckenabschnitten hinsichtlich des Gefährdungspotenzials für Motorradfahrer

In der folgenden Tabelle werden die möglichen Maßnahmen bei unterschiedlichen geometrischen Rahmenbedingungen aufgezeigt.

Generell sollten im Verlauf dieser Strecken Schutzplanken und andere Einbauten im Straßenraum auf ihre Notwendigkeit überprüft werden.

Auswahlkriterium	Empfehlenswerte bauliche Maßnahmen	Beispiele für mögliche Komplementärmaßnahmen
Hohe Kurvigkeit	Abhängig von der Fahrgeschwindigkeit: Ummanteln der Schutzplankenpfosten mit Protektoren ($v < 70$ km/h) oder Anbringen eines Unterfahrschutzes in Bereichen hoher Kurvigkeit	<ul style="list-style-type: none"> - Verbesserung der optischen Führung - Anordnen von Tempolimits - Aufstellen von Gefahrzeichen in Bereichen hoher Kurvigkeit
Hohe Kurvigkeit + viele Verlaufsänderungen/km	Abhängig von der Fahrgeschwindigkeit: Ummanteln der Schutzplankenpfosten mit Protektoren ($v < 70$ km/h) oder Anbringen eines Unterfahrschutzes in Bereichen hoher Kurvigkeit	<p>Maßnahmen wie oben, zusätzlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anordnen von Überholverböten - Aus- oder Umbau der betroffenen Bereiche - Anordnen von Tempolimits - Durchgezogene Fahrstreifenbegrenzung im Bereich von Kurven
Hohe Kurvigkeit + viele Verlaufsänderungen/km + Geringer Geradenanteil	Umbau der Schutzplanken in weiten Bereichen, ggf. mit Schweizer Kastenprofil	<p>Maßnahmen wie oben, zusätzlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Doppelte Fahrstreifenbegrenzungslinie im Bereich von Kurven, ggf. mit vergrößertem Abstand
Hohe Kurvigkeit + viele Verlaufsänderungen/km + Geringer Geradenanteil + Abschnittslänge über 2 km	Umbau der Schutzplanken in weiten Bereichen, ggf. mit Schweizer Kastenprofil	<p>Maßnahmen wie oben, zusätzlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wiederholung der Gefahrzeichen im Streckenverlauf - Aufstellen des Zusatzschildes „Gefahrenstrecke für Motorradfahrer“ die nächsten „xy“ km

Tab. 8-1 Handlungsempfehlungen zum Motorradfahrerschutz

9 Zusammenfassung

Ziel dieses Projektes war es, einen Kriterienkatalog zu erstellen, mit dessen Hilfe es möglich ist, anhand fahrbahngeometrischer Daten das Gefährdungspotenzial für Motorradfahrer von Streckenabschnitten abzuschätzen und ggf. geeignete Maßnahmen für Schutzeinrichtungen am Fahrbahnrand auszuwählen.

Dafür sollte zunächst hergeleitet werden, welche Fahrbahngeometrien ein erhöhtes Unfallrisiko für Motorradfahrer aufweisen. Zu diesem Zweck mussten Streckenabschnitte identifiziert werden, in denen es zu einem erhöhten Aufkommen an Unfällen von Motorradfahrern gekommen war. Dabei sollten nur die Unfälle vom Unfalltyp 1 gemäß dem Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 1: Führen und Auswerten von Unfalltypen-Steckkarten (siehe[12]). Da es sich dabei i.d.R. um Alleinunfälle handelt, ist ein Einfluss der Trassierung auf das Unfallgeschehen wahrscheinlicher, als z.B. bei Zusammenstößen an Kreuzungen und Einmündungen. Um diese Bereiche ausfindig zu machen, wurden zwei verschiedene Ansätze verfolgt. Es wurden parallel zueinander zum einen die unfallauffälligen Bereiche in den unterschiedlichen Bundesländern abgefragt, zum anderen wurde versucht, durch eine Umfrage unter den Lesern der größten deutschen Motorradzeitschrift verdeckte unfallauffällige Stellen zu erfassen.

Der letztgenannte Ansatz erwies sich aufgrund der mangelnden Teilnahme der Befragten als nicht erfolgreich. Bei der Recherche nach unfallauffälligen Bereichen konnte auf die elektronische Unfalldatenbank des Landes Rheinlad-Pfalz zurückgegriffen werden, was die Auswertung wesentlich erleichterte. Da einzig in diesem Bundesland die Trassierungsparameter der klassifizierten Straßen ebenfalls in digitaler Form vorlagen, wurden die weiteren Auswertungen auf dieses Bundesland beschränkt.

