

Sicherheit
Safety

Umwelt
Environment

Zukunft
Future

**Tagungsband der 11. Internationalen
Motorradkonferenz 2016**
**Proceedings of the 11th International
Motorcycle Conference 2016**

Herausgeber / edited by
Institut für Zweiradsicherheit e.V.
Institute for Motorcycle Safety e.V.

Forschungshefte
Zweiradsicherheit
ifz-Research
Publication Series

Brake or Swerve? Or both?

Bremsen oder Ausweichen? Oder sogar beides?

Dr.-Ing. Achim Kuschefski, Dipl.-Päd. Matthias Haasper, André Vallese B.A.

Institut für Zweiradsicherheit (ifz), Essen, Germany
Institute for Motorcycle Safety (ifz), Essen, Germany

Abstract

Motorcycle riders have to react to hazardous situations in traffic with braking, swerving or both.

The initial rider training and further programs of advanced rider training make recommendations referring to this. The recommendations are not statistically backed at all. The recent study of the ifz will check the validity of the recommendations by a large-scale practical test.

In order to make representative statements regarding the riding behavior of motorcyclists, riding tests are performed with more than 100 riders. The results will show, what kind of riding maneuvers regarding to the riding speed are helpful to avoid collisions respectively to mitigate them. Further results will show, if motorcycle riders are able to brake and swerve at the same time.

These findings from the real behavior of motorcycle riders should support or complement existing training contents and possibly lead to alternatives.

Zusammenfassung

Den Fahrern motorisierter Zweiräder wird in prekären Situationen im Verkehrsgeschehen eine Entscheidung dahingehend abverlangt, ob gebremst, ausgewichen oder sogar beides kombiniert eingesetzt werden soll. Die Fahrschul Ausbildung und Programme von Fahrsicherheitstrainings geben hierzu statistisch nicht gesicherte Empfehlungen, die das ifz in seiner aktuellen Studie mit Hilfe eines Praxis-tests überprüft.

Um eine repräsentative Aussage hinsichtlich des Fahrverhaltens von Motorradfahrern treffen zu können, wurden Fahrversuche mit über 100 Probanden durchgeführt. Anhand der Ergebnisse sollen Aussagen darüber getroffen werden können, welche Fahrmanöver in Abhängigkeit der Geschwindigkeit zielführend sind, um die Kollision mit einem Hindernis vermeiden bzw. abschwächen zu können. Ebenso werden Erkenntnisse dahingehend erwartet, ob Motorradfahrer in der Lage sind, gleichzeitig bremsen und ausweichen zu können.

Die Ergebnisse der Studie aus dem Realverhalten sollen die bestehenden Ausbildungsinhalte untermauern bzw. ergänzen und gegebenenfalls zu Handlungsalternativen führen.

Bremsen oder Ausweichen? Oder sogar beides?

Inhalt

1 Aufgabenstellung und Zielsetzung

2 Methode

- 2.1 Die Durchführung praktischer Fahraufgaben
- 2.2 Test-Areal
- 2.3 Versuchsaufbau
- 2.4 Fahraufgaben
- 2.5 Teilnehmer

3 Auswertung

- 3.1 Ergebnisse „Bremsvermögen“
- 3.2 Ergebnisse „Spurversatz“
- 3.3 Vergleich „Bremsvermögen und Spurversatz“
- 3.4 Bremsvermögen bei gleichzeitigem Spurversatz“

4 Zusammenfassung und Ausblick

1 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Viele Motorradfahrer kennen das folgende Szenario: Bei der Fahrt auf der Landstraße zieht er plötzlich und unerwartet heraus: Der Pkw aus der rechts einmündenden Straße. Nun ist schnelles Handeln gefragt. Reicht eine Vollbremsung aus, um noch vor dem Pkw zum Stehen zu kommen? Oder ist es doch ratsamer ein Ausweichmanöver einzuleiten, da der Bremsweg möglicherweise nicht mehr ausreicht? Oder gelingt eine Kombination aus beiden Varianten?

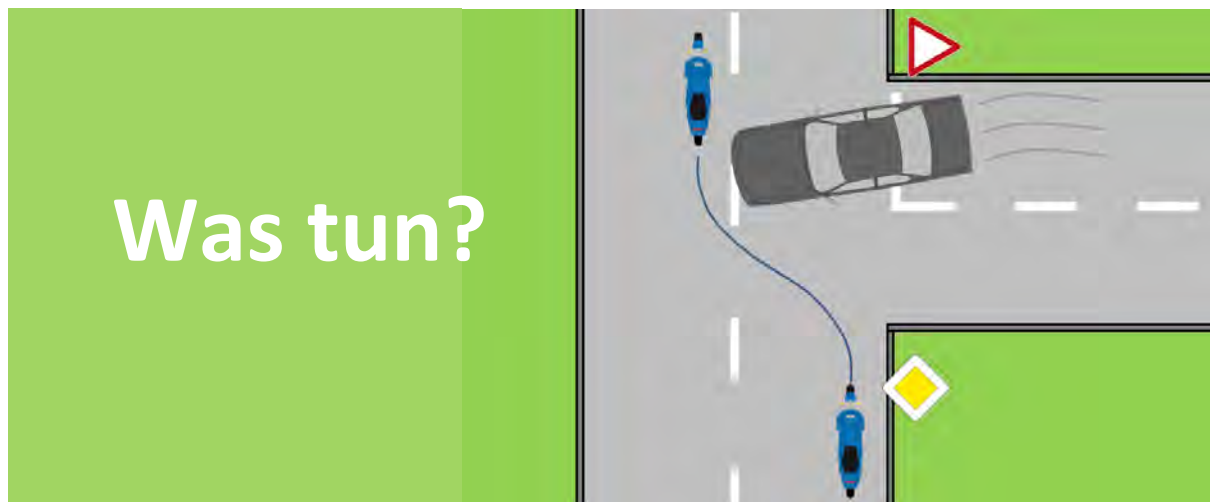


Abb. 1. Mögliche Kollisionsvermeidung auf der Landstraße

Die Beantwortung dieser Fragen bleibt natürlich stark situationsabhängig, zudem können noch weitere Umstände hinzukommen, die die Situation erschweren. Selbst aus der Distanz betrachtet, dauert es in den meisten Fällen, solchen Situationen ein optimales Handlungsmuster zuzuordnen. Wie soll dies also in Bruchteilen von Sekunden während der Fahrt gelingen?

Um zu verstehen, wie der zeitliche Ablauf bei Kollisionen beschrieben werden kann, wurden Auswertungen¹ basierend auf GIDAS zu Hilfe genommen. Demnach bleiben Motorradfahrern von der Reaktion bis zur Kollision im Mittel gerade einmal 1,7 Sekunden. Innerorts sind es im Mittel 1,6 Sekunden, außerorts 1,9 Sekunden, die inklusive einer Reaktion bis zur Kollision an Zeit zur Verfügung stehen.

Innerhalb dieser Zeit die Auswahl aus mehreren Handlungsalternativen zu treffen, bleibt schwierig bis unmöglich. Unumstritten ist, dass die Bremsung in diesen Situationen höchste Priorität haben muss, um eben eine geringe Geschwindigkeit bei einer möglichen Kollision erreichen zu können.

¹ Persönliche Informationen von Prof. Dietmar Otte (MHH) zu GIDAS-Auswertungen, 24.05.2016

GIDAS: Die German In-Depth Accident Study ist die umfassende Dokumentation von Verkehrsunfällen mit Personenschäden in zwei Erhebungsgebieten in Deutschland.

Vorhandene Empfehlungen, die bei Sicherheitstrainings vermittelt werden, geben für die Vermeidung von Kollisionsunfällen vor, dass bis 50 km/h eine Bremsung und darüber hinaus das Ausweichen Vorteile bringt (Rahmenbedingungen: $a = 8 \text{ m/s}^2$ Bremsverzögerung, Hindernisbreite 1,0 – 1,5 m). Dazu kommen Handlungsalternativen wie das Bremsen mit anschließendem Ausweichen und das Bremsen mit gleichzeitigem Ausweichen². Das Bremsen mit anschließendem Ausweichen – bekannt als „Bremsen-Lösen-Ausweichen (B-L-A)“ – verlangt vom Fahrer die Durchführung zweier komplexer Handlungsmuster hintereinander, also zeitlich versetzt. Die Schwierigkeit insbesondere dieser Handlung besteht darin, den optimalen Zeitpunkt für das Lösen der Bremse zu finden, was wiederum eine Einschätzung des noch vorhandenen Raumes bis zum Hindernis beinhaltet. Wann beim Bremsen-Lösen-Ausweichen also von einem Manöver zum anderen übergegangen wird, bedingt einer erneuten Entscheidung innerhalb des Fahrmanövers. Auch in der Fahrschulausbildung gehört das Ausweichen nach dem Abbremsen (B-L-A) zu den Grundfahraufgaben³.

Mit unseren praktischen Messreihen mit 101 Teilnehmern möchten wir diese Aussagen – wann gebremst und wann ausgewichen werden soll – überprüfen. Dazu ließen wir die Teilnehmer aus drei unterschiedlichen Geschwindigkeiten zunächst nur bremsen, dann nur ausweichen. Bei der dritten Fahraufgabe sollten die Teilnehmer bremsen und dabei gleichzeitig ausweichen.

Wie bereits erwähnt, verlangt das Geschehen im Straßenverkehr schnell funktionierende Handlungsmuster. Wie viele komplexe Lösungsstrategien, aus denen sekundenschnell gewählt werden muss, kann/darf man Fahrern zumuten? Zu großer Entscheidungsspielraum verwirrt oftmals mehr als er weiterhilft. Sicherlich gibt es eine Vielzahl an Situationen, in denen lediglich gebremst werden muss. In weiteren, nicht direkt einschätzbaren Kollisionssituationen – vor allem bei höheren Geschwindigkeiten – kann die Konzentration auf Fahraufgaben mit wenig Entscheidungsspielraum von Vorteil sein. Dabei sollte sich der Fahrer auf nur eine Handlungsabfolge – gekoppelt an nur eine Entscheidung – fokussieren.

Unsere Hypothese besteht nun darin, dass die Kombination von Bremsung und gleichzeitigem Spurversatz in diesen Fällen die vorteilhafteren Resultate erzielen kann. Sie lautet wie folgt:

Hypothese 1: In Gefahrensituationen mit Kollisionskurs auf ein sich bewegendes Hindernis ist die Konzentration auf ein Fahrmanöver mit einer eindeutigen Handlungsstrategie von Vorteil. Dieses besteht aus der Kombination einer Vollbremsung mit einhergehendem Ausweichen (Spurversatz). Die Vollbremsung steht dabei immer im Vordergrund.

² Deutscher Verkehrssicherheitsrat (DVR), Sicherheitstraining Motorrad, 2013

³ Amtsblatt des Bundesverkehrsministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur der Bundesrepublik Deutschland: Richtlinie für die Prüfung der Bewerber um eine Erlaubnis zum Führen von Kraftfahrzeugen nach Anlage 7 der Fahrerlaubnis-Verordnung (FeV), 2014

Das Bremsen steht somit im Vordergrund, ergänzend wird dabei ein Spurversatz in Abhängigkeit der Geschwindigkeit und im Rahmen der gegebenen Möglichkeiten durchgeführt.

Zudem möchten wir untersuchen, ob eine Vollbremsung mit gleichzeitigem Spurversatz für Motorradfahrer überhaupt praktikabel ist und den allgemeinen Tenor überprüfen, dass Motorradfahrer mit solch schwierigeren Fahrmanövern überfordert sind.

Hypothese 2: Komplexe Fahraufgaben, wie eine Vollbremsung mit gleichzeitigem Ausweichen (Spurversatz), können den meisten Motorradfahrern nicht zugemutet werden.

2 Methode

2.1 Die Durchführung praktischer Fahraufgaben

Der zurückgelegte Weg bei einer Bremsung mit größtmöglicher Verzögerung oder die benötigte Strecke beim Spurversatz eines Motorrads bei einer bestimmten Geschwindigkeit kann mathematisch ermittelt werden. Die berechneten Ergebnisse lassen jedoch eine Vielzahl von Faktoren außer Acht, die einen enormen Einfluss auf reale, praktisch durchgeführte Ergebnisse haben. Der zentrale Einflussfaktor bei diesen Fahrmanövern ist der Mensch, also der Fahrer selbst.

Um möglichst reale, alltagstaugliche Aussagen über die benötigten Strecken bei Bremsungen und Spurversätzen zu erhalten, wurde im Rahmen der vorliegenden Studie mit Probanden (im folgenden „Teilnehmer“ genannt) gearbeitet, die mit ihrem eigenen Kraftrad auf einem speziell dafür vorbereiteten Test-Areal verschiedene, vorgegebene Fahraufgaben durchführen mussten.

2.2 Test-Areal

Durchgeführt wurden die Fahrversuche mit den Teilnehmern auf dem Gelände des Forschungs- und Technologiezentrums Ladungssicherung Selm gGmbH (F&T). Hier herrschen optimale Bedingungen für die Durchführung einer solchen Studie. Eines der wichtigsten Kriterien dabei war: Viel Platz. Mit Blick auf die Fahraufgaben aus höheren Geschwindigkeiten (100 km/h) muss vor und hinter dem Versuchsaufbau ausreichend Platz zum Anfahren sowie zum Bremsen (Auslauf) zur Verfügung stehen. Dazu bietet die Fahrbahnoberfläche auf dem Gelände eine sehr hohe Griffigkeit.



Abb. 2. Lage des Test-Areals (F&T); Bilder © 2016 AeroWest, Google, Kartendaten © 2016 GeoBasis-DE/BKG (© 2009), Google

2.3 Versuchsaufbau

Die zentralen Bereiche, in denen die verschiedenen Fahraufgaben (Bremsung, Spurversatz, beides zugleich) gefahren wurden, wurden auf der Fahrbahn des Test-Areals mit entsprechenden Dickschichtfolien⁴ gelb markiert.

⁴ Bei diesem Typ der Fahrbahnmarkierung handelt es sich um die vorübergehende Markierungsfolie Typ II – 3M™ Stamark™ A721 (15 cm Breite). Diese gelbe Dickschichtfolie auf Kautschuk-Basis wird für Arbeitsstellen von längerer Dauer für alle Längsmarkierungen eingesetzt. Die angewandte Technologie gewährleistet gute Tagsichtbarkeit und extrem gute Griffigkeit. Zur Sicherheit unserer Teilnehmer wurde dieser Typ gewählt. Die Markierungen wurden mit freundlicher Unterstützung der Firma 3M von qualifiziertem Fachpersonal aufgebracht.



Abb. 3. Aufbringen der Markierungen



Abb. 4. Effiziente Verlegetechnik

Die Abbildungen 5 und 6 veranschaulichen den gesamten Versuchsaufbau:

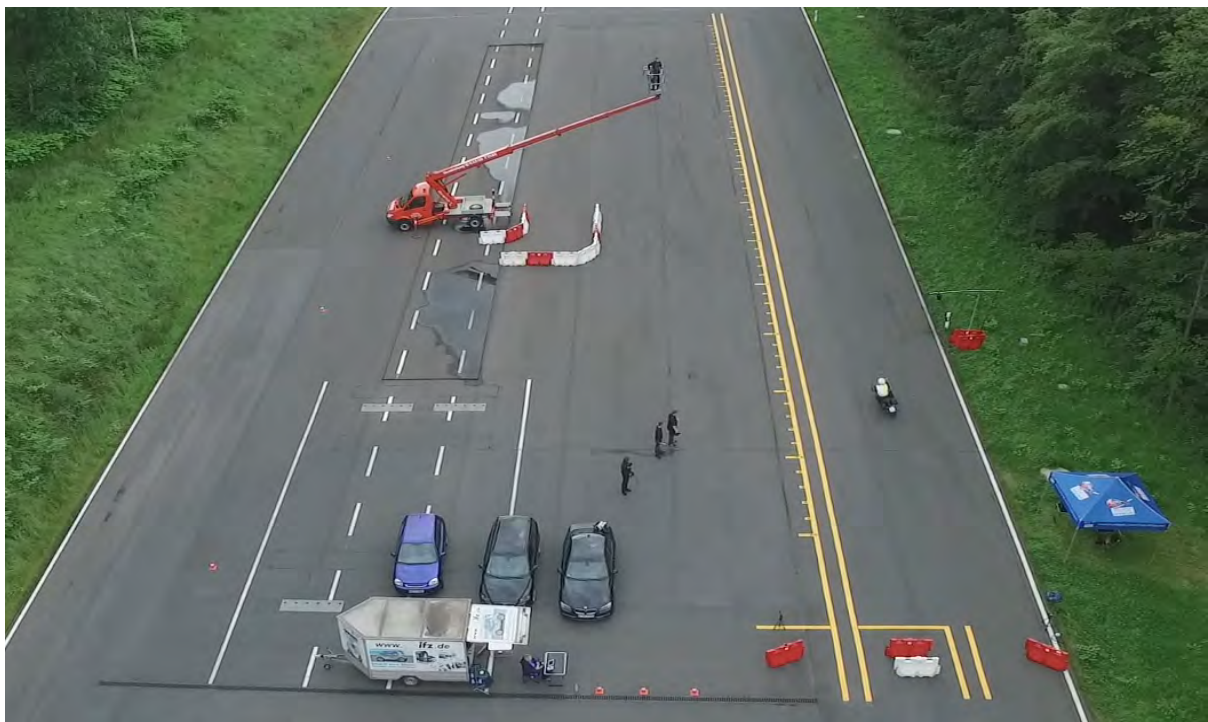


Abb. 5. Totale „Versuchsaufbau“

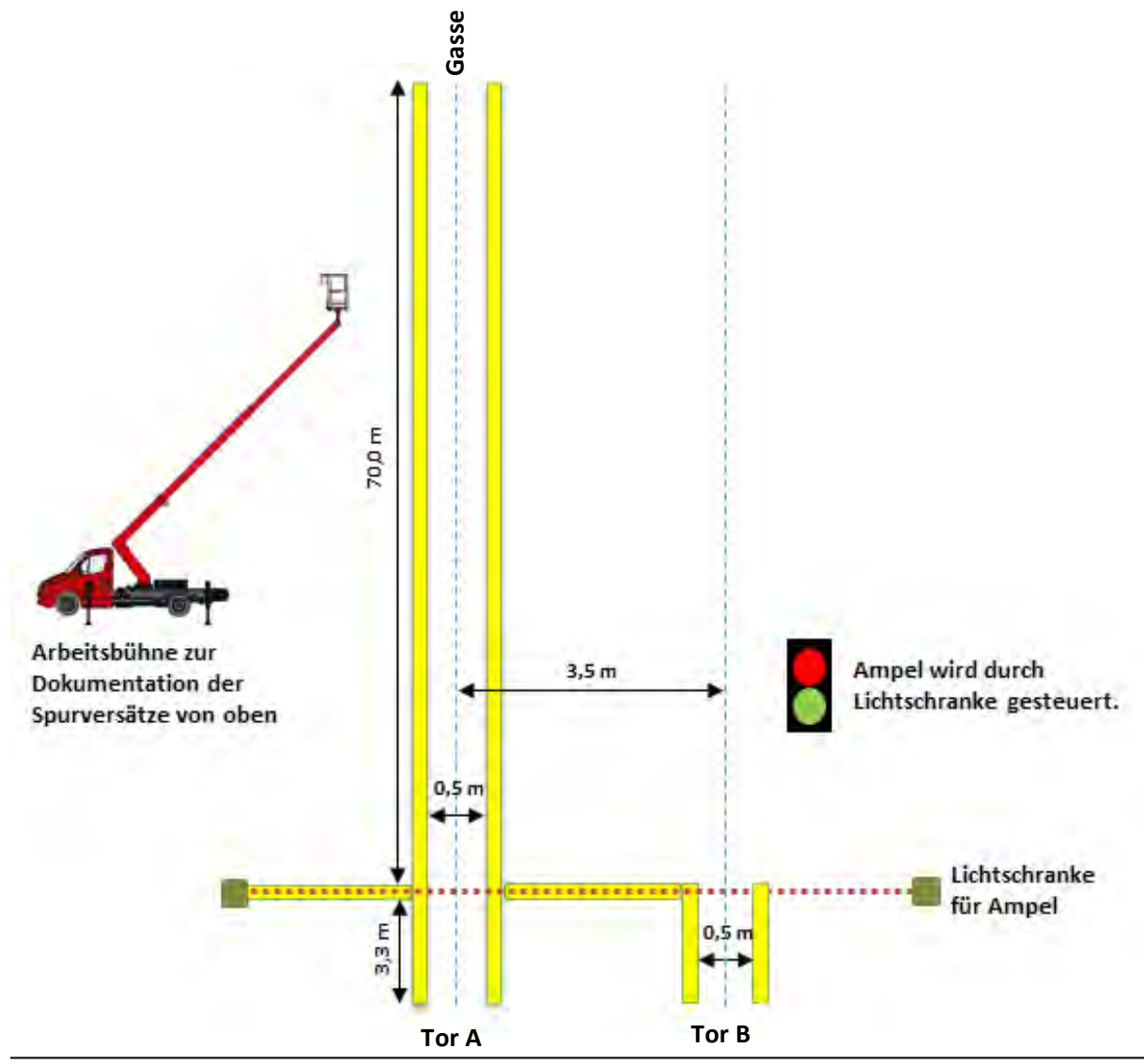


Abb. 6. Schema „Versuchsaufbau“ (nicht maßstabsgetreu)

TORE Für die verschiedenen Fahraufgaben gibt es zwei markierte Tore, die von den Teilnehmern anzufahren waren. Die Fahrspur innerhalb der Tore beträgt einen halben Meter. In Fahrtrichtung links das Tor A für die Fahraufgaben „Vollbremsung“. Rechts das Tor B für die Fahraufgaben „Spurversatz“ (Ausweichen) und die Fahraufgaben „Vollbremsung mit gleichzeitigem Spurversatz“ (*Detaillierte Erklärung der Fahraufgaben unter 2.4*).

Die beiden Mittellinien von Tor A und Tor B liegen exakt 3,50 Meter auseinander. Dies ist die Breite des durchzuführenden Spurversatzes. Die 3,50 Meter entsprechen der durchschnittlichen Breite der befestigten Fläche eines Fahrstreifens einer deutschen Bundesstraße. Fährt ein Motorradfahrer beispielsweise nahe am Fahrbahnmittelstreifen, hat er für ein Ausweichmanöver nach links in etwa die Breite des linken Fahrstreifens von 3,50 Meter zur Verfügung (Abb. 7). Ebenso sind andere Konstellationen von möglichen Konfliktsituationen denkbar (Abb. 8).

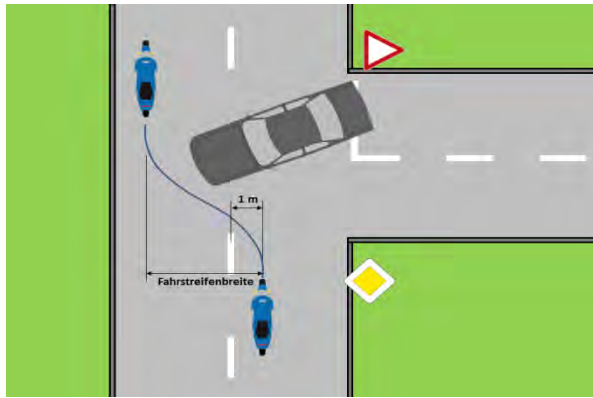


Abb. 7. Mögliche Kollisionsvariante A

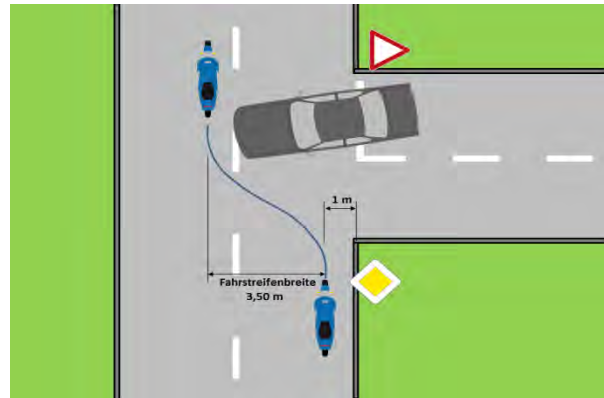


Abb. 8. Mögliche Kollisionsvariante B

GASSE Tor A mündet in einer 70 Meter langen Gasse, die zum einen als Messinstrument dient (Meterangaben), im Wesentlichen aber als Ziel für den Spurversatz. Dokumentiert wurden die Messergebnisse der Bremsungen direkt vor Ort von drei ifz-Mitarbeitern an verschiedenen Positionen, die jedes Ergebnis protokollierten.

SIGNALGEBUNG Rechts von Tor B, auf Höhe 20 Meter, befand sich eine eigens installierte Lichtzeichenanlage (Ampel mit zwei Signalfarben). Diese war mit einer Reflexionslichtschranke⁵ gekoppelt, die sich auf Höhe 0,00 Meter (Null-Linie) befand und beide Tore abdeckte; Nachdem ein Teilnehmer Tor A oder B passierte, schaltete die Ampel von Grün auf Rot. Der Teilnehmer musste mit der jeweiligen Fahraufgabe beginnen, sobald er die rote Ampel wahrnahm. Die ermittelten Ergebnisse berücksichtigen also die Reaktionszeit des Teilnehmers im Versuchsaufbau, so dass wir bei den Ergebnissen den jeweiligen Anhalte- bzw. Ausweichweg ermittelten. Die individuelle Reaktionszeit konnte von den Teilnehmern beeinflusst – verkürzt – werden, indem sie sich auf das Eintreten des Ampelsignals an gleicher Stelle (etwa ab Null-Linie) einstellten → Gewöhnungseffekt. Um dieses Verhalten für vergleichbare Ergebnisse zu berücksichtigen, wurde eine Bodenkamera hinter der Null-Linie installiert, die sowohl die Ampel als auch den passierenden Teilnehmer von hinten dokumentierte. Mit Hilfe dieser Kontrolle konnte der tatsächliche Beginn der Reaktion des Teilnehmers ermittelt und berücksichtigt werden (Abb. 9).

⁵ Es handelt sich um den Typ RLK61-55-Z/31/115 der Firma Pepperl+Fuchs, Ansprechzeit ≤ 25 ms



Abb. 9. Teilnehmeraufnahme Bodenkamera

DOKUMENTATION Links der Gasse auf Höhe 35 Meter wurde in ausreichendem Sicherheitsabstand eine Arbeitsbühne⁶ (Abb. 6) positioniert, um die benötigten Strecken für die Spurversätze (Ausweichwege) zu dokumentieren. Diese Art der „Ergebniserfassung von oben“ wurde eingesetzt, um einen großen Bereich sichtlich erfassen zu können, da die benötigten Strecken beim Spurversatz mit Tempo 50, 70 und 100 km/h weit auseinander liegen. Damit nicht jedes Teilnehmerfahrzeug zeitaufwändig mit Kameras versehen werden musste, wurde diese Methode genutzt, zumal sie in Vorversuchen ausprobiert und für geeignet befunden wurde. Versuche mit am Motorrad montierten Kameras ergaben speziell bei den höheren Geschwindigkeiten unscharfe Bilder und somit Ungenauigkeiten bei der Auswertung.

Ebenso war es nahezu unmöglich, allein durch Beobachtung eines ifz-Mitarbeiters das Erreichen der Gasse eines schnell vorbei fahrenden Motorrades zu dokumentieren.

Die Genauigkeit der Messergebnisse der Anhalte- und Ausweichwege in Fahrrichtung (in Längsrichtung) betragen +/- 10 cm. Die des seitlichen Spurversatzes bei der Fahraufgabe 3 sind zentimetergenau.

⁶ Es handelt sich hier um eine Arbeitsbühne (Steiger; 3,5 t) des Typs TB 220. Arbeitshöhe bis 22,10 m.

Um vor allem die tatsächlich gefahren Geschwindigkeiten der Teilnehmer zu ermitteln, wurde jeder Teilnehmer vor Antritt der Fahraufgaben mit einem Datenrekorder⁷ ausgestattet. Dieser wurde in einer kleinen Gürteltasche im unteren Rückenbereich des Fahrers platziert (Abb. 10 und 11).

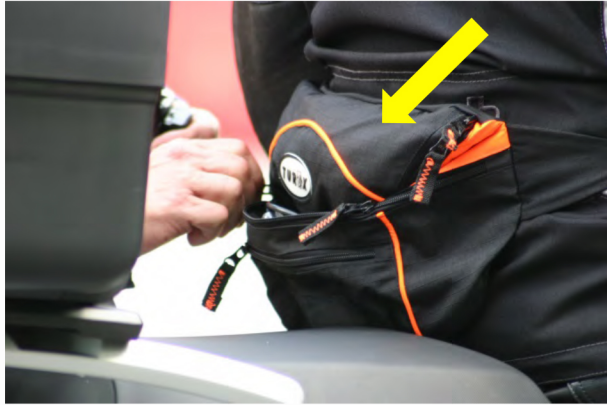


Abb. 10. Verstauen des Datenrekorders



Abb. 11. Datenrekorder „Speed Angle“

TEILNEHMERBEFRAGUNG Vor und nach dem Absolvieren der Fahraufgaben wurden die Teilnehmer mittels zweier Fragebögen befragt. Die Fragebögen wurden jeweils direkt vor Ort ausgefüllt. Die Beantwortung der einzelnen Fragen wurde über verschiedene Wege vorgegeben. Es handelte sich hierbei überwiegend um Multiple-Choice-Verfahren sowie um die Möglichkeiten freie Antworten zu formulieren. Bei einigen Fragen waren im Rahmen der Multiple-Choice-Lösungen Mehrfachantworten möglich. Das heißt, es konnten mehrere Antworten angekreuzt werden. Auch die Kombinationsmöglichkeit von vorgegebenen und freien Antworten war gegeben.

⁷ SpeedAngle Inc.: Typ GMOS JI100 S



Abb. 12. Theoretischer Teil: Teilnehmerbefragung

Abb. 13. Fragebogenmuster

2.4 Fahraufgaben

Die Fahraufgaben für die Teilnehmer bestanden aus drei Blöcken, die sich wie folgt darstellen:

1.
 - a) Vollbremsung bis zum Stillstand aus 50 km/h
 - b) Vollbremsung bis zum Stillstand aus 70 km/h
 - c) Vollbremsung bis zum Stillstand aus 100 km/h
2.
 - a) 3,5-Meter Spurversatz ohne dabei zu bremsen aus 50 km/h
 - b) 3,5-Meter Spurversatz ohne dabei zu bremsen aus 70 km/h
 - c) 3,5-Meter Spurversatz ohne dabei zu bremsen aus 100 km/h
3.
 - a) Vollbremsung mit gleichzeitigem Spurversatz bis zum Stillstand aus 50 km/h
 - b) Vollbremsung mit gleichzeitigem Spurversatz bis zum Stillstand aus 70 km/h
 - c) Vollbremsung mit gleichzeitigem Spurversatz bis zum Stillstand aus 100 km/h

Jeder Teilnehmer hatte somit insgesamt neun Fahraufgaben zu absolvieren. Zu Beginn durften die Teilnehmer drei Testrunden fahren, um sich auf dem Areal zurechtzufinden und sich an den Versuchsaufbau zu gewöhnen. Dabei wurde jede Fahraufgabe einmal mit 50 km/h probenhalber durchgeführt. Direkt im Anschluss wurden die Fahraufgaben absolviert. Die Fahrversuche wurden auf trockener Fahrbahn durchgeführt. Für die Durchführung der Fahraufgaben wurden pro Teilnehmer ca. 20 Minuten benötigt.

Zu den Fahraufgaben im Detail:

1. Vollbremsung bis zum Stillstand aus 50, 70 und 100 km/h

Der Teilnehmer fuhr mit entsprechendem Tempo auf das linke Tor A zu. Hierbei hatte er vor allem auf die Ampel zu achten. Auf Höhe der Null-Linie schaltete die Ampel von Grün auf Rot. Sobald der Teilnehmer das rote Lichtsignal erkannte, musste er verzögern und so schnell wie möglich zum Stillstand kommen – wie es auch in einer Notsituation erforderlich gewesen wäre. Der Bremsvorgang verlief weiter geradeaus in die gelb markierte Gasse hinein. Die Teilnehmer wurden instruiert zwischen den beiden gelben Linien in der Gasse zu bleiben. Sie verzögerten dort ihr Fahrzeug schnellstmöglich bis zum Stillstand. Anschließend protokollierten die ifz-Mitarbeiter die Länge des benötigten Anhaltewegs.

→ *Anhand dieser Fahraufgabe erhalten wir Aussagen über das Anhaltevermögen unterschiedlicher Fahrer auf unterschiedlichen Motorradtypen bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten (Anhalteweg).*

2. 3,5-Meter Spurversatz ohne dabei zu bremsen aus 50, 70 und 100 km/h

Der Teilnehmer fuhr mit entsprechendem Tempo auf das rechte Tor B zu. Hierbei hatte er vor allem auf die Ampel zu achten. Auf Höhe der Null-Linie schaltete die Ampel von Grün auf Rot. Sobald der Teilnehmer das rote Lichtsignal erkannte, musste er so schnell wie möglich nach links in die Mitte der Gasse fahren. Er führte dabei einen Spurversatz von 3,5 Metern durch, wie es in einer Notsituation erforderlich gewesen wäre (Ausweichmanöver).

Dabei sollte auf keinen Fall gebremst, lediglich Gas weggenommen werden. Ob er bei diesem Vorgang die Kupplung zog oder nicht, blieb ihm selbst überlassen. Nach dem Spurversatz wurde direkt weitergefahren, es wurde nicht angehalten.

→ *Anhand dieser Fahraufgabe erhalten wir Aussagen darüber, wie viel Strecke für einen Spurversatz von 3,5 Meter von unterschiedlichen Fahrern auf unterschiedlichen Motorradtypen bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten benötigt wird, um ungebremst einem Hindernis ausweichen zu können.*

3. Vollbremsung mit gleichzeitigem Spurversatz bis zum Stillstand aus 50, 70 und 100 km/h

Der Teilnehmer fuhr mit entsprechendem Tempo auf das rechte Tor B zu. Hierbei hatte er vor allem auf die Ampel zu achten. Auf Höhe der Null-Linie schaltete die Ampel von Grün auf Rot. Sobald der Teilnehmer das rote Lichtsignal erkannte, musste er so schnell es geht verzögern und dabei gleichzeitig einen Spurversatz nach links vollziehen (in Richtung der Gasse). Bei dieser Aufgabe ging es also um eine „Vollbremsung“ bis zum Stillstand mit gleichzeitigem Spurversatz nach links.

Wichtig dabei: Es ging nicht darum in die Gasse zu kommen, sondern nur so weit nach links wie möglich.

ifz-Mitarbeiter protokollieren die Länge des Anhaltewegs sowie das Maß für den erreichten Spurversatz nach links.

→ *Anhand dieser Fahraufgabe erhalten wir Aussagen darüber, wie viel Strecke für eine Vollbremsung mit gleichzeitigem Spurversatz von unterschiedlichen Fahrern auf unterschiedlichen Motorradtypen bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten benötigt wird. Ebenso bekommen wir eine Aussage darüber, wie hoch der Spurversatz in Abhängigkeit zur Geschwindigkeit beim Verzögern ausfallen kann.*

Instruktion der Teilnehmer

Bis zum Eintreffen auf dem Testgelände wussten die Teilnehmer noch nicht, worum es bei unseren Fahraufgaben ging. Im Vorfeld wurden keinerlei Informationen zum Prozedere bekannt gegeben. Der Hintergrund dieser Maßnahme bestand darin, dass die Teilnehmer keine Gelegenheit haben sollten, die spezifischen Fahraufgaben zu trainieren.

Um vor Ort effektiv vorgehen zu können, mussten die Teilnehmer selbstverständlich entsprechend eingewiesen werden. Nachdem ein Teilnehmer das Test-Areal erreichte, wurde er zunächst von unseren Mitarbeitern in einem Seminarraum hinsichtlich der Fahraufgaben instruiert. Dabei behilflich war eine Informationsmappe mit allen Handlungsanweisungen. Jede Fahraufgabe wurde hier detailliert in Bild und Text beschrieben, ergänzend wurden Informationen zum Thema „Bremsen“ allgemein geliefert. Dazu hatten die Teilnehmer die Gelegenheit ein eigens dafür erstelltes Video mit Erklärungen zu jeder Fahraufgabe anzuschauen.

Nach der theoretischen Vorbereitung begann der praktische Teil auf dem weiter abseits gelegenen Test-Areal. Jeder Teilnehmer war während der Fahraufgaben mit Kopfhörern ausgestattet und per Funk mit einem unserer Mitarbeiter verbunden, so dass ihm jederzeit genau gesagt werden konnte, was zu tun ist.

Wiederholt wurde dem Teilnehmer mitgeteilt, dass die Sicherheit bei den Fahrversuchen immer oberstes Gebot sei, sich niemand überschätzen und er sich stets im Rahmen seiner Möglichkeiten verhalten solle. Alle Fahraufgaben im Rahmen dieser Studie waren selbstverständlich freiwillig. Sollte den Teilnehmern etwas nicht gefallen bzw. eine Aufgabe nicht in Frage kommen, konnte jederzeit abgebrochen oder zur nächsten Aufgabe übergegangen werden.

2.5 Teilnehmer

Beginnend im März 2016 wurden Motorradfahrer auf der Dortmunder Messe „MOTORRÄDER 2016“ hinsichtlich ihrer aktiven Teilnahme an der Studie akquiriert. Darüber hinaus bestand die Möglichkeit auf die entsprechende Ausschreibung auf der ifz-Webseite zu reagieren. Zahlreiche Interessierte hatten sich für die Teilnahme beworben, letztendlich konnten unter Einbezug zeitlicher und örtlicher Einschränkungen 103 Motorradfahrer zur Teilnahme eingeladen werden.

103 Motorradfahrer haben an mehreren Terminen im Juni und Juli 2016 an der ifz-Studie teilgenommen. Ausgewertet wurden die Daten von 101 Teilnehmern.

Das Kollektiv der Teilnehmer besteht zu 87,1 Prozent aus männlichen und 12,9 Prozent aus weiblichen Personen. Der geschlechtsspezifische Anteil entspricht damit etwa dem Anteil der weiblichen Halter am Gesamtbestand an Krafträdern in Deutschland (13,4% am 1. Januar 2016)⁸

Die Spannweite des Alters der Teilnehmer beträgt 53 Jahre. Beginnend mit einem Alter von 17 Jahren bis zu einem Alter von 70 Jahren. Die Altersklasse der über 50-Jährigen dominiert mit 55,4 Prozent.

Einen weiteren Großteil stellen die 40- bis 49-Jährigen mit 26,7 Prozent, gefolgt von den 30- bis 39-Jährigen mit einem Anteil von 9,9 Prozent.

Im Mittel betrug das Alter der Befragten 48,7 Jahre (arithmetischer Mittelwert) und passt damit zum derzeitigen Durchschnittsalter der Motorradhalter in Deutschland von ca. 49 Jahren⁹.

Die Teilnehmer fuhren im Durchschnitt (arithmetischer Mittelwert) seit 27 Jahren Motorrad, teilweise mit Unterbrechung. Der Großteil nutzte das Motorrad überwiegend in der Freizeit (71,3 %). Im Alltag bewegten 15,9 Prozent der Teilnehmer ihr Motorrad. 10,9 Prozent nutzten das Motorrad im Alltag als auch in der Freizeit, keine Angabe dazu lieferten 1,9 Prozent.

73 der 101 Motorräder waren mit ABS ausgestattet, was einem Anteil von 72,3 Prozent entspricht. Die übrigen Teilnehmer (28 = 27,7 %) hatten die Fahraufgaben ohne die Unterstützung dieses Fahrerassistenzsystems absolviert.

⁸ Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt (KBA), Flensburg

⁹ Quelle: Destatis, 2014, Wiesbaden

3 Auswertung

3.1 Ergebnisse Bremsvermögen

Abbildung 14 zeigt die Ergebnisse von 101 Teilnehmern der ersten Fahraufgabe „Vollbremsung bis zum Stillstand aus 50, 70 und 100 km/h“ (siehe Kap. 2.4). Innerhalb der jeweiligen Geschwindigkeitsbereiche 50, 70 und 100 km/h sind deutliche Streuungen auszumachen. Dies nicht nur mit Blick auf die erreichten Anhaltewege, sondern auch auf die gefahrenen Geschwindigkeiten. Dies begründet sich darin, dass es den Teilnehmern kaum gelang, den Bremsvorgang mit exakt 50, 70 oder 100 km/h zu beginnen. Vorzeitige Gaswegnahme, Tachoabweichungen und natürlich auch die Konzentration auf die Ampel spielen hierbei die zentralen Rollen. Die Geschwindigkeitsauswertungen des Datenrekorders zeigten, dass beispielsweise für die Bremsungen aus 50 km/h die tatsächliche Geschwindigkeit zwischen 38 und 61 km/h lagen. Die erreichten Anhaltewege dabei lagen zwischen 13,7 und 30,0 m. Gleiche Streubreiten zeigten sich bei den weiteren Fahraufgaben zu 2. und zu 3.

Deutlich ist zu erkennen, dass die interindividuelle Streuung der Ergebnisse sowohl mit Blick auf die Anhaltewege als auch auf die gefahrene Geschwindigkeit mit zunehmender Geschwindigkeit deutlich zunimmt.

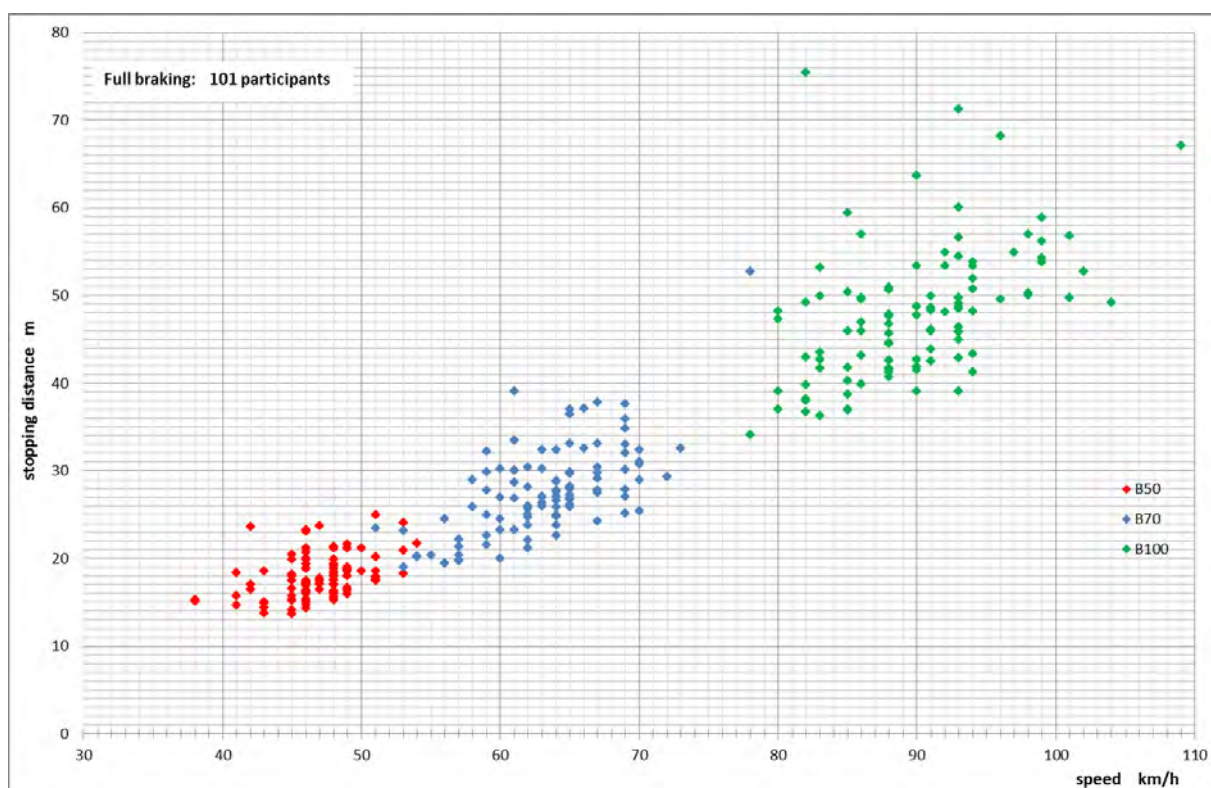


Abb. 14. Bremsergebnisse aller Teilnehmer bei 50, 70 und 100 km/h

Um die verschiedenen Ergebnisse der Teilnehmer vergleichen zu können, wurden die ermittelten Daten eines jeden Teilnehmers mit Hilfe einer Regressionsanalyse hinsichtlich der festgelegten Ausgangsgeschwindigkeiten umgerechnet (Abb. 15).

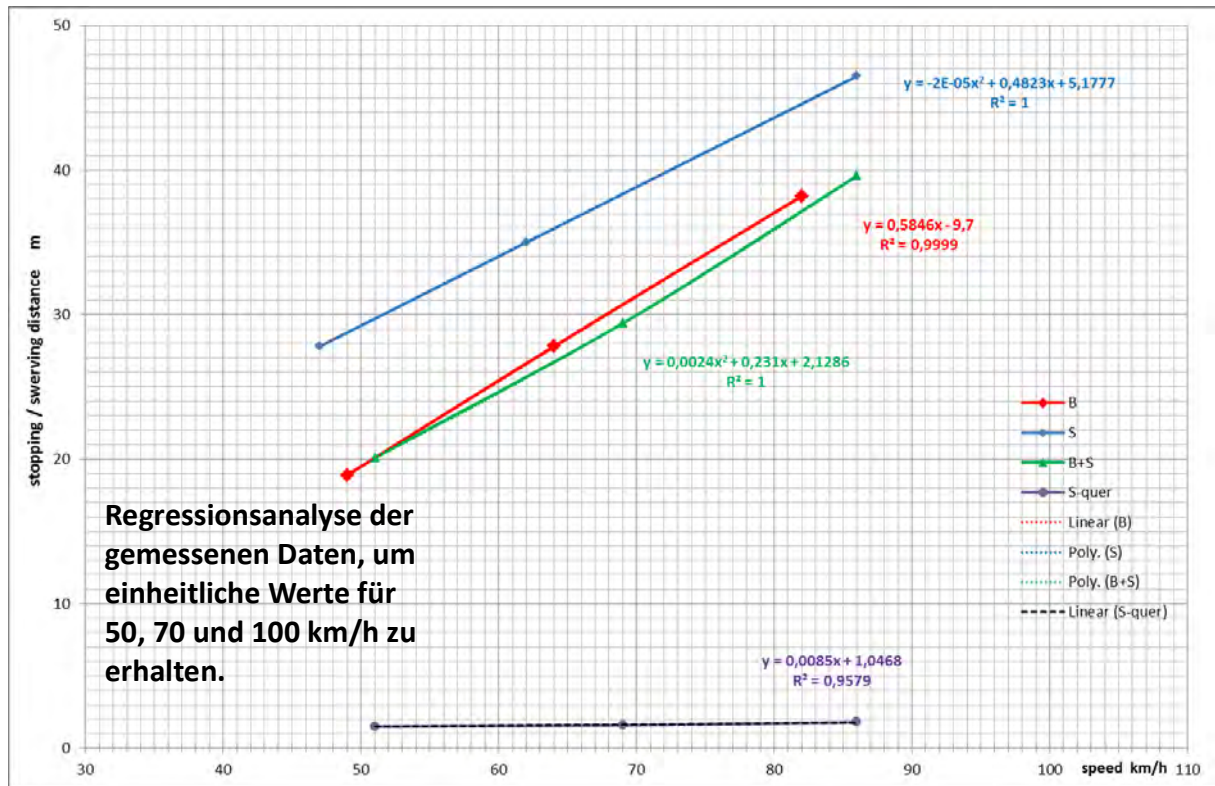


Abb. 15. Beispiel für eine Regressionsanalyse eines Teilnehmers

In Abbildung 15 entspricht die rote Kurve der „Vollbremsung bis zum Stillstand“, die blaue Kurve dem „3,5-Meter Spurversatz“, die grüne Kurve dem Anhalteweg bei der „Vollbremsung mit gleichzeitigem Spurversatz“ und die schwarze Kurve dem dabei erreichten seitlichen Spurversatz. Anhand der ermittelten Regressionsgleichungen (siehe Abb. 15), die alle einen sehr hohen Korrelationskoeffizienten besaßen, wurden die Anhalte- und Ausweichwege bei 50, 70 und 100 km/h berechnet. Auch kam es vor, dass eine Aussage bei 100 km/h wegen der zu gering gefahrenen Geschwindigkeit und der uneinheitlichen Punkteverteilung innerhalb der Kurve nicht möglich war. Diese Daten blieben somit unberücksichtigt.

Welche Differenzen sich in den Anhaltewegen bei der „Vollbremsung bis zum Stillstand“ ermitteln ließen, zeigt Tabelle 1.

Tab. 1. Normierte Minima und Maxima der Bremsergebnisse

	50 km/h	70 km/h	100 km/h
Kürzester Anhalteweg	15,9 m	25,2 m	42,7 m
Längster Anhalteweg	30,1 m	46,7 m	83,6 m
Differenz	14,2 m	21,5 m	40,9 m

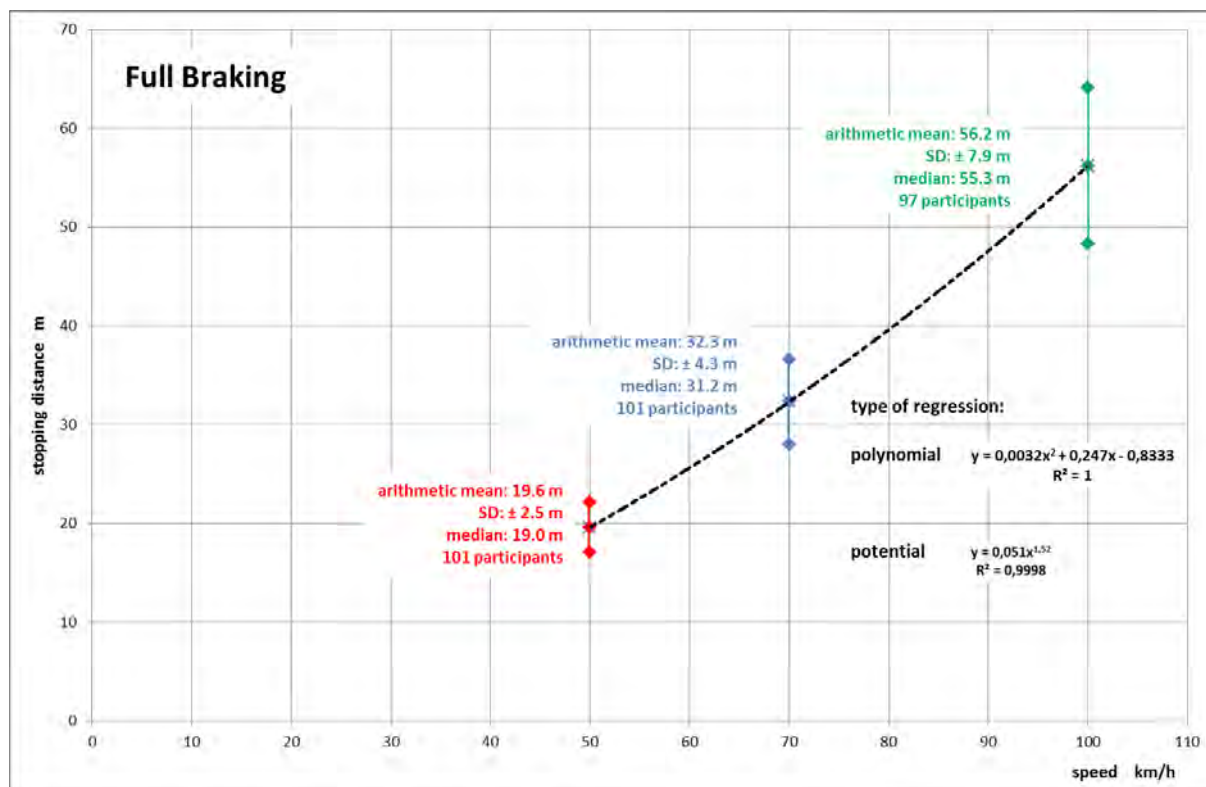


Abb. 16. Normierte Mittelwerte der Bremsergebnisse bei 50, 70 und 100 km/h

Entsprechend Abbildung 16 liegen die arithmetischen Mittelwerte und Mediane eng beieinander. Um die Ergebnisse hinsichtlich der ermittelten Anhaltewege nicht zu übertreiben, beziehen wir uns im Weiteren in erster Linie auf das arithmetische Mittel, was bei allen drei Geschwindigkeiten den längeren durchschnittlichen Anhalteweg ermittelt.

Wie die Abbildung 17 veranschaulicht, ist der Anhalteweg die Strecke, die vom Erkennen einer Gefahr bis zum Stillstand benötigt wird. Die Faustformel für den Anhalteweg bei einer Gefahrenbrem-

sung, die den Berechnungen des theoretischen und praktischen Prüfungsstoffs der Führerscheinprüfung zugrunde liegt, kommt bei 100 km/h auf 80 Meter und berechnet sich folgendermaßen¹⁰:

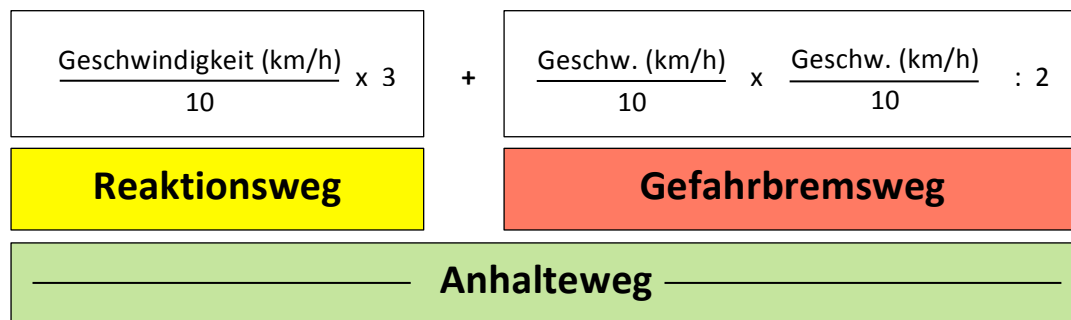


Abb. 17. Schema „Anhalteweg“

Die Werte der aktuell ermittelten Anhaltewege unserer Fahrversuche liegen deutlich unterhalb der theoretischen Werte. Als Gemeinsamkeit von Theorie und Praxis kann festgehalten werden, dass sich bei einer Verdopplung der Geschwindigkeit der Anhalteweg bei Gefahrbremsungen in etwa verdreifacht.

Wie in den Ausführungen zum Versuchsaufbau geschildert wurde, beinhalten die gemessenen Anhaltewege die Reaktionszeiten der Teilnehmer, so wie es in realen Situationen auch der Fall wäre. Anzumerken ist dazu, dass die Teilnehmer durch den Einsatz des Ampelsignals wussten, wann sie zu reagieren hatten, wodurch sich gegebenenfalls in unseren Versuchen kürzere Reaktionszeiten zeigten.

Die Ergebnisse lassen ebenfalls erkennen, dass sich bei den Bremsungen die Standardabweichungen mit zunehmender Geschwindigkeit vergrößern. Dies ist ein Indiz dafür, dass die Bremsmanöver bei höherem Tempo für die Teilnehmer schwieriger wurden. Ergo: Je schwieriger die Aufgabenstellung beim Bremsen, desto größer sind die Unterschiede im Ergebnis.

Wie bereits unter 2.5 beschrieben, sind die Fahrzeuge von 73 Teilnehmern mit einem blockiergeschützten Bremssystem (ABS) ausgestattet. 28 Teilnehmer dagegen bewegen ein motorisiertes Zweirad ohne ABS. Abbildung 18 zeigt die Auswirkungen der verschiedenen Bremssysteme auf die erzielten Anhaltewege.

¹⁰ Quelle: Begleitbuch „Fahren lernen“ – Grundwissen für alle Klassen, Zusatzwissen für die Klassen B, BE, L, M und S; Verlag Heinrich Vogel, München 2012

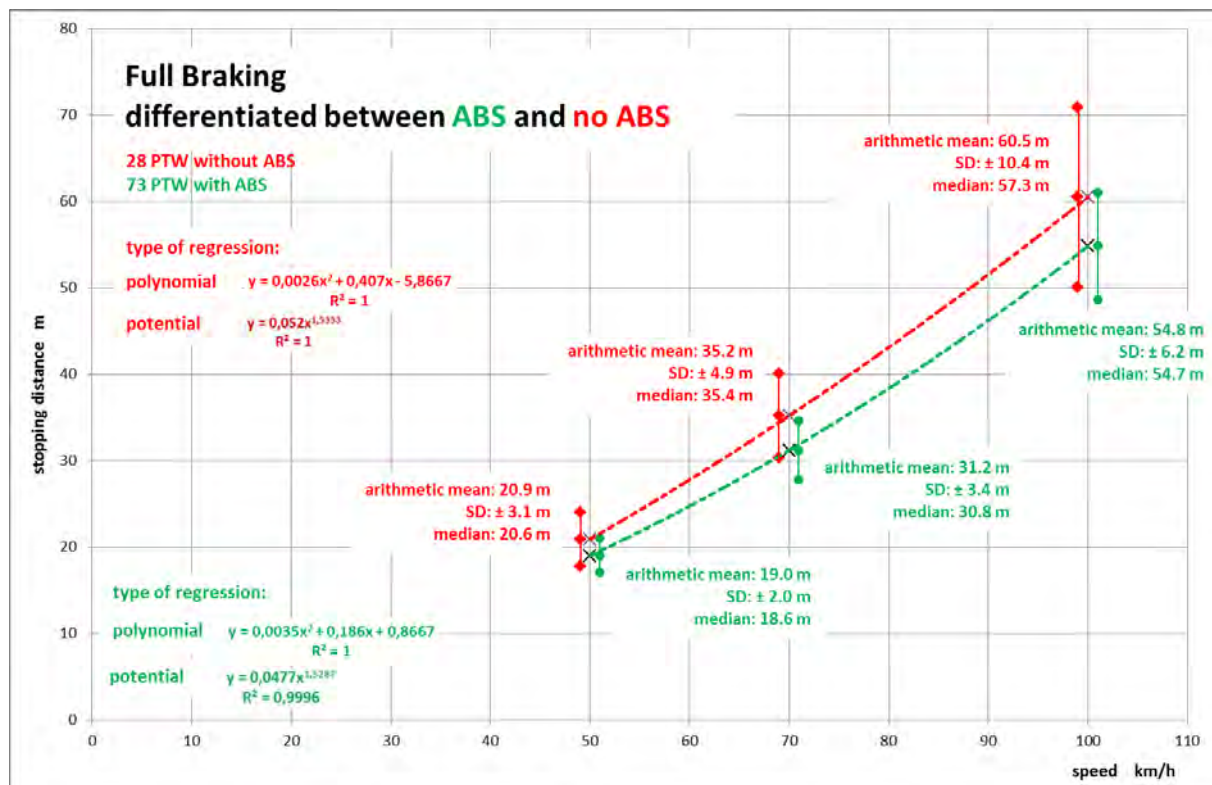


Abb. 18. Bremsergebnisse mit und ohne ABS

Die jeweiligen arithmetischen Mittel der Anhaltewege stellen sich demnach wie folgt dar:

Tab. 2. Bremsergebnisse mit und ohne ABS

	Meter bei 50 km/h	Meter bei 70 km/h	Meter bei 100 km/h
Mit ABS	19,0	31,2	54,8
Ohne ABS	20,9	35,2	60,5
Differenz	1,9	4,0	5,7

Die Resultate überraschen nicht. ABS ermöglicht den Teilnehmern kürzere Anhaltewege. Es ist bekannt, dass die meisten Fahrer bessere Anhaltewege erzielen können, wenn ihr Fahrzeug mit ABS ausgestattet ist. Auch hier zeigt sich, dass mit schwerer werdender Aufgabenstellung in Form der höheren Geschwindigkeit die Unterschiede zwischen den Teilnehmern mit und ohne ABS hinsichtlich ihrer erzielten Anhaltewege zunehmen.

Ergänzend liefert die Abbildung 19 Mittelwerte der mittleren Bremsverzögerungen für den Vergleich der Bremswege mit und ohne ABS.

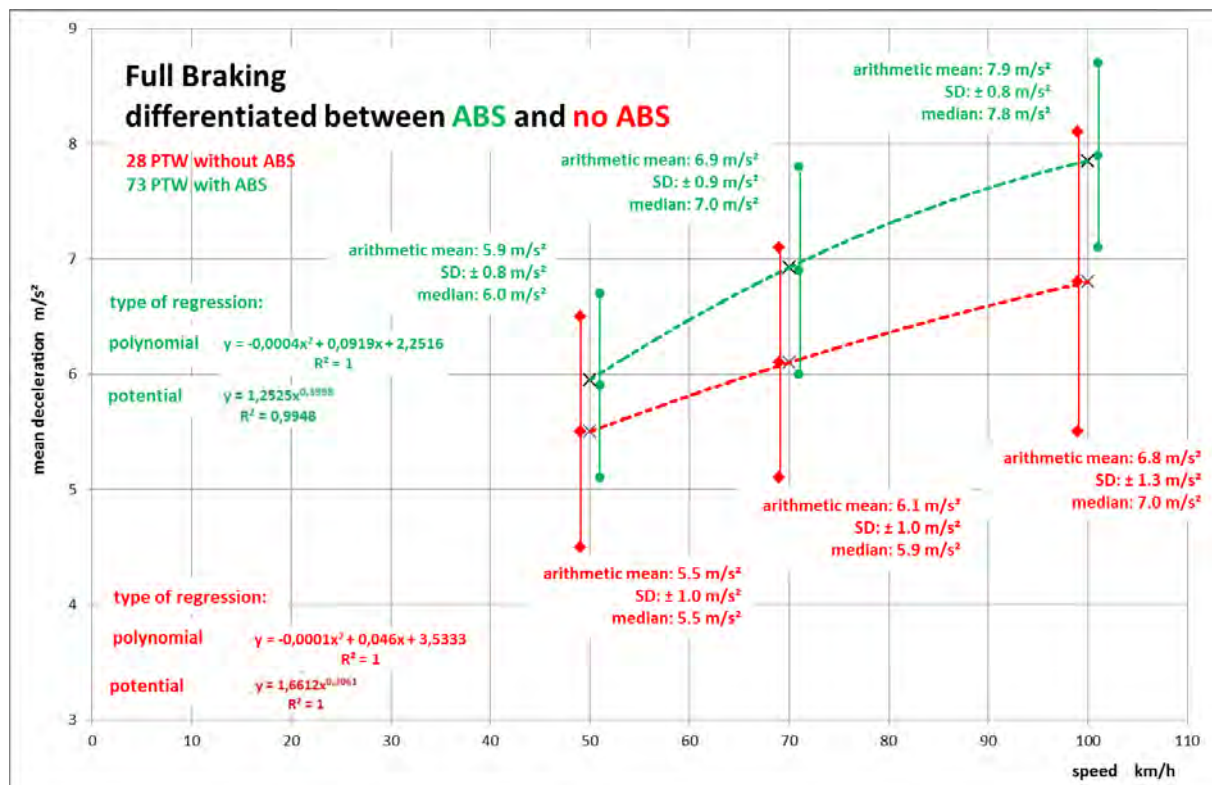


Abb. 19. Mittlere Bremsverzögerungen mit und ohne ABS (ohne Reaktionsweg)

Da wir in unseren Versuchen die Anhaltewege gemessen haben, mussten für die Auswertung der mittleren Bremsverzögerung die jeweiligen Reaktionszeiten herausgerechnet werden. Da die Teilnehmer auf eine Ampel reagiert haben und auch wussten, wann und wo die Ampel zum Einsatz kommt, haben wir die Reaktionszeiten mit 0,21 Sekunden sehr kurz angesetzt. Hierdurch wurden die Anhaltewege bei 50 km/h um 3 Meter, bei 70 km/h um 4 Meter und bei 100 km/h um 6 Meter gekürzt, um auf die Gefahrenbremswege schließen zu können.

Durch dieses Vorgehen fallen die mittleren Bremsverzögerungen im Durchschnitt geringer aus, weshalb der Anteil des benötigten Bremsweges vom Anhalteweg größer wird. Bei der späteren Betrachtung möglicher Aufprallsituationen am Ende einer Bremsung führen die geringeren Bremsverzögerungen wiederum zu höheren Kollisionsgeschwindigkeiten. Dies bietet den Vorteil hier eher nachteilige Situationen zu betrachten als beschönigte. Von daher beziehen wir uns also auf das „Worst-Case-Szenario“.

Die jeweiligen arithmetischen Mittel der mittleren Bremsverzögerungen stellen sich wie folgt dar:

Tab. 3. Mittlere Bremsverzögerungen mit und ohne ABS (ohne Reaktionsweg)

	m/s ² bei 50 km/h	m/s ² bei 70 km/h	m/s ² bei 100 km/h
Mit ABS	5,9	6,9	7,9
Ohne ABS	5,5	6,1	6,8
Differenz	0,4	0,8	1,1

Tabelle 3 zeigt uns eine zunehmende mittlere Bremsverzögerung mit zunehmender Geschwindigkeit.

3.2 Ergebnisse Spurversatz

Die Ergebnisse der zweiten Fahraufgabe „3,5-Meter Spurversatz ohne dabei zu bremsen aus 50, 70 und 100 km/h“ (siehe Kap. 2.4) liefert die Abbildung 20. Die Ergebnisse zeigen auf, wie viel Strecke in Metern die Teilnehmer für einen Spurversatz von 3,5 Meter (nach links) bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten benötigten.

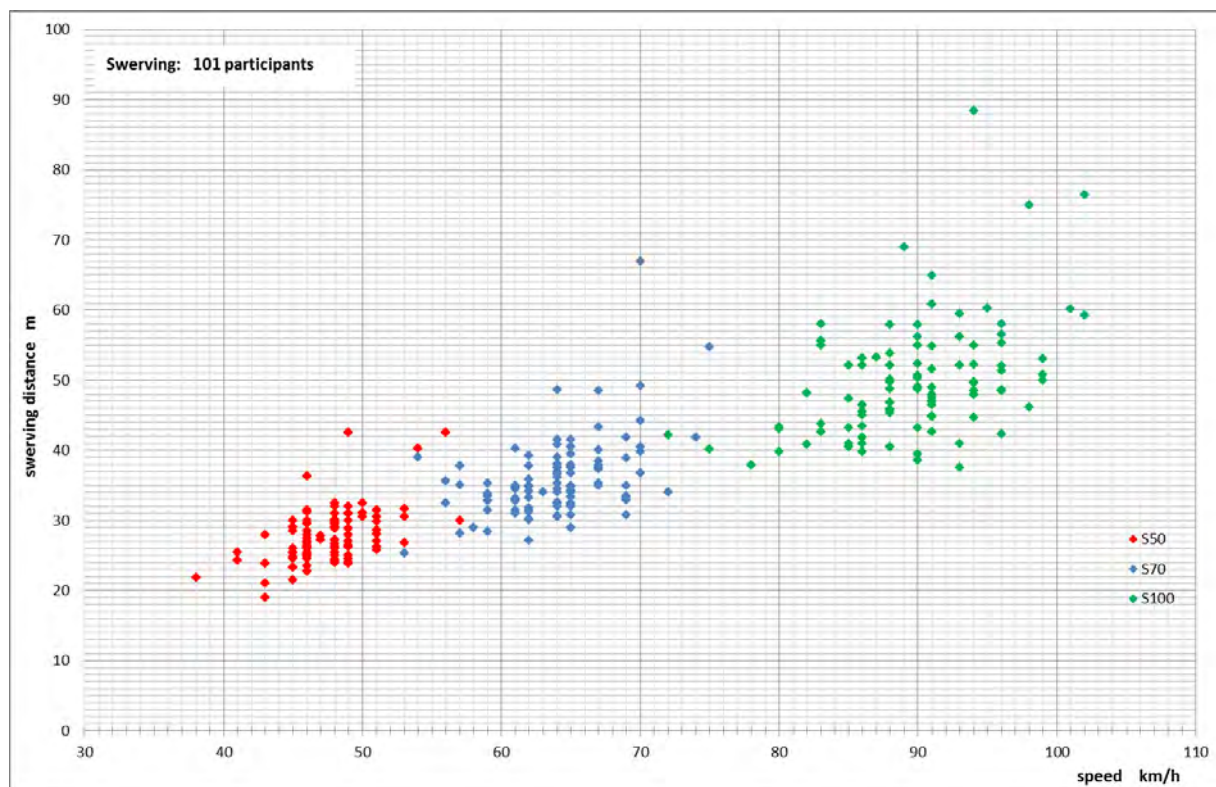


Abb. 20. Benötigte Strecken für den 3,5-Meter-Spurversatz bei 50, 70 und 100 km/h

Innerhalb der jeweiligen Geschwindigkeitsbereiche 50, 70 und 100 km/h sind – wie bei den Ergebnissen der Bremsungen auch – deutliche interindividuelle Streuungen unter den 101 Teilnehmern auszumachen, weshalb auch hier die Werte mit Hilfe der zuvor beschriebenen Regressionsanalyse normiert wurden. Diese Ergebnisse sind in Abbildung 23 festgehalten.



Abb. 21. Spurversatz 3,5 m



Abb. 22. Erreichen der Gassenmitte

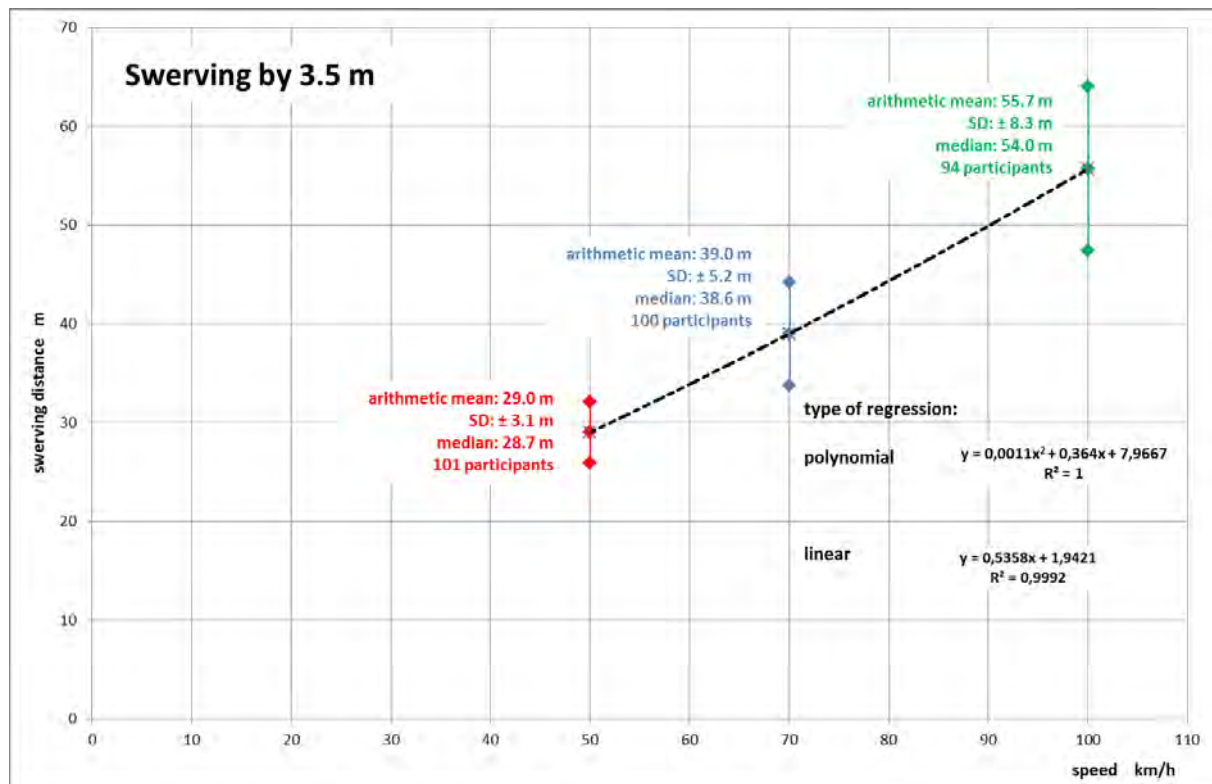


Abb. 23. Normierte Mittelwerte für benötigte Ausweichwege des 3,5-Meter-Spurversatzes

Welche Differenzen sich in den Ausweichwegen ermitteln ließen, zeigt Tabelle 4.

Tab. 4. Normierte Minima und Maxima der Ausweichwege (Spurversatz 3,5 m)

	50 km/h	70 km/h	100 km/h
Kürzester Ausweichweg	23,2 m	30,0 m	39,1 m
Längster Ausweichweg	40,3 m	67,0 m	82,1 m
Differenz	17,1 m	37,0 m	43,0 m

Die jeweiligen arithmetischen Mittelwerte der Spurversatzstrecken stellen sich wie folgt dar:

Tab. 5. Normierte Mittelwerte für die benötigten Strecken des 3,5-Meter-Spurversatzes

	50 km/h	70 km/h	100 km/h
Strecke Spurversatz	29,0 m	39,0 m	55,7 m

3.3 Vergleich „Bremsvermögen und Spurversatz“

Abbildung 24 veranschaulicht im direkten Vergleich die benötigten Strecken für die Anhaltewege und die Spurversätze aus den drei verschiedenen Geschwindigkeiten. Wie zu erkennen ist, erzielen die Teilnehmer bis zu einer Geschwindigkeit von annähernd 100 km/h beim Bremsen im Mittel die kürzeren Wege als beim Ausweichen. Beim schnellen Ausweichen, um das es hier geht, zeigten viele Teilnehmer deutliche Schwächen (vgl. hierzu Tab. 4).

Beobachtungen bei der Durchführung der Fahraufgaben zufolge, hatten viele Teilnehmer beim Spurversatz Schwierigkeiten einen gezielten Lenkimpuls setzen zu können. Der Lenkimpuls ist das kurzzeitige Lenken in die entgegengesetzte Richtung zu Beginn des Spurversatzes, um das Motorrad in die gewünschte Schräglage zu bringen. Obwohl der Lenkimpuls beim Einleiten jeder Kurvenfahrt und damit auch bei jedem Ausweichmanöver (Spurversatz) immer im Spiel ist, kann er bewusst oder auch unbewusst gesetzt werden. Wird er bewusst und gezielt eingesetzt, kann er den Spurversatz beschleunigen, was darauf schließen lässt, dass die meisten Teilnehmer den Lenkimpuls unbewusst einsetzen.

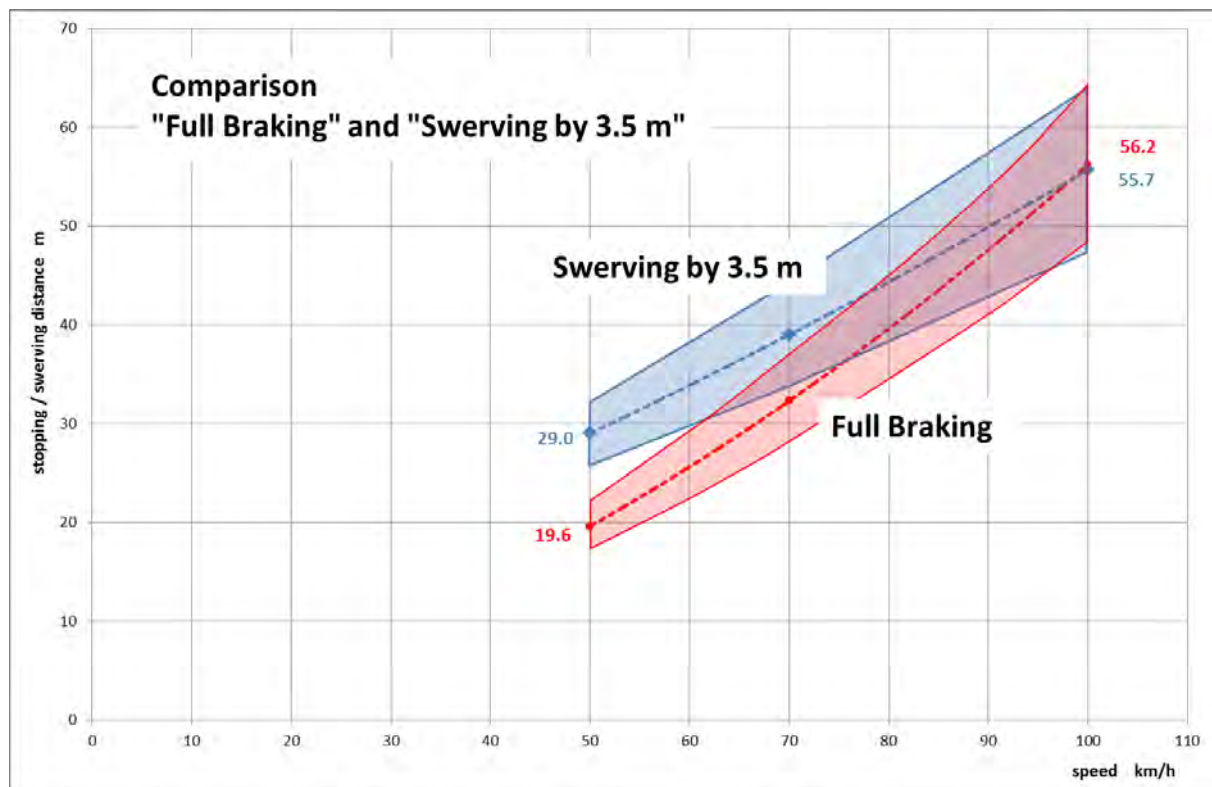


Abb. 24. Vergleich: Anhaltewege und benötigte Strecken des 3,5-Meter-Spurversatzes

Tab. 6. Vergleich: Anhaltewege und Ausweichwege des 3,5-Meter-Spurversatzes

	50 km/h	70 km/h	100 km/h
Anhalteweg	19,6 m	32,3 m	56,2 m
Ausweichweg	29,0 m	39,0 m	55,7 m
Differenz	9,4 m	6,7 m	0,5 m

Die Entwicklung der Differenzen zwischen benötigtem Anhalteweg und Spurversatz gemäß Tabelle 6 belegt klar, dass mit zunehmender Geschwindigkeit das Ausweichen an Bedeutung gewinnt.

68 Prozent der Teilnehmer auf Motorrädern ohne ABS erzielen bis zu einer Geschwindigkeit von 77 km/h kürzere Wege durch das Bremsen. Ab einer Geschwindigkeit von 78 km/h ist dann im direkten Vergleich der Spurversatz bzw. das Ausweichen vorteilhafter (Abb. 25).

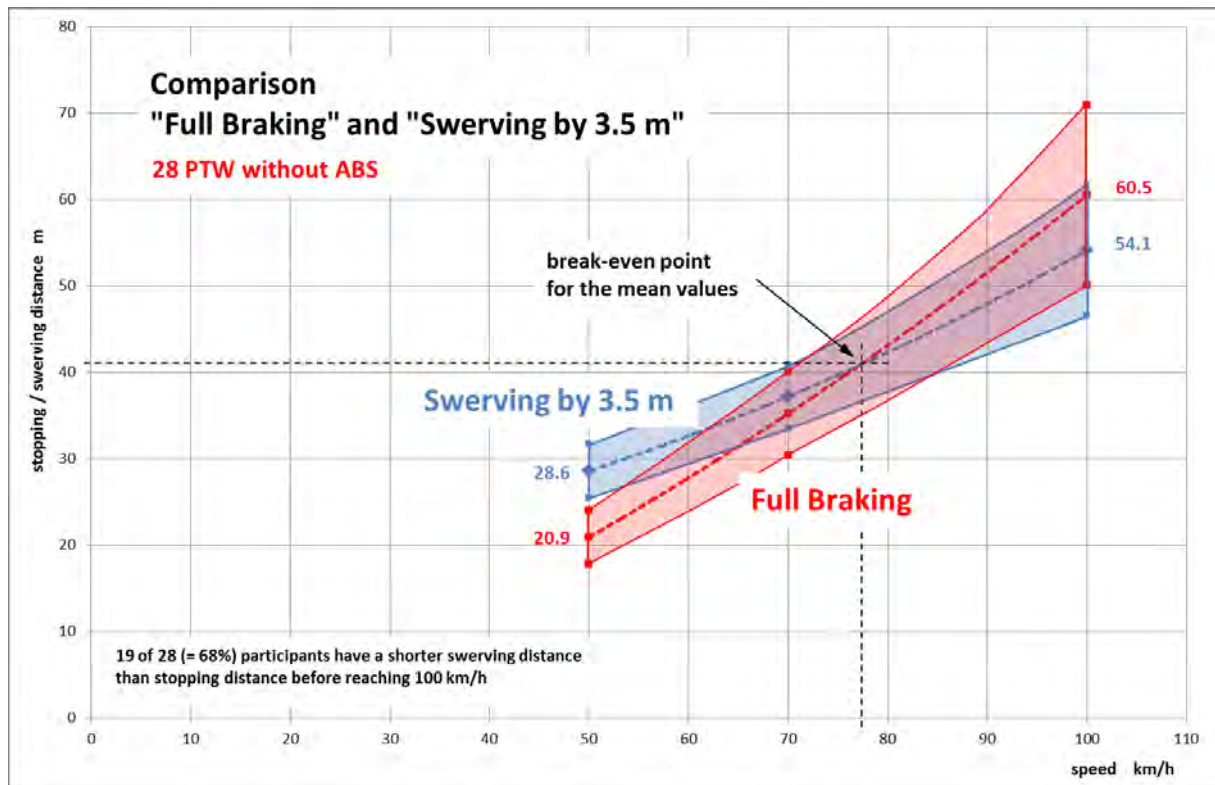


Abb. 25. Vergleich: Anhalteweg ohne ABS – Spurversatz

Die Nutzenschwelle (break-even point) zwischen Bremsung ohne ABS und Spurversatz liegt also bei einer Geschwindigkeit von 77 km/h. Der Anhalteweg und auch die benötigte Strecke für den 3,5-Meter-Spurversatz liegen somit bei ca. 41 Metern. Ab hier wird bei höherer Geschwindigkeit mehr Strecke für das Bremsmanöver benötigt als für den Spurversatz.

Bei den Teilnehmern auf Motorrädern mit ABS sieht es hingegen anders aus. Hier dominieren die kürzeren Anhaltewege bis zu einer Geschwindigkeit von 100 km/h (Abb. 26).

Dies dürfte unter anderem darin begründet sein, dass die Länge des Anhalteweges u. a. davon abhängt, wie schnell eine hohe Bremsverzögerung nach dem Bremsbeginn aufgebaut wird. Die meisten Fahrer verzögern jedoch direkt nach Bremsbeginn nicht stark genug, zum Beispiel aus Angst vor einer Vorderradblockade. Dadurch verlängert sich der Anhalteweg deutlich. Die anfänglich nicht genutzten Meter Bremsweg lassen sich auch durch stärkeres Bremsen hinterher nicht mehr kompensieren. Dieses Verhalten ist bei den Nutzern von Motorrädern ohne ABS stärker ausgeprägt. Fahrer mit der Unterstützung von ABS bauen schneller eine höhere Verzögerung auf, was sich letztendlich in einem kürzeren Anhalteweg widerspiegelt.

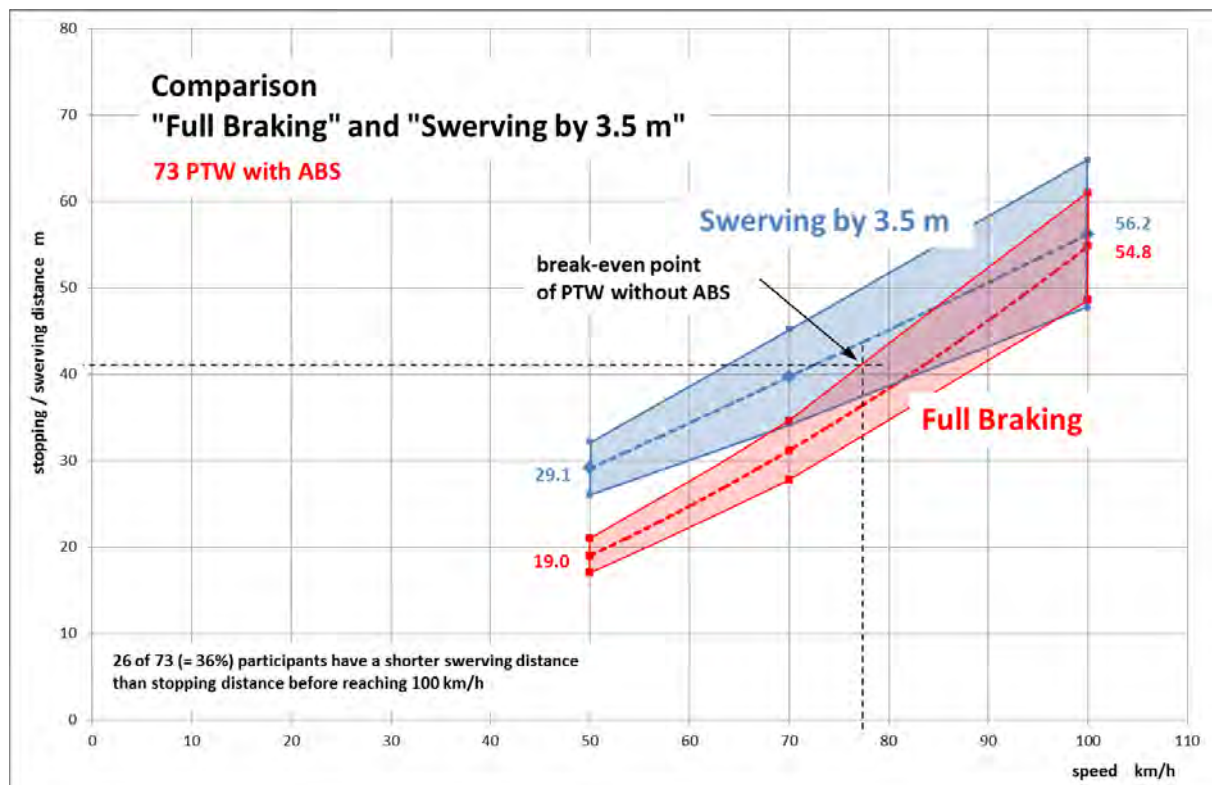


Abb. 26. Vergleich: Anhalteweg mit ABS – Spurversatz

Auch die Bezugnahme auf die Auswertungen der Unfalldatenbank GIDAS¹ bestätigt, dass der Geschwindigkeitsabbau in Notsituationen unumgänglich ist. Dem zufolge stehen Motorradfahrern bei Unfällen laut GIDAS von der Reaktion bis zur Kollision im Mittel die folgenden Wege zur Verfügung:

Innerhalb geschlossener Ortschaften: 19,4 Meter

Außerhalb geschlossener Ortschaften: 36,9 Meter

Bezugnehmend auf unsere Teilnehmer-Ergebnisse hinsichtlich der mittleren Anhalte- und Ausweichwege, ergeben sich die folgenden Geschwindigkeiten passend zu diesen GIDAS-Werten:

Innerhalb geschlossener Ortschaften benötigten die Teilnehmer 19,4 Meter

... für den Anhalteweg bei einer Geschwindigkeit von 50 km/h

... für den Ausweichweg bei einer Geschwindigkeit von 32 km/h

Außerhalb geschlossener Ortschaften benötigten die Teilnehmer 36,9 Meter

... für den Anhalteweg bei einer Geschwindigkeit von 76 km/h

... für den Ausweichweg bei einer Geschwindigkeit von 65 km/h

Es bleibt festzuhalten, dass sowohl innerhalb als auch außerhalb von Ortschaften die Anhaltewege stets kürzer sind, wenn es um die durchschnittlichen Wege geht, die Motorradfahrern bis zu einer Kollision zur Verfügung stehen.

3.4 Bremsvermögen bei gleichzeitigem Spurversatz

Zur Erinnerung: Es geht darum, schnellstmöglich zum Stehen zu kommen und dabei – also gleichzeitig – einen maximalen Spurversatz nach links durchzuführen. Zwei verschiedene Werte wurden nach dem Absolvieren dieser Fahraufgabe festgehalten: Zum einen der benötigte Anhalteweg bei der jeweils gefahrenen Geschwindigkeit, zum anderen die Länge des dabei erzielten Spurversatzes nach links.

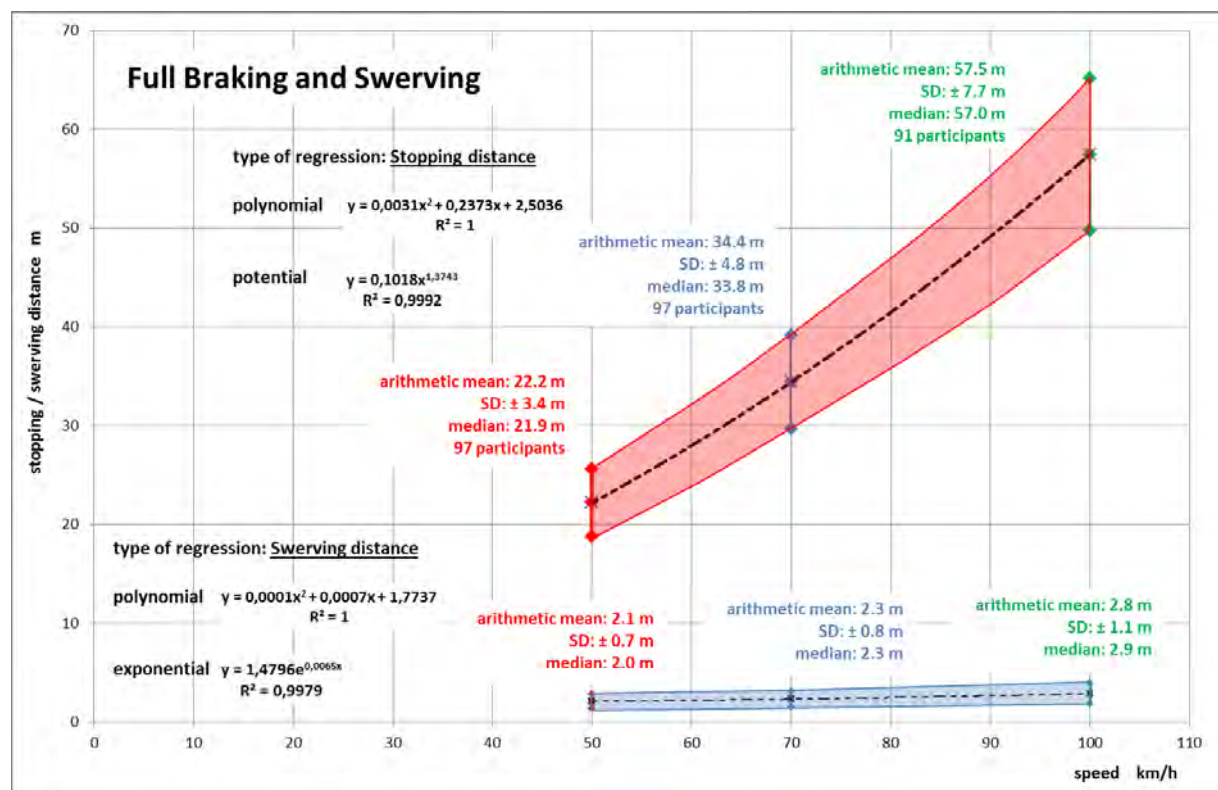


Abb. 27. Normierte Mittelwerte für Vollbremsungen inkl. Spurversatz

Im Vergleich zu den Anhaltewegen ohne gleichzeitigen Spurversatz (s. 3.1) fallen die arithmetischen Mittelwerte der Anhaltewege bei dieser Fahraufgabe bei jeder Geschwindigkeit etwas höher aus. Die Differenz der beiden Anhaltewege – ohne und mit Spurversatz – nimmt mit steigender Geschwindigkeit von 2,6 m (bei 50 km/h) bis zu 1,3 m (bei 100 km/h) ab. Die Mittelwerte der dabei erreichten Spurversätze liegen je nach Geschwindigkeit zwischen 2,1 und 2,8 Metern. Abbildung 28 kombiniert die Ergebnisse der verschiedenen Bremsungen (Fahraufgabe 1 und 3).

Auf den ersten Blick zeigt sich eine relativ große Streuung der Einzelergebnisse der Teilnehmer. Aber auch hier zeichnen sich für die jeweiligen Geschwindigkeiten Häufungen ab, die zu interessanten Aussagen führen.

Für die Ergebnisdarstellung wurde zunächst die Differenz der beiden normierten (mit einheitlicher Geschwindigkeit 50, 70 und 100 km/h), benötigten Anhaltewege eines jeden Teilnehmers aus der Fahraufgabe 1 (nur Bremsung) und Fahraufgabe 3 (Bremsung + Spurversatz) gebildet. Dies ergab einen positiven oder negativen Wert. Positiv dann, wenn ein kürzerer Anhalteweg bei Fahraufgabe 3 erzielt wurde als in Fahraufgabe 1. Dies war bei 16,5 Prozent der Teilnehmer der Fall ($n = 97$). Bei dem Großteil der Fahrer von 83,5 Prozent war der Anhalteweg aus Fahraufgabe 3 länger als der aus Fahraufgabe 1. Wir erhalten hier einen negativen Wert. Die x-Achse der Grafik liefert uns also eine Aussage darüber, ob der jeweilige Teilnehmer bei der Durchführung der Fahraufgabe 3 mehr oder weniger Weg zum Bremsen benötigt hat als bei der Einzelbremsung in Fahraufgabe 1 (\rightarrow variance of stopping distance: vsd). Die Mittelwerte der Differenzen der erzielten Anhaltewege befinden sich bei allen drei Geschwindigkeiten jeweils im Bereich links der Null-Linie. Es wurde somit im Mittel jeweils ein etwas längerer Anhalteweg bei der Fahraufgabe 3 benötigt.

Die y-Achse liefert uns den Wert für den erreichten Spurversatz (\rightarrow swerving distance: swd) während der Bremsung von Fahraufgabe 3.

Darüber hinaus wurden für die drei Geschwindigkeiten 50, 70 und 100 km/h die Bereiche um die Mittelwerte plus/minus Standardabweichung farblich gekennzeichnet.

Dabei bleibt folgende interessante Erkenntnis festzuhalten: Trotz eines leicht verlängerten Anhalteweges, der je nach Geschwindigkeit zwischen 2,6 m und 1,3 m länger ist (vsd), kann dabei im Mittel ein Spurversatz zwischen 2,1 m und 2,8 m erzielt werden (swd).

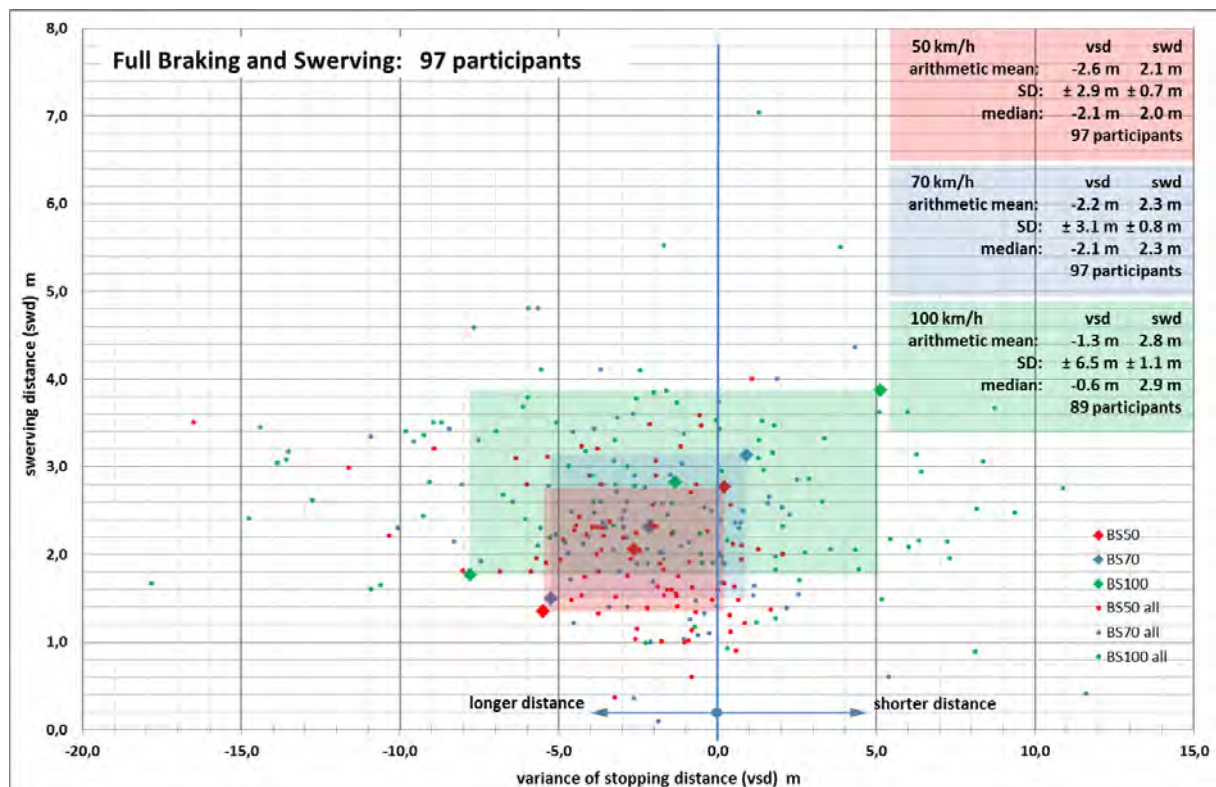


Abb. 28. Vergleich: Vollbremsung und Vollbremsung mit gleichzeitigem Spurversatz

Dies bedeutet zwar einen etwas längeren Anhalteweg, dafür aber einen relativ großen Spurversatz:

Tab. 7. Ergebnisse Bremsung und Spurversatz gleichzeitig

	50 km/h	70 km/h	100 km/h
vsd	-2,6 m	- 2,2 m	-1,3 m
swd	+ 2,1 m	+ 2,3 m	+ 2,8 m

Die folgenden Abbildungen 29 und 30 zeigen die Ergebnisse separiert nach Fahrzeugen ohne und mit ABS.

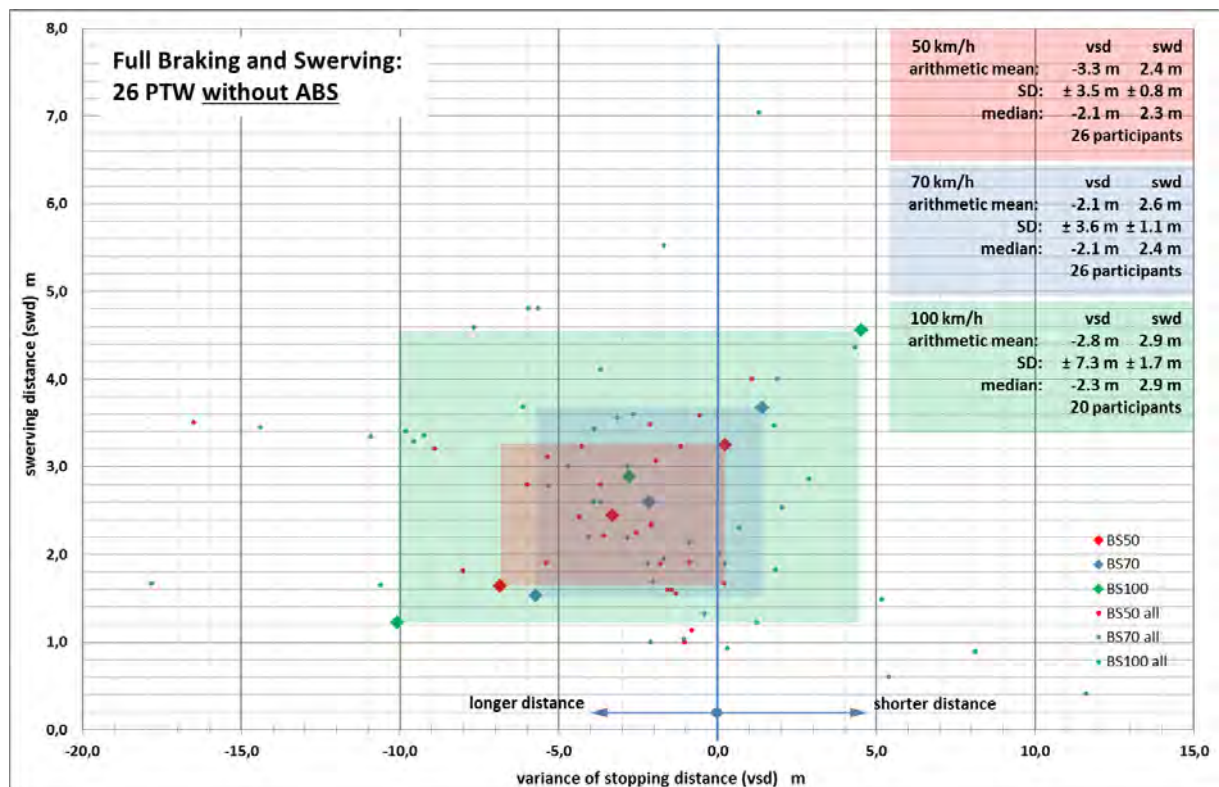


Abb. 29. Vergleich: Vollbremsung ohne ABS und Vollbremsung mit gleichzeitigem Spurversatz

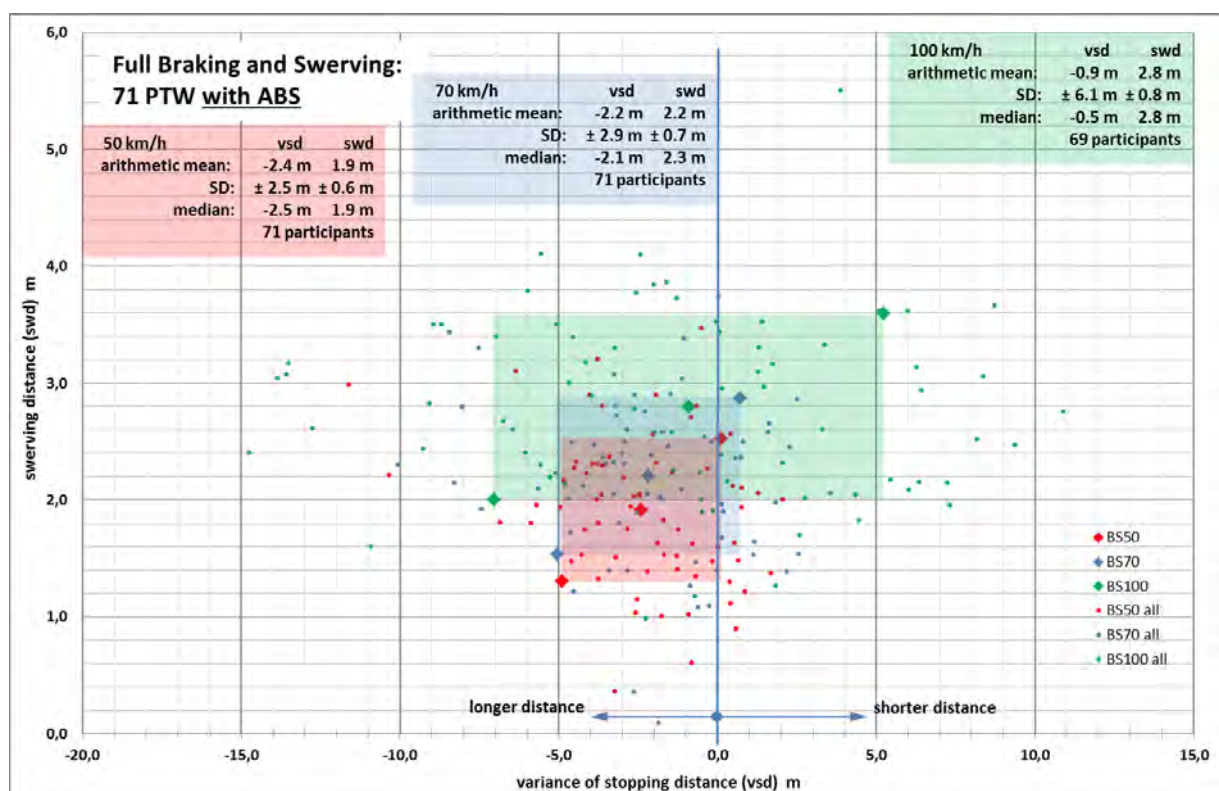


Abb. 30. Vergleich: Vollbremsung mit ABS und Vollbremsung mit gleichzeitigem Spurversatz

Wir können also festhalten, dass während einer Vollbremsung ein nicht unbeträchtlicher Spurversatz möglich ist – und dies bei Teilnehmern, die dieses Manöver bislang nicht trainiert haben –, ohne dabei großartige Einbußen hinsichtlich des Anhaltewegs hinnehmen zu müssen.

Diese Ergebnisse – mit Blick auf Motorräder ohne und mit ABS – ergeben unter Berücksichtigung der jeweiligen mittleren Bremsverzögerung aus Tabelle 3 die folgenden Kollisionsgeschwindigkeiten (Abb. 31). Hierbei wurde angenommen, dass bei alleiniger Geradeaus-Vollbremsung der Motorradfahrer noch gerade zum Stillstand gekommen wäre.

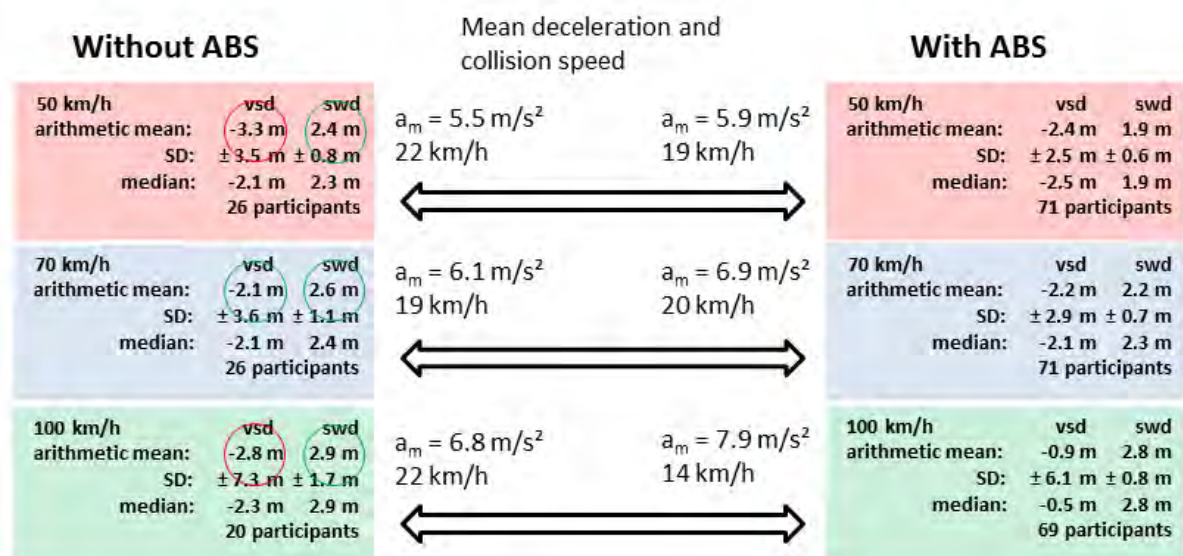


Abb. 31. Vollbremsung mit gleichzeitigem Spurversatz

Demnach benötigt ein 100 km/h fahrender Motorradfahrer auf einem Motorrad mit ABS für eine Vollbremsung mit gleichzeitigem Spurversatz einen im Mittel nur 0,9 Meter längeren Anhalteweg, während dessen er aber in der Lage ist 2,8 Meter nach links bzw. auch nach rechts auszuweichen.

Sollte das Ausweichmanöver in diesem Fall nicht hilfreich gewesen sein, würde er im Worst-Case-Szenario mit einer Kollisionsgeschwindigkeit von 14 km/h auf das Hindernis auftreffen. Ein Risiko, dass aus unserer Sicht mit Blick auf die mögliche Verletzungsschwere in diesem Geschwindigkeitsbereich in Kauf zu nehmen ist, zumal sich hierdurch die Chance eröffnet, am Hindernis vorbei zu kommen.

Abbildung 31 lässt ebenfalls erkennen, dass auch die Fahrer von Motorrädern ohne ABS gute Werte beim Spurversatz (swd) erzielten. Sie waren in allen drei Geschwindigkeitsbereichen höher als bei den Fahrern mit ABS-Motorrädern. Allerdings benötigten sie hierfür in zwei Fällen (50 und 100 km/h) einen längeren Anhalteweg (vsd). Von daher kann festgehalten werden, dass für die Fahraufgabe 3 („Vollbremsung mit gleichzeitigem Spurversatz bis zum Stillstand“) ein Anti-Blockier-System

(ABS) nicht zwingend erforderlich ist. Auch gab es während der Versuche keinen Sturz wegen eines überbremsen Vorderrades.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Die vorliegende Studie befasst sich mit den verschiedenen Möglichkeiten für Motorradfahrer einer bevorstehenden Kollision mit einem Hindernis entgegenzuwirken. Die zentrale Rolle dabei spielen sich bewegende Hindernisse, wie beispielsweise Pkw, die unvermittelt die eigene Fahrspur kreuzen.

Diesbezüglich wurden eingangs zwei Hypothesen formuliert, deren Gültigkeit abschließend überprüft werden soll.

Hypothese 1:

In Gefahrensituationen mit Kollisionskurs auf ein sich bewegendes Hindernis, ist die Konzentration auf ein Fahrmanöver mit einer eindeutigen Handlungsstrategie von Vorteil. Dieses besteht aus der Kombination einer Vollbremsung mit einhergehendem Ausweichen (Spurversatz). Die Vollbremsung steht dabei immer im Vordergrund.

Ergebnis der Studie: Hypothese 1 kann anhand der Ergebnisse dieser Studie bestätigt werden.

In den meisten Konfliktsituationen im Straßenverkehr, bei denen Motorradfahrern die Kollision mit einem sich bewegenden Hindernis droht, steht die Vernichtung der kinetischen Energie im Vordergrund. Da im Vorfeld meist nicht bekannt ist, wann und wo das sich bewegende Hindernis zum Stillstand kommt, hat das Anhalten möglichst vor dem Hindernis oberste Priorität. Somit muss ein Geschwindigkeitsabbau durch das Einleiten und Durchführen einer Vollbremsung bis zum Stillstand stattfinden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit des Ausweichens (Spurversatz). Der direkte Vergleich der benötigten Strecken für die Vollbremsungen und die Spurversätze aus Geschwindigkeiten von 50, 70 und 100 km/h zeigt, dass die Teilnehmer bis zu einer Geschwindigkeit von 100 km/h bei einer Vollbremsung im Mittel kürzere Wege als beim Spurversatz benötigen. Die schnellen Ausweichmanöver erfordern im Durchschnitt also mehr Strecke als eine Vollbremsung. Bei Fahrern auf Fahrzeugen ohne ABS liegt die Nutzenschwelle von Bremsung und Ausweichmanöver mit Blick auf die Geschwindigkeit weiter unterhalb. Hier ist bereits ab einer Geschwindigkeit von 78 km/h der Spurversatz vorteilhafter. Bei Fahrern auf Fahrzeugen mit ABS dominieren die kürzeren Anhaltewege bis zu einer Geschwindigkeit von etwa 100 km/h.

Betrachten wir neben alleiniger Vollbremsung und alleinigem Spurversatz die dritte Möglichkeit: Die Vollbremsung mit gleichzeitig stattfindendem Spurversatz. Nach unseren Ergebnissen stellt diese Variante ein hervorragendes Fahrmanöver dar, da hierbei – im Gegensatz zur Geradeaus-

Vollbremsung – ein nahezu gleichlanger Anhalteweg erzielt wird, darüber hinaus aber ein nicht zu unterschätzender Spurversatz durchgeführt werden kann. Dieser beträgt je nach Geschwindigkeit zwischen 2,1 und 2,8 Meter. Die Formulierung „... *nahezu gleichlanger Anhalteweg* ...“ bedeutet dabei, dass die hier erzielten Anhaltewege geringfügig länger ausfallen als bei der alleinigen Vollbremsung. Der zusätzliche Anhalteweg liegt je nach Geschwindigkeit zwischen 2,6 und 1,3 Metern, was unter gleichen Bedingungen Kollisionsgeschwindigkeiten zwischen 14 und 22 km/h zur Folge hätte.

Ergeben sich also Situationen, in denen der Anhalteweg nicht mehr ausreichen sollte, kann der Fahrer bei der Durchführung dieses Fahrmanövers durch den gleichzeitig herbeigeführten Spurversatz die Kollision vermeiden. Gelingt dies nicht, kann er während der Vollbremsung seinen Kurs dahingehend beeinflussen, gefährlichere Aufprallbereiche wie zum Beispiel die A-, B- und C-Säule eines Pkw, in Richtung Motorhaube oder Kofferraum, zu vermeiden.

Was das alleinige Ausweichmanöver (Spurversatz) angeht, so sollte dies nur für Situation im Straßenverkehr angewandt werden, die für den Motorradfahrer eindeutig berechenbar sind. Hierbei sollte das Hindernis stehen und sich nicht mehr in Bewegung befinden, so dass auf eine Bremsung verzichtet werden kann. Dieses Manöver ist demnach unter den beschriebenen Voraussetzungen für Geschwindigkeiten ab 100 km/h (ohne ABS ab 78 km/h) zu empfehlen, bei denen nicht mehr genügend Platz zum Anhalten zur Verfügung steht.

Das Hauptaugenmerk sollte also immer auf die Bremsung gerichtet sein. Allerdings sollte das Trainieren von „schnellem Ausweichen“ nicht vernachlässigt werden. Viele der Teilnehmer zeigten hier deutliche Schwächen, die sich unter anderem darin begründen, dass sie den Lenkimpuls entweder nicht richtig erklärt und verstanden oder nie ausreichend trainiert haben.

Hypothese 2:

Komplexe Fahraufgaben, wie eine Vollbremsung mit gleichzeitigem Ausweichen (Spurversatz), können den meisten Motorradfahrern nicht zugemutet werden.

Ergebnis der Studie: Hypothese 2 kann nach Auswertungen der Ergebnisse nicht bestätigt werden.

Lediglich vier der 101 Teilnehmer haben die Durchführung der Fahraufgabe 3 (Vollbremsung mit gleichzeitigem Spurversatz bis zum Stillstand aus 50, 70 und 100 km/h) abgelehnt. Demnach haben sich 96 Prozent diese Aufgabe nach vorheriger Kenntnisnahme durchaus zugetraut. Wie bei den anderen Fahraufgaben auch, wurden keinerlei Stürze bei der Durchführung dieses Fahrmanövers verzeichnet. Im Durchschnitt erzielten die Teilnehmer ähnlich lange Anhaltewege wie bei den alleinigen Bremsungen und konnten dabei gute Spurversätze realisieren.

Wichtig war es, den Teilnehmern klar zu machen, dass bei dieser Aufgabe das Bremsen im Vordergrund steht und lediglich DABEI ausgewichen wird. Und nicht anders herum!

Einige Teilnehmer hatten am Ende des Fahrmanövers – kurz vor dem Stillstand – Probleme damit, dass Motorrad abzufangen. Dies ist darin begründet, dass sich das Motorrad am Ende der Bremsung in Schräglage befindet und ein „Zur-Seite-Kippen“ im Stand drohen kann. Hierbei würde es sich in einer überstandenen Konfliktsituation im Straßenverkehr allerdings um eine Bagatelle handeln. Ein mögliches Umkippen wäre also durchaus in Kauf zu nehmen, wenn man durch den ergänzenden Spurversatz eine Kollision verhindern könnte.

Zu Hypothese 1 und 2 und den daraus resultierenden Aussagen gilt zu berücksichtigen, dass die Fahraufgabe der Vollbremsung und des gleichzeitigen Spurversatzes vom Großteil der Teilnehmer noch nie durchgeführt wurde. Da dieses kombinierte Fahrmanöver nicht in der Fahrschulausbildung zum Einsatz kommt und auch in Sicherheitstrainings nicht fest verankert ist, war es für die meisten Teilnehmer das erste Mal, dass sie dieses Manöver absolviert haben. Vor diesem Hintergrund, ist den Ergebnisse im direkten Vergleich zu den bekannten Fahraufgaben wie einer Vollbremsung und einem Ausweichmanöver, die eigentlich beherrscht werden sollten, besondere Beachtung zu schenken.

Vor allem im Vergleich zur „zeitversetzten“ Kombination „Bremsen-Lösen-Ausweichen“ bleibt als eines der zentralen Ergebnisse festzuhalten, dass durch die gleichzeitige Ausübung der Vollbremsung mit dem Spurversatz vorteilhafte Resultate erzielt werden können. Oberste Priorität behält dabei die Reduzierung der Geschwindigkeit. Zudem kann der Fahrer bei der Vollbremsung inklusive Spurversatz bis zum Ende des Fahrmanövers Geschwindigkeit abbauen. Im Gegensatz zum „B-L-A“ kann der Fahrer auch den Vorteil nutzen, sich von Anfang an auf die gleichzeitige Durchführung der Vollbremsung und des Spurversatzes als eine Aufgabe fokussieren zu können. Einmal gelernt, gibt es keinerlei Spielräume und Unsicherheiten mehr, die beim „B-L-A“ stets vorkommen, da hier für die Erfüllung des Gesamtmanövers zwei Handlungsabläufe strikt hintereinander gesteuert werden müssen, was wiederum eine handlungsinterne Entscheidung verlangt. Auch existieren beim „B-L-A“ keine genauen Angaben, die dem Fahrer als Richtlinie an die Hand gegeben werden, wann er die Bremse lösen soll. Es wird vielmehr darauf hingewiesen, dass es sich um keine automatisierte Handlungsfolge handelt. Bei der Durchführung von Notmanövern, wie sie in dieser Studie thematisiert werden, sind automatisierte Abfolgen jedoch vorteilhafter, da der Mensch für die Entscheidungsprozesse mehr Zeit und damit Strecke benötigt, als in diesen Situationen zur Verfügung steht.

Wie einleitend bereits geschildert, haben Motorradfahrer laut GIDAS-Auswertungen von 1.086 Kollisionsunfällen¹ sehr wenig Zeit für ihre Reaktion und Handlung zur Verfügung.

Aus all den Erkenntnissen sind wir zu dem Schluss gekommen, dass es an der Zeit ist, das Fahrmanöver „Bremsen-Lösen-Ausweichen“ bei Notmanövern zu überdenken und es durch die Vollbremsung mit gleichzeitigem Spurversatz zu ersetzen.

Was zukünftige Ausbildungsinhalte angeht, sind wir anhand der Ergebnisse und den damit verbundenen Beobachtungen während der Durchführung der Studie zum dem Schluss gelangt, dass ein Trainieren der Fahraufgabe „Vollbremsung mit gleichzeitigem Spurversatz“ verstärkt in Sicherheitstrainings stattfinden sollte. Dabei sollten Themen wie „Blickführung“ eine weitere Rolle spielen. Zudem werden Fahrerassistenzsysteme wie das Kurven-ABS, das schon seit geraumer Zeit an einigen Motorradmodellen zum Einsatz kommt, auch in Zukunft den Markt weiter durchdringen und speziell Fahrmanöver wie diese weiterhin unterstützen und eine Sturzwahrscheinlichkeit dabei weiter minimieren.

Danksagung

Die Mitarbeiter des Instituts für Zweiradsicherheit (ifz) möchten sich an dieser Stelle noch einmal ganz herzlich bei allen Kooperationspartnern und bei allen Teilnehmern bedanken, ohne deren Unterstützung die Durchführung der Studie nicht möglich gewesen wäre.

Besonders hervorzuheben ist hierbei die großartige Hilfe der Mitarbeiter des Forschungs- und Technologiezentrums Ladungssicherung Selm (F&T), die sich für unser Vorhaben viel Zeit genommen haben. Insbesondere möchten wir dem Geschäftsführer Bernhard Schröder und dem Akademieleiter André Bubenzer danken.

Des Weiteren möchten wir uns auch für die professionelle Vorbereitung der Bodenmarkierungen des Test-Areals durch die Firma 3M (Herr Matthias Müller) bedanken, die dazu beigetragen hat, dass alle Teilnehmer sicher den Testparcours durchfahren und die entsprechenden Fahraufgaben absolvieren konnten.

Darüber hinaus bedanken wir uns bei der Firma safepart (Herrn Wolfgang Oehlert, Hameln) für die kostenlose Zurverfügungstellung der Lichtschranke und Lichtzeichenanlage.

Letztendlich aber waren es vor allem die Teilnehmer, die dank ihres großen Engagements die repräsentativen Ergebnisse erst ermöglicht haben.

Vielen Dank!