

REDAKTION:

Hon.-Prof. DDr. Robert Dittrich
HRdOGH Dr. Karl-Heinz Danzl
Dr. Georg Kathrein
GA Dr. Wilfried Seidl

STÄNDIGE MITARBEITER:

Univ.-Prof. Dr. Hans R. Klecatsky
Univ.-Prof. Dr. Hermann Knoflacher
Dr. Walter Melnizky
Dr. Josef Pichler
Univ.-Prof. Dr.h.c.mult. Dr. Fritz Schwind
Dr. Othmar Thann

INHALT

■ **Beiträge**

Mario Darok/Roman Gerhard/Peter Roll

Österreich – ein Paradies für suchtmittel-
beeinträchtigte Lenker?

■ **ZVR-Spruchbeilage Nr. 30–40 (Auszug)**

§ 14 Abs 8 erster Satz FSG (Art 10 Abs 1 Z 9
B-VG) – Die Regelung des § 14 Abs 8 FSG konnte zu
Recht auf den Kompetenztatbestand „Krafffahrwesen“
gestützt werden

§§ 3, 5, 8 und 19 PHG – Produkthaftung für fehler-
hafte Seilrollen eines Sesselliftes

§§ 879, 914 und 1380 ABGB; § 16 BPGG –
Bereinigungswirkung eines Abfindungsvergleichs bei
nachträglichem Pflegegeld

■ **Kuratorium für Verkehrssicherheit**

Kurt Vavryn/Martin Winkelbauer

Beurteilung der Bremsbedienung bei Motorradfahrern



Beilage für Verkehrssicherheit

Ing. Kurt Vavryn/DI Martin Winkelbauer¹⁾

Beurteilung der Bremsbedienung bei Motorradfahrern

Ergebnisse eines Feldversuches

Inhalt

1. Einleitung
2. Messtechnik
 - 2.1. Vorderrad
 - 2.2. Hinterrad
 - 2.3. Messdatenerfassung
 - 2.4. Weitere Elemente
3. Versuchsablauf
 - 3.1. Fragebogen
 - 3.2. Versuchsfahrt
4. Testpersonen
5. Ergebnisse, Verzögerung
6. Maximale Verzögerung
 - 6.1. Bestimmung der maximal erreichbaren Verzögerung
 - 6.2. Ausnutzung der maximal möglichen Verzögerung
 - 6.3. Korrelation mit persönlichen Daten
 - 6.4. Bremskraftverteilung
 - 6.5. Bremsversuch mit Fahrschülern
7. Schlussfolgerungen
 - 7.1. Optimale Bremsstrategie
 - 7.2. Maßnahmen in der Ausbildung
 - 7.3. Maßnahmen bei der Prüfung
 - 7.4. Maßnahmen zur Weiterbildung
 - 7.5. Maßnahmen auf Fahrzeugseite

1. Einleitung

Welche Bremsverzögerungen von Motorradfahrern erreicht werden, ist in vielen Bereichen von großer Bedeutung, beginnend bei Überlegungen hinsichtlich der Ausbildung von Lenkern von einspurigen Kraftfahrzeugen über Verkehrsplanung bis zur ex post-Beurteilung von Unfallereignissen.

Daneben ist das Bremsmanöver sicher jenes, das für den Lenker eines einspurigen Kfz die größten Anforderungen an die Fahrfertigkeiten stellt. Das begründet sich schon dadurch, dass der Motorradfahrer in der Regel nicht nur eine, sondern zwei Betätigungseinrichtungen für die Bremsen zu bedienen hat. Auch die Tatsache, dass Fehlbedienungen unmittelbar mit Sturzgefahr in Verbindung stehen, unterstreicht die Bedeutung des Bremshandlings beim einspurigen Kfz.

Die technischen Möglichkeiten hinsichtlich der Bremsverzögerung – also die maximal erreichbaren Bremsver-

zögerungen – liegen beim einspurigen Kfz in der Regel höher als bei mehrspurigen Kfz. Aus mehreren Arbeiten (*Grill, 1994; Hauer, 1995; Ruspekhofer, 1996; Vavryn/Winkelbauer, 1996*) ist aber bekannt, dass die Lenker von einspurigen Kfz nicht annähernd in der Lage sind, diese theoretischen Vorteile in der Praxis zu nutzen. Die vorliegende Arbeit (*Vavryn/Winkelbauer, 1998*) hatte zum Ziel, mittels detaillierter Untersuchung der Bremsbedienung bei Motorradfahrern Erklärungen für die Defizite bei der Bremsbedienung bei Motorradfahrern zu finden.