Zunächst wurden die ermittelten Unfallhäufungslinien und Unfallhäufungsstellen einer allgemeinen Auswertung unterzogen. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Unfallfolgen (in Form von Getöteten, Schwer- und Leichtverletzten) an diesen Stellen meist schwerwiegender waren, als im Vergleich mit den durchschnittlichen Unfallfolgen aller Motorradunfälle.

In der folgenden Analyse wurden die verschiedenen Trassierungsparameter im Bereich vor der Unfallstelle, also im Gebiet der Einleitung des Unfallgeschehens, betrachtet. Dabei wurde insbesondere auf die Kurvigkeit und die Anzahl der Verlaufs-

änderungen (Stetigkeit) ein besonderes Augenmerk gerichtet. Aufgrund der Fülle an verschiedenen Parametern und der doch relativ geringen Anzahl an Unfallereignissen, konnte aus dieser Auswertung kein eindeutiges Resultat gezogen werden.

Aus diesem Grunde wurden die unfallauffälligen Strecken in einer dritten Auswertung in einen direkten Vergleich mit Strecken gesetzt, welche keine Unfallauffälligkeiten aufwiesen. Dabei kamen zwei verschiedene Ansätze zu tragen. Zum einen wurden die kompletten Streckenabschnitte zwischen zwei Netzknoten, in denen sich die unfallauffälligen Bereiche befanden, mit nicht auffälligen Streckenabschnitten verglichen. In einem zweiten Schritt wurde nur der direkte Bereich der Unfallhäufungsstelle oder Unfallhäufungslinie mit in etwa gleichlangen Abschnitten verglichen. Als Vergleichsmaterial verwendete man zum einen „unbelastete“ Bereiche, aber zum anderen auch Bereiche, die im Streckenabschnitt vor bzw. hinter dem unfallauffälligen Bereich lagen.

Mit Hilfe dieser Auswertungsmethode konnte schließlich ein Zusammenhang zwischen Unfallhäufigkeit und bestimmten Trassierungsparametern hergeleitet werden. Dabei wurde ermittelt, dass Streckenabschnitte zwischen zwei Netzknoten, welche:

- a) eine Kurvigkeit über den gesamten Abschnitt $> 200\text{gon/km}$ und
- b) maximal 15 Änderungen des Streckenverlaufs pro km und
- c) einen Geradenanteil von maximal 50% sowie
- d) eine Länge von über 2,0 km

aufweisen, ein erhöhtes Risikopotenzial für Motorradfahrer aufweisen.

Mit Hilfe der Ergebnisse wurden dann Maßnahmen zur Vermeidung von Motorradunfällen oder zur Verminderung von Unfallfolgen aufgezeigt und eine kurze Handlungsanweisung erstellt. Diese zeigt auf, welche Maßnahmen passiver Schutzeinrichtungen am Fahrbahnrand bei welchen Rahmenbedingungen zu empfehlen sind.

Die Untersuchung hat gezeigt, dass es einen Zusammenhang zwischen Trassierung und Unfallpotenzial für Motorradfahrer gibt. Es ist aber auch festzuhalten, dass es viele andere bekannte und unbekannte Parameter gibt, die das Unfallgeschehen mit Motorrädern beeinflussen. Die Handlungsempfehlungen sollten daher als ein Baustein zur Vermeidung von Motorradunfällen gesehen wer-

den, der durch weitere Bausteine – und hier vorrangig durch Unfallauswertungen – ergänzt werden muss.

Ingesamt zeigt diese Untersuchung aber auch, dass das Vorhandensein von digitalen Straßen- und Unfalldaten das Auffinden von unfallkritischen Bereichen deutlich erleichtern und somit einen wichtigen Beitrag zur Verkehrssicherheitsarbeit leisten kann.

Das Beispiel Rheinland-Pfalz verdeutlicht insbesondere die Notwendigkeit, die Digitalisierung auch in diesen Bereichen bundesweit weiter voranzutreiben. Digitale Straßendaten bieten ein bisher weitgehend unausgeschöpftes Potenzial zur Unfallforschung; so können z.B. die im Rahmen dieses Projektes ermittelten Kriterien durchaus in Form eines EDV-Programms zur schnelleren und zielsichereren Auffindung von kritischen Bereichen beitragen. Allerdings darf dies nicht dazu führen, dass zukünftig die Sicherheit von Strecken anhand von Computerdaten bewertet wird; Unfallauswertungen sind ebenso wie Befahrungen und Besichtigungen vor Ort unverzichtbar.

10 Verwendete Abkürzungen

DDSP	Doppelte Distanzschutzplanke
DSP	Doppelte Schutzplanke
EDSP	Einfache Distanzschutzplanke
ESP	Einfache Schutzplanke
GPS	Global Positioning System
GT	Getöteter
HIC	Head Injury Criterion, eine charakteristische Größe, welche die physische Belastung des Kopfes quantitativ beschreibt
HTML	Hypertext Markup Language, Seitenbeschreibungssprache im Internet
LV	Leichtverletzter
NMEA	National Marines Electronic Association – Industriestandard für die Kommunikation zwischen nautischen Instrumenten.
PDF	Portable Document Format
RAS-L	Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil Linienführung
RPS	Richtlinie für passive Schutzeinrichtungen an Straßen
SPU	Schutzplankenpfostenummantelung
SV	Schwerverletzter
TL-SPU	Technischen Lieferbedingungen für Schutzplankenpfostenummantelungen
UHL	Unfallhäufungslinie
UHS	Unfallhäufungsstelle
UPS	Unfall mit Personenschaden

11 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1	Zugelassene Kraftfahrzeuge in der Bundesrepublik Deutschland, Quelle [1].....	6	Abb. 4-12	Unfalltypenverteilung	26
Abb. 2-2	Verletzte und getötete Personen bei Straßenverkehrsunfällen, Quelle [1]....	7	Abb. 4-13	Unfallartenverteilung.....	26
Abb. 3-1	Seite 1 des veröffentlichten Fragebogens.....	12	Abb. 4-14	Aufprall auf Hindernis	27
Abb. 3-2	Seite 2 des veröffentlichten Fragebogens.....	13	Abb. 4-15	Beispiel für die Streckenverlaufsaufnahme per GPS..	28
Abb. 3-3	Ergebnisse Fragebogen: Witterungs- und Lichtverhältnisse	14	Abb. 4-16	Beispiel für die Streckenverlaufsaufnahme per GPS..	28
Abb. 3-4	Streckengeometrie am Unfallort.....	15	Abb. 4-17	Beispiel für die Streckenverlaufsaufnahme per GPS..	29
Abb. 3-5	Streckenverlauf an der Unfallstelle verglichen mit der Richtung des Abkommens von der Fahrbahn	15	Abb. 4-18	Beispiel für die Streckenverlaufsaufnahme per GPS..	29
Abb. 3-6	Kontakt mit der Schutzeinrichtung verglichen mit der Unfallschwere.....	16	Abb. 5-1	Ausschnitt aus einer digitalen Unfalltypensteckkarte	31
Abb. 3-7	Ergebnisse Fragebogen: Persönliche Meinung zu Maßnahmen zum Schutz von Motorradfahrern	16	Abb. 5-2	Beispiel für Unfallhäufungsstellen	32
Abb. 3-8	Ergebnisse Fragebogen: Beurteilung der Wirksamkeit von Maßnahmen zum Schutz von Motorradfahrern	17	Abb. 5-3	Beispiel für eine Unfallhäufungslinie ..	32
Abb. 4-1	Verwendetes elektronisches Tachymeter	19	Abb. 5-4	Anteil der Unfälle an UH am Gesamtunfallgeschehen	35
Abb. 4-2	Schlechte Empfangsvoraussetzungen für GPS-Geräte, Felswand und Bewaldung	19	Abb. 5-5	Unfallverteilung differenziert nach Wochentagen	36
Abb. 4-3	Verwendetes Messfahrzeug.....	20	Abb. 5-6	Unfallverteilung differenziert nach Monaten.....	36
Abb. 4-4	GPS-Gerät im Fahrzeug.....	20	Abb. 5-7	Straßenzustand zum Unfallzeitpunkt ..	37
Abb. 4-5	Vergleich Höhenmessung von zwei baugleichen GPS-Geräten am selben Ort zur selben Zeit	20	Abb. 5-8	Lichtverhältnisse zum Unfallzeitpunkt	37
Abb. 4-6	Anzahl der Unfallbeteiligten und Unfallfolgen	23	Abb. 5-9	Charakteristik der Unfallstelle	38
Abb. 4-7	Straßenzustand zum Unfallzeitpunkt ..	23	Abb. 5-10	Anzahl der Unfallbeteiligten	38
Abb. 4-8	Lichtverhältnisse zum Unfallzeitpunkt.....	24	Abb. 5-11	Alter des Unfallverursachenden.....	39
Abb. 4-9	Charakteristik der Unfallstelle.....	24	Abb. 5-12	Ortslage der untersuchten Unfälle	39
Abb. 4-10	Anzahl der Unfallbeteiligten.....	25	Abb. 5-13	Unfalltypenverteilung	40
Abb. 4-11	Ortslage der untersuchten Unfälle.....	25	Abb. 5-14	Unfallartenverteilung.....	40
			Abb. 5-15	Aufprall auf Hindernis	41
			Abb. 5-16	Krümmung und Querneigung der Strecke an der Unfallstelle	45
			Abb. 5-17	Vergleich Gefälle / Steigung	45
			Abb. 5-18	Streckengeometrie am Unfallort	46
			Abb. 5-19	Vergleich der Kurvigkeit im Verhältnis zur Anzahl der Unfälle.....	46
			Abb. 5-20	Einfacher Vergleich des Streckenverlaufes.....	47
			Abb. 5-21	Streckenverlauf 20m / 50m vor der Unfallstelle	47

Abb. 5-22	Streckenverlauf 20 m vor der Unfallstelle mit Anzahl der Verlaufsänderungen.....	48	Abb. 8-9	Unterfahrschutz Typ Euskirchen, Quelle [23]	73
Abb. 5-23	Streckenverlauf zwischen 20 m und 50 m vor der Unfallstelle mit Anzahl der Verlaufsänderungen.....	48	Abb. 8-10	System Plastirail, Quelle [24].....	73
Abb. 5-24	Streckenverlauf 50 m vor der Unfallstelle mit Anzahl der Verlaufsänderungen, Schrittweite 50 m.....	49	Abb. 8-11	System Motorail, Quelle [24].....	73
Abb. 5-25	Streckenverlauf 50 m vor der Unfallstelle, Schrittweite 20 m/50 m ..	49	Abb. 8-12	System Moto.Tub, Quelle []	74
Abb. 5-26	Streckenverlauf 50 m vor der Unfallstelle mit Anzahl der Verlaufsänderungen, Schrittweite 20 m/50 m.....	50	Abb. 8-13	Schema zur Beurteilung von Streckenabschnitten hinsichtlich des Gefährdungspotenzials für Motorradfahrer.....	78
Abb. 5-27	Streckenverlauf 100m / 200m / 300m vor der Unfallstelle.....	50	11.1 Tabellenverzeichnis		
Abb. 5-28	Streckenverlauf zwischen 50m und 100m / 200m / 300m vor der Unfallstelle	51	Tab. 3-1	Rücklauf der Befragung der Unfallkommissionen.....	10
Abb. 5-29	Summe der Streckenverlaufsänderungen	51	Tab. 4-1	Zur Bereisung ausgewählte UHS.....	18
Abb. 5-30	Vergleich Fahrbahnbreite und Unfallkategorie 4	52	Tab. 7-1	Streckenanteile	68
Abb. 5-31	Fahrbahnverlauf differenziert nach Unfallart.....	52	Tab. 8-1	Auswahlkriterien für Maßnahmen zum Motorradfahrerschutz	79
Abb. 7-1	Verteilung der Streckenlänge an allen Streckenabschnitten	69			
Abb. 7-2	Verteilung der Streckenlänge an Streckenabschnitten mit einer Kurvigkeit über 200 gon/km sowie maximal 15 Verlaufsänderungen/km .	69			
Abb. 8-1	Einfache Schutzplanke, aus []	70			
Abb. 8-2	Einfache Distanzschutzplanke, aus [17].....	70			
Abb. 8-3	Doppelte Schutzplanke, aus [17].....	70			
Abb. 8-4	Doppelte Distanzschutzplanke, aus [17].....	71			
Abb. 8-5	Unterschiedliche Pfostentypen, aus [17].....	71			
Abb. 8-6	Fertig montierte SPU, Quelle [].....	71			
Abb. 8-7	Zweiteilige SPU vor der Montage, Quelle [19].....	72			
Abb. 8-8	Schweizer Kastenprofil, aus [22], Maße modifiziert auf aktuelle Werte ..	72			

12 Literatur

- Auswerten von Unfalltypen-Steckkarten, FGSV-Verlag, 1998
- [1] STATISTISCHES BUNDESAMT, Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 1985-2001
- [2] JESSL, Peter, Anpralldämpfer für Leitplankenpfosten, Automobiltechnische Zeitschrift, 1986, 649-654
- [3] DOMHAN, Martin, Passive Sicherheit der Schutzplanken bei Anprall von Zweiradfahrern, Straße und Autobahn, 1983, 530
- [4] OTTE, Dietmar, SUREN, Ernst-Günter and APPEL, Hermann, Leitplankenverletzungen bei motorisierten Zweiradbenutzern, Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 1986, 80-82
- [5] KOCH, Hubert and SCHÜLER, Florian, Reduction of Injury Severity Involving Guardrails by the Use of Additional W-Beams, Impact Attenuators an Sigma-Posts as a Contribution to the Passive Safety of Motorcyclists, Eleventh International Technical Conference on Experimental Safety Vehicles, Washington DC, 1987, 878-883
- [6] BRAILLY, Marie Christine, Studie von Motorradunfällen mit Stahlleitplankenanprall, 1998
- [7] SCHÜLER, Florian, BAYER, Bernward, MATTERN, Rainer and HELBING, Michael, Der Körperanprall gegen Schutzplanken beim Verkehrsunfall motorisierter Zweiradbenutzer, Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH, 1984
- [8] ELLMERS, Uwe (1998): Motorradanprallversuche an passive Schutzeinrichtungen. Forschungshefte Zweiradsicherheit Nr. 8, Institut für Zweiradsicherheit e. V. (Hrsg.), S. 377-384
- [9] CROWTHER, Geoff, BROWN, Nich, Behavioural Obstacles to Advanced Motorcycle Rider Training, Sicherheit Umwelt Zukunft IV, Tagungsband der 4. Internationalen Motorradkonferenz, Hrsg: Institut für Zweiradsicherheit, Essen, 2002
- [10] ASSING, Kai, Schwerpunkte des Unfallgeschehens von Motorradfahrern, BAST, Bergisch Gladbach, November 2001
- [11] FGSV Arbeitskreis 3.8.6, Hinweise für Maßnahmen gegen Motorradunfälle, Vorläufiger Entwurf vom März 2003
- [12] FGSV, Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 1: Führen und
- [13] DEZERNAT VERKEHRSSICHERHEIT UND VERKEHRSTECHNIK des Hessischen Landesamtes für Straßen- und Verkehrswesen, Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit auf Motorradstrecken, 2003
- [14] FGSV, Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Linienführung (RAS-L), FGSV-Verlag, 1995
- [15] BMVBW, Allgemeines Rundschreiben Straßenbau 22/1997, Einsatz von Schutzplankenpostenummantelungen (SPU) an Bundesfernstraßen, StB 13/38.62.00/60 BAST 97
- [16] BUTTERWEGGE, Petra, Unfallhäufungen auf Landstraßen, Einfluss von Oberflächennässe – paarweiser Vergleich, Institut für Straßenverkehr Köln, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Mai 2002
- [17] ARBEITSKREIS SCHUTZEINRICHTUNGEN, Richtlinie für passive Schutzeinrichtungen an Straßen (RPS), Köln: FGSV Verlag, 1989
- [18] INSTITUT FÜR RECHTSMEDIZIN DER RUPRECHT-KARLS-UNIVERSITÄT HEIDELBERG, Biomechanische Versuche hinsichtlich des passiven Unfallschutzes von Aufsassen motorisierter Zweiradfahrzeuge beim Anprall gegen Schutzplankenpfosten, 1985
- [19] VOLKMANN & ROSSBACH, Zweiradfahrerschutz, Werbeprospekt
- [20] BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, Technische Lieferbedingungen für Schutzplankenpostenummantelungen, 1993
- [21] ARBEITSKREIS SCHUTZEINRICHTUNGEN, Richtlinie für passive Schutzeinrichtungen an Straßen (RPS), Köln: Entwurf Juli 2001
- [22] BÜRKLE, Heiko und BERG, F. Alexander, Anprallversuche mit Motorrädern an passiven Schutzeinrichtungen, Bergisch Gladbach: Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft GmbH, 2000
- [23] MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND MITTELSTAND, Energie und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, Erlass vom 11.04.2001, 2001
- [24] FEMA, Final report of the Motorcyclists & Crash Barriers Project, www.nmcu.org/publ/fema_cbp/

- [25] SODIREL, Dispositif de sécurité pour la protection des motards, Verkaufsprospekt der Firma Sodirel
- [26] FGSV, Merkblatt für griffigkeitsverbessernde Maßnahmen an Verkehrsflächen aus Asphalt, FGSV-Verlag, 2002
- [27] FGSV, Hinweise für das Schließen und die Sanierung von Rissen sowie schadhafte Nähte und Anschlüsse in Verkehrsflächen aus Asphalt (H SR), FGSV-Verlag, 2003