Das KfV beauftragte das Institut für Maschinendynamik und Messtechnik an der Technischen Universität Wien unter o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. *Helmut Springer* mit dem Bau einer geeigneten Messeinrichtung und der Durchführung eines Feldversuches.²⁾

2. Messtechnik

Als Geräteträger wurde ein durchschnittlich schweres Straßenmotorrad, eine Honda CB 500, benutzt. Prinzipiell wäre es erstrebenswert gewesen, die im Feldversuch herangezogenen Testpersonen auf ihren eigenen Motorrädern zu einem Bremstest zu bitten. Da die nötige Gerätschaft aber unmöglich in kurzer Zeit auf andere Motorräder montierbar gewesen wäre, wurde der Versuch so angelegt, dass alle Testpersonen auf demselben Versuchsmotorrad die Testfahrten absolvierten. Die dabei im Vergleich zu Versuchen auf eigenen Motorrädern gemachten Fehler können aber als vernachlässigbar angenommen werden, wie sich beim Vergleich mit Verzögerungsmessungen auf eigenen Motorrädern zeigt (*Grill, 1994*). Ferner wurde den Versuchspersonen vor den Testfahrten ausreichend Gelegenheit gegeben, sich an das Versuchsfahrzeug zu gewöhnen.

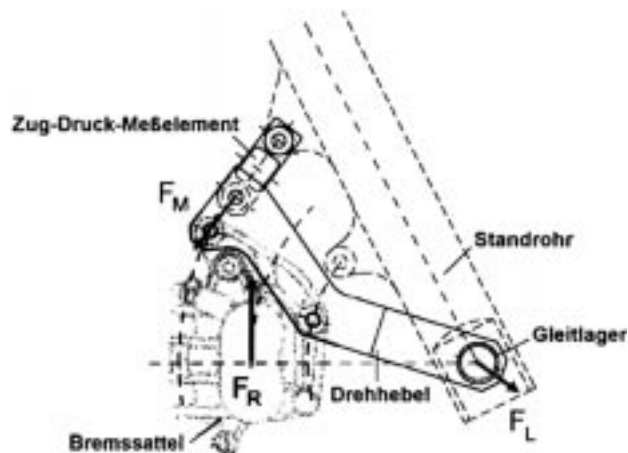
2.1. Vorderrad

Zur Messung der Bremskräfte am Vorderrad wurde die Bremszange aus ihrer üblichen Befestigung gelöst

²⁾ Die Arbeiten wurden in Form zweier Diplomarbeiten (*Schiebel, 1997; Fischer, 1997*) durchgeführt, betreut durch Ass.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. *Horst Ecker* und Ass.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. *Johann Wassermann*. Das Projekt wurde vom Österreichischen Verkehrssicherheitsfonds, Honda Austria und dem ÖAMTC unterstützt.

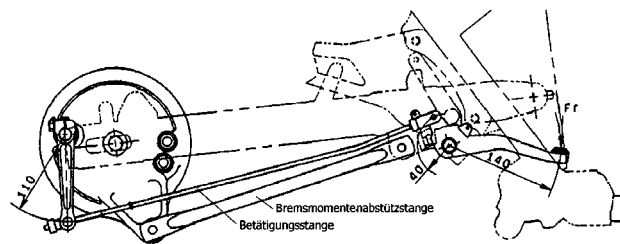
¹⁾ Ing. *Kurt Vavryn* ist Leiter der Abteilung Fahrausbildung und Fahrzeugtechnik des KfV, DI *Martin Winkelbauer* ist Mitarbeiter der Abteilung Fahrausbildung und Fahrzeugtechnik des KfV.

und auf einer gabelähnlichen Konstruktion befestigt (s Grafik 1). Dieser „Drehhebel“ wurde mittels zweier Lager rechts und links des rechten Standrohres der Vorderradgabel um die Vorderachse drehbar gelagert und stützte sich über ein Zug-Druck-Messelement am Standrohr ab.



Grafik 1

2.2. Hinterrad



Grafik 2

Um die Bremskräfte am Hinterrad zu messen, wurde die Momentenstütze (s Grafik 2), die üblicherweise die beim Bremsen aufgebauten Momente um die Hinterachse gegen das Fahrwerk abstützt, durch eine „Messmomentenstütze“ ersetzt. Diese Sonderkonstruktion enthält ebenfalls ein Zug-Druck-Messelement. Um Störungen in der Kraftmessung zu vermeiden, mussten mehrere Maßnahmen getroffen werden:

- Adaptierte Lagerung der Bremstrommel,
- Entkoppelung des Antriebes (Versuchspersonen müssen während der Bremsung die Kupplung ziehen),
- Rechnerische Korrektur der Krafteinwirkung aus dem Bremsgestänge.

2.3. Messdatenerfassung

Die Signale der Messelemente für die Bremskräfte an Vorder- und Hinterrad wurden über die Messverstärker gemeinsam mit anderen Signalen (Bremslichtschalter von Vorder- und Hinterradbremse, Betätigung der Kupplung, Geschwindigkeitssignal, Bremsaufforderung) in einen der Nutzung entsprechend aufgerüsteten Laptop geleitet, welcher gut geschützt in einem Top-Case untergebracht wurde.

2.4. Weitere Elemente

Oberhalb der Armaturen des Motorrades wurde eine rote Leuchte angebracht, deren Aufleuchten für die Testpersonen die Aufforderung zur Einleitung der Ge-

fahrenbremsung darstellte. Das Aufleuchten der Lampe wurde über eine handelsübliche Fernsteuerung vom Versuchsleiter ausgelöst.



Grafik 3

3. Versuchsablauf

Als Testpersonen wurden Teilnehmer von Fahrtsicherheitstrainings für Motorräder des ÖAMTC im Fahrtechnikzentrum Teesdorf herangezogen, wobei sowohl die Teilnahme an diesen Kursen als auch an den Messfahrten freiwillig war.

3.1. Fragebogen

Daten der Versuchspersonen wurden in einem Fragebogen erhoben und später nach Korrelationen mit den Ergebnissen der Messfahrten untersucht. Das waren:

- Geschlecht, Alter, Größe, Körpergewicht,
- Führerscheinbesitzdauer und Motorradpraxis in Jahren sowie durchschnittliche jährliche Fahrleistung,
- Mitgliedschaft in einer Motorradfahrervereinigung und Erfahrung auf Rennstrecken,
- Selbsteinschätzung von Fahrkönnen und Fahrstil,
- Einstellungen zum Motorradfahren,
- Unfallbelastung und
- technische Daten und Typ des eigenen Motorrades.

Alle Versuchspersonen waren im Besitz einer gültigen Lenkberechtigung für die Klasse A, ausgenommen die Teilnehmer der Sondermessreihe mit Fahrschülern.

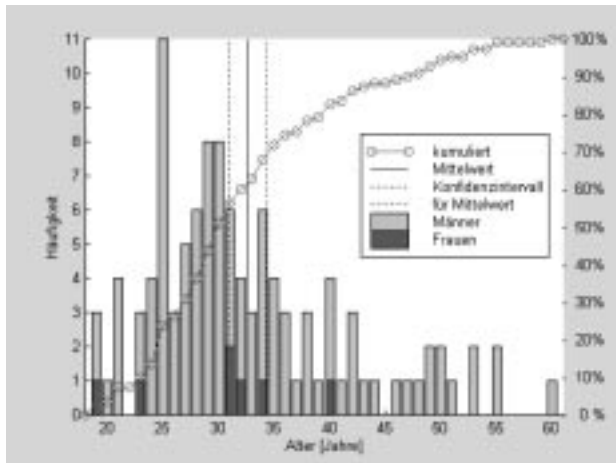
3.2. Versuchsfahrt

Zunächst wurden zum Zwecke der Bestimmung des Systemschwerpunktes „Fahrer-Fahrzeug“ mit jedem Fahrer die Radlasten an Vorder- und Hinterrad gemessen. Dann erhielt die Versuchsperson nach eigenem Ermessen Gelegenheit, sich mit dem Messmotorrad vertraut zu machen, Probefahrten und Probereisungen durchzuführen.

Für die Messfahrten wurde die Versuchsperson aufgefordert, ein gerades Straßenstück mit einer Geschwindigkeit von möglichst genau 60 km/h zu befahren und bei Aufleuchten der roten Lampe oberhalb der Armaturen das Fahrzeug so schnell wie möglich, ohne dabei zu stürzen, und unter sofortigem Ziehen der Kupplung bei Bremsbeginn, anzuhalt. Das Aufleuchten der Lampe wurde vom Versuchsleiter per Fernsteuerung zu einem den Versuchspersonen nicht genau bekannten Zeitpunkt ausgelöst. Jeder Versuchsteilnehmer unternahm zwei Bremsversuche.

4. Testpersonen

Insgesamt wurden Versuche mit 110 Testpersonen durchgeführt. Ein Großteil ist 25 bis 35 Jahre alt (s Grafik 4). Die Tatsache, dass es nur 7 weibliche Versuchspersonen gab, lag daran, dass nur sehr wenige Damen die Fahrsicherheitstrainings besuchen. Dadurch wird eine statistisch signifikante Aussage über geschlechtsspezifische Unterschiede leider unmöglich.



Grafik 4

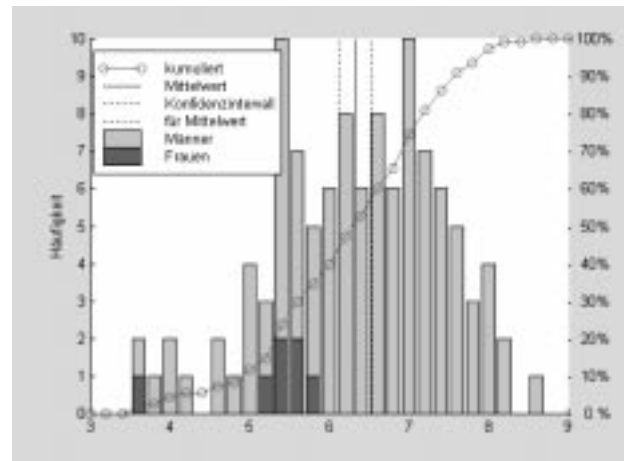
Bei der Beurteilung ihres Fahrstils und Fahrkönnens jeweils auf einer Skala von 1 bis 4 von „sportlich“ bis „nicht sportlich“ bzw. von „erfahren“ bis „nicht erfahren“ wählten die Testpersonen zu etwa 90% eine der mittleren Ausprägung (2 oder 3). Die durchschnittliche jährliche Fahrleistung der Versuchspersonen lag bei 6760 km, was deutlich über der aus der Literatur bekannten durchschnittlichen Fahrleistung von 4500 km eines Motorradfahrers in Österreich (Risser, 1996) liegt. Großteils nahmen Fahrer mit wenigen Jahren Fahrerfahrung am Versuch teil (Mittelwert 6.75 Jahre). 15 der Testpersonen standen im ersten Jahr ihrer Fahrpraxis.

Die eigenen Motorräder der Testpersonen waren zu rund 60% Straßenmotorräder, zu etwa 30% Enduros und zu etwa 10% Chopper. 13 Versuchspersonen waren Mitglied eines Motorradclubs, 26 Teilnehmer gaben an, innerhalb der dem Versuch vorangegangenen 5 Jahre zumindest einmal mit dem Motorrad in einen Verkehrsunfall verwickelt gewesen zu sein.

5. Ergebnisse, Verzögerung

Basis der Berechnung war die Messung der Bremsmomente an Vorder- und Hinterrad. Diese wurden über die reduzierten Abrollradii zu Bremskräften und mit der reduzierten Masse (aus translatorischer Masse von Fahrer und Fahrzeug sowie rotatorischer Masse der Räder) zur Berechnung der Bremsverzögerungen herangezogen. Für die Angaben der Gesamtverzögerung in diesem Kapitel wurden die Verzögerungen durch Luft- und Rollwiderstand bestimmt und addiert.

Insgesamt gelangten nach Ausschluss ungültiger Fahrten (s Kapitel 2.2.) 209 Bremsversuche zur Auswertung, wobei bei den Testpersonen mit zwei gültigen Versuchen vor der weiteren statistischen Analyse ein Mittelwert zwischen diesen beiden Versuchen gebildet wurde.



Grafik 5: Verteilung der zeitgemittelten Verzögerungen

Die aus den gemessenen Kräften berechneten zeitgemittelten Verzögerungen wurden über bekannte Beziehungen (Ruspekhofer, 1996) in weggemittelte Verzögerungen umgerechnet, welche für die einfache Berechnung des Bremsweges ($s = v^2/2a$) benötigt werden.

Die von den Testfahrern durchschnittlich erreichte weggemittelte Verzögerung betrug 5.8 m/s^2 . Die geringste von einer Versuchsperson erreichte Verzögerung lag bei 3.3 m/s^2 , die höchste bei 8.1 m/s^2 (s Grafik 5).

6. Maximale Verzögerung

6.1. Bestimmung der maximal erreichbaren Verzögerung

Um die „wahre Qualität“ der Bremsung unter den gegebenen Bedingungen festzustellen, ist es notwendig, die gemessenen tatsächlichen Bremskräfte an Vorder- und Hinterrad den unter den gegebenen Bedingungen maximal erreichbaren Bremskräften („maximaler Kraftschluß“) gegenüberzustellen. Die wesentlichste Größe bei der Ermittlung der maximal möglichen Verzögerung ist der Reibwert zwischen Reifen und Fahrbahn. Dieser wurde auf der befahrenen Versuchsstrecke (trockene Fahrbahn) zu $\mu = 1,2$ bestimmt und entspricht in der Literatur dokumentierten Werten (Schmieder, 1994).

Während im Stillstand die Radlasten beim Versuchsmotorrad mit darauf sitzender Versuchsperson durchwegs am Hinterrad geringfügig größer waren als am Vorderrad, kommt es während des Bremsvorganges zu einer massiven „dynamischen Radlastverlagerung“ auf das Vorderrad. Dieser Effekt ist bei einem Motorrad auf Grund der geometrischen Verhältnisse (Radstand, Schwerpunktslage) deutlich stärker als beispielsweise bei einem durchschnittlichen PKW und kann so weit gehen, dass es bei einer Bremsung zum Abheben des Hinterrades kommt. Das Ausmaß der dynamischen Radlastverlagerung steigt mit der Verzögerung, dh, mit steigender Verzögerung erhöht sich die Radlast am Vorderrad während die Radlast des Hinterrades sinkt.

Eine optimale Verteilung der Bremskräfte liegt dann vor, wenn der vorhandene Kraftschluß an Vorder- und Hinterrad im gleichen Maße ausgenutzt wird. Da jedoch der maximale Kraftschluß an einem Rad von der momentanen Aufstandskraft (Radlast), damit von der dynamischen Radlastverlagerung und diese wiederum von Schwerpunktslage und Verzögerung abhängig ist,

wurde die maximal mögliche Bremsverzögerung für jeden Fahrer einzeln bestimmt. Auch das Ansprech- und Schwellverhalten musste in die Berechnung einbezogen werden. Letztlich ergab sich für die Fahrer eine durchschnittliche maximal mögliche Bremsverzögerung von $10.87 (\pm 0.01) \text{ m/s}^2$. Mit Berücksichtigung von Luft- und Rollwiderstand kann eine durchschnittlich erreichbare Verzögerung von etwa 11.1 m/s^2 angenommen werden.

6.2. Ausnutzung der maximal möglichen Verzögerung

Als Ausnutzungsgrad der maximal möglichen Bremsverzögerung wird das Verhältnis zwischen tatsächlich erreichter Bremsverzögerung und maximal möglicher Bremsverzögerung definiert. Der Ausnutzungsgrad kann sowohl für die beiden Bremsen getrennt als auch kombiniert für beide Bremsen angegeben werden. Der kombinierte Ausnutzungsgrad bedeutet einen optimalen Einsatz beider Bremsen im Verhältnis zueinander sowie ein Ausnutzen des maximalen Kraftschlusses an beiden Rädern. Er kann einen Wert von maximal 100% erreichen. Wird am Vorderrad nicht optimal verzögert, bedeutet das eine verringerte dynamische Radlastverlagerung und daher höhere Aufstandskräfte am Hinterrad als es bei optimaler Bremskraftverteilung der Fall wäre. Damit kann der Ausnutzungsgrad der Hinterradbremse auch Werte über 100% annehmen, man spricht dann vom „Überbremsen“ des Hinterrades. Während die am Hinterrad übertragbaren Bremskräfte dann ihr Maximum erreichen, wenn die Vorderradbremse gar nicht benutzt wird, ist eine optimale Bremsung mit der Vorderradbremse nicht möglich, wenn nicht auch die Hinterradbremse optimal betätigt wird. Das liegt daran, dass auch die am Hinterrad wirkenden Bremskräfte die dynamische Radlastverlagerung und damit die Aufstandskraft am Vorderrad erhöhen.

Der durchschnittliche Ausnutzungsgrad an der Vorderradbremse betrug $42.3(\pm 1.9)\%$, für die Hinterradbremse $169.8(\pm 9.1)\%$. Der kombinierte Ausnutzungsgrad lag bei den 110 Testfahrern durchschnittlich bei $58.3(\pm 1.9)\%$. Das bedeutet, dass die Versuchsteilnehmer durchschnittlich rund 40% der technischen Möglichkeiten des Fahrzeuges beim Bremsen ungenutzt ließen und ist gleichbedeutend mit einer Verlängerung des Bremsweges um über 60%. Unter Vernachlässigung von Roll- und Luftwiderstand wäre bei der bei den Versuchen als Vorgabe gewählten Geschwindigkeit von 60 km/h ein Bremsweg von 12.8 m erzielbar, während der Bremsweg bei einem kombinierten Ausnutzungsgrad von 58.3% etwa 21.9 m betragen würde. An der Stelle, an der ein optimal gebremstes Fahrzeug unter diesen Voraussetzungen bereits zum Stillstand kommt, wäre ein mit 58.3% Ausnutzungsgrad gebremstes Fahrzeug noch mit rund 39 km/h unterwegs.

6.3. Korrelation mit persönlichen Daten

Anhand der im Fragebogen von den Testpersonen gemachten Angaben zur Person wurde untersucht, ob zwischen den erreichten Bremsverzögerungen bzw der Ausnutzung der maximal möglichen Bremsverzögerung und diesen Angaben Zusammenhänge nachweisbar sind.

So konnte für das Alter der Versuchspersonen kein klarer Zusammenhang mit der Qualität der durchgeführten Bremsungen gezeigt werden. Bezüglich der

Fahrerfahrung lassen sich folgende Aussagen zusammenfassen:

- Die Bremsbeherrschung ist bei jenen Personen am besten, die jährlich sehr viel Motorrad fahren.
- Mit zunehmender Fahrerfahrung in Jahren und Gesamtkilometerleistung zeigen die Versuchspersonen bessere Bremsbeherrschung (insgesamt höhere Verzögerung, geringeres Überbremsen des Hinterrades, höherer Ausnutzungsgrad an der Vorderradbremse).
- Selbsteinschätzung: Sowohl mit zunehmender Sportlichkeit des Fahrstils als auch der Einschätzung der eigenen Fahrerfahrung zeigen die Versuchspersonen tatsächlich bessere Bremsungen.
- Keine signifikanten Zusammenhänge ergeben sich bei Mitgliedschaft in Motorradklubs und erlittenen Unfällen.
- Typ des eigenen Motorrades: Endurofahrer erwiesen sich im Versuch als die „besten Bremser“, geringfügig schlechter Straßenmotorradfahrer. Die schlechtesten Werte wurden von Chopperfahrern erzielt.

6.4. Bremskraftverteilung

Die Verläufe der Bremskraftverteilung zwischen Vorder- und Hinterrad über den Bremsvorgang wurden in „Bremskraftverteilungsdiagrammen“ dargestellt und einer Kategorisierung unterzogen. Daraus lässt sich ableiten, dass nur in wenigen Fällen gute Verzögerungen unter vorwiegender Verwendung der Hinterradbremse und ebenso selten schlechte Verzögerungen unter vorwiegender Verwendung der Vorderradbremse erzielt werden. Der Umkehrschluss lautet, dass effizientes Bremsen vorwiegend dann möglich ist, wenn der Fahrer seine Aufmerksamkeit der Vorderradbremse widmet, während ein Fahrer, der sich auf die Bedienung der Hinterradbremse konzentriert, sehr schlechte Voraussetzungen für das Erreichen einer hohen Gesamtverzögerung bringt.

6.5. Bremsversuch mit Fahrschülern

Ergänzend zum Feldversuch mit Führerscheinbesitzern wurden mit fünf Anwärtern auf die Führerscheinklasse AL Bremsversuche durchgeführt. Wenn auch die geringe Fallzahl keine statistisch signifikanten Aussagen zulässt, so ist doch ein Trend ablesbar. Konkret unterschieden sich die Ergebnisse dieser Versuche wenig von jenen mit Führerscheinbesitzern mit geringer Fahrerfahrung. Die beiden Fahrschüler, die bereits über Fahrerfahrung auf Mopeds verfügten, schnitten geringfügig besser ab als jene drei, die vor der Fahrschulerausbildung keine Erfahrung auf motorisierten Zweirädern gesammelt hatten.

7. Schlussfolgerungen

Bei optimaler Bedienung sind mit durchschnittlichen Serien-PKW heute Verzögerungen im Bereich von 9 m/s^2 erzielbar. Selbst wenn man für den Durchschnittsfahrer entsprechende Abzüge für mangelhafte Bremsbedienung macht und durchschnittliche tatsächlich erreichte Bremsverzögerungen zwischen 7.5 und 8.5 m/s^2 ansetzt, ergeben sich hier große Unterschiede zum durchschnittlichen Zweiradfahrer mit weit reichenden Konsequenzen für Ausbildung und Fahrzeugtechnik.

Unter Berücksichtigung, dass

- es seit Beginn der Neunzigerjahre insgesamt zu einer Verdreifachung des Bestandes der Motorräder gekommen ist,

- es durch die Einführung der Möglichkeit, mit einem Führerschein der Klasse B unter bestimmten Voraussetzungen auch Motorräder mit 125 cm³ Hubraum und maximal 11 kW Motorleistung lenken zu dürfen, zu einer Verdreifachung des Fahrzeugbestandes in dieser Klasse seit 1997 gekommen ist,

- die Einführung des EU-Modells für den Stufenführerschein die Restriktionen für Anfängermotorräder deutlich gelockert (und auch in dieser Fahrzeugklasse zu einem starken Anstieg der Zulassungen geführt) hat und
 - in der derzeit im Vorschlagstadium befindlichen 3. FührerscheinRL der EU weitere Änderungen vorgesehen sind, die vor allem bei jungen Fahrern zu massiv steigender Verkehrsbeteiligung führen werden, erhalten alle Überlegungen zu unfallreduzierenden Maßnahmen auf dem Gebiet des motorisierten Zweirades ein besonderes Gewicht.

7.1. Optimale Bremsstrategie

Derzeit bestehen in der Lehre noch große Auffassungsunterschiede, wie der durchschnittliche Motorradfahrer zur Erreichung eines kurzen Bremsweges die Bremsen bedienen sollte. Aus den Ergebnissen der Bremsversuche lassen sich dazu aber klare Schlüsse ableiten.

Da der Mensch nicht in der Lage ist, mehrere komplizierte Regelaufgaben gleichzeitig zu lösen, muss er sich beim Abbremsen eines Motorrades auf Grund der höheren Wirksamkeit voll auf die Bedienung der Vorderradbremse konzentrieren. Es wäre aber unklug, die Hinterradbremse völlig außer Acht zu lassen, zumal die Hinterradbremse einerseits einen erwähnenswerten Beitrag zur Gesamtverzögerung leisten kann und andererseits auch – wie in 6.2 dargestellt – die Effizienz der Vorderradbremse erhöht. In den Bremsversuchen wurde beobachtet, dass nach einem Blockieren des Hinterrades der Fahrer oftmals nicht nur die Hinterradbremse löst, sondern beide Bremsen. Es soll also mit der Hinterradbremse konstant und so stark gebremst werden, dass es nicht zu einer Blockade des Hinterrades kommen kann.

Der klare Zusammenhang zwischen Fahrpraxis und Qualität der Bremsbedienung zeigt, dass Motorradfahrer einen wesentlichen Teil ihrer Fähigkeiten das Bremsen betreffend erst nach der Fahrprüfung erwerben. Reaktionen in Notsituationen sind zumeist reflexartiges Handeln, diese Reflexe werden in jahrelanger Fahrpraxis antrainiert. Deshalb muss das „tägliche Training“ auch richtiges Training sein. Das bedeutet, dass dem Motorradfahrer empfohlen werden muss, jede Bremsung – egal ob vor einer roten Ampel oder einer Kurve – nach den oben beschriebenen Kriterien durchzuführen. Dazu wäre zu empfehlen, dass bei allen Bremsvorgängen, welche über normale Betriebsbremsungen hinausgehen ($> 3 \text{ m/s}^2$), bereits am Beginn der Bremsung die Kupplung gezogen wird.

7.2. Maßnahmen in der Ausbildung

Derzeit ist gängige Praxis, dass das Üben von Bremsvorgängen vorwiegend auf die Grundausbildung auf dem Übungsplatz beschränkt bleibt. Ferner wird bei diesen Bremsübungen mit Bremsung mit der „weniger gefährlichen“ Hinterradbremse begonnen und erst danach mit Vorderradbremse und beiden Bremsen gemeinsam geübt. Zur Verbesserung der Ausbildung muss einerseits bereits in der Grundausbildung die Bedienung der Vorderradbremse im Vordergrund stehen. Andererseits muss es zu einer intensiven Wiederholung von Brems-

übungen in einem fortgeschrittenen Stadium der praktischen Ausbildung kommen. Dabei sollten auch Bremsversuche aus höheren Geschwindigkeiten (etwa 70 km/h) vorgesehen und vom Fahrlehrer qualitativ bewertet werden. Darüber hinaus sollte den FahrSchülern in der theoretischen Ausbildung intensiv Wissen über Bremsvorgänge – den Erkenntnissen dieser Studie folgend – vermittelt werden, um diesen die Möglichkeit zu geben, im Zuge der späteren Fahrpraxis ihre Fähigkeiten hinsichtlich des Bremsens auch selbstständig zu optimieren.

Die Empfehlungen gelten gleichermaßen für andere Ausbildungsmaßnahmen bei motorisierten Zweirädern. So muss in diesem Sinn das Modell der verpflichtenden Fahrübungen im Ausmaß von 6 Stunden als Voraussetzung für Code 111 (Lenken von Motorrädern der Klasse A1 mit Lenkberechtigung B) qualitativ und quantitativ überdacht werden. Auch eine verpflichtende Ausbildung als Voraussetzung für den Erwerb eines Mopedausweises (die für vierrädrige Leichtkraftfahrzeuge bereits vorgesehen ist) erscheint im Lichte der Ergebnisse dieser Studie als dringend erforderlich.

Die abweichenden Ergebnisse von Straßen-, Enduro- und Chopperfahrern bei den Bremsversuchen legen es nahe, dass in der Ausbildung auch die Unterschiede zwischen diesen Fahrzeugkategorien verstärkt herausgearbeitet und praktisch „erfahren“ werden.

7.3. Maßnahmen bei der Prüfung

Bei der Fahrprüfung soll die Fähigkeit des zukünftigen Verkehrsteilnehmers, sicher am Straßenverkehr teilzunehmen, überprüft werden. Adäquate Fähigkeiten bei der Bedienung der Bremsen müssen insb für einspurige Kraftfahrzeuge ein Bestandteil dieser Beurteilung sein. Daher wäre bei der praktischen Fahrprüfung eine Gefahrenbremsung unter Ausnutzung von zumindest zwei Drittel des lokal verfügbaren Kraftschlusses vorzusehen. Ferner wäre in der theoretischen Lenkprüfung auch das Hintergrundwissen des Kandidaten bezüglich des Bremsens entsprechend abzufragen.

7.4. Maßnahmen zur Weiterbildung

Grundsätzlich ist das Motorradfahren in Österreich als stark saisonale Erscheinung zu sehen, dh, dass ein Großteil der Motorradfahrer im Winter oft mehrere Monate Pause macht. Daher wäre es sinnvoll, vor dem Beginn der aktiven Verkehrsteilnahme im Frühjahr ein „Aufwärmtraining“ zu absolvieren und sich wieder an das einspurige Fahrzeug und seine Eigenheiten – auch jene beim Bremsen – zu gewöhnen. Optimalerweise erfolgt so ein Saisonstart in Form eines Fahrsicherheitstrainings unter qualifizierter Anleitung im geschützten Gelände.

Prinzipiell ist das Vertiefen von Fähigkeiten zum sicheren Beherrschen des Fahrzeuges für alle einspurigen Kraftfahrer empfehlenswert. Die Möglichkeiten dazu im Rahmen der Erstausbildung in der Fahrschule sind beschränkt, weil die Fahrer oftmals mit den normalen Fahraufgaben so beschäftigt sind, dass sie sich nicht ausreichend auf besondere Detailaufgaben konzentrieren können. Der früheste Zeitpunkt für ein spezifisches Bremsstraining muss also so gewählt werden, dass der Fahrer die „normalen“ Fahraufgaben bereits weitgehend beherrscht.

Die Umsetzung dieses Gedankens ist im Rahmen des derzeit in Diskussion befindlichen mehrphasigen Ausbildungsmodells (Bartl, 2000) vorgesehen. Die in der vorliegenden Arbeit gefundenen Erkenntnisse unter-

stützen die Notwendigkeit der mehrphasigen Ausbildung für den Bereich Motorrad.

7.5. Maßnahmen auf Fahrzeugseite

Der wesentliche Grund, warum Motorradfahrer im Verhältnis zu den Möglichkeiten des Fahrzeuges im Durchschnitt noch deutlich schwächer bremsen als beispielsweise PKW-Fahrer, ist sicher darin zu suchen, dass alle um die Sturzgefahr beim Blockieren der Räder wissen. Dabei ist die Sturzgefahr beim Blockieren des Vorderrades noch wesentlich höher als beim Blockieren des Hinterrades – gleichzeitig ist aber die Vorderradbremse die deutlich effektivere. Verbunden mit der Tatsache, dass ein Sturz beim Motorrad praktisch immer zumindest mit erheblichem Sachschaden und meist auch mit erheblicher Verletzungsgefahr einhergeht, sehen sich Motorradfahrer offenbar veranlasst, selbst in Notsituationen einen enormen „Respektabstand“ zur optimalen Ausnutzung der Reifenhaftung beim Bremsen einzuhalten.

Daher könnten technische Maßnahmen zur Hintanhaltung der Blockiergefahr, insb Antilockiersysteme (ABS), einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung der Sicherheit und Vermeidung von Unfällen bzw Verminderung der Unfallfolgen leisten. Dem entgegen ist aber nur ein verschwindend geringer Anteil der Motorräder bereits mit ABS ausgestattet. Dass eine Ausstattung mit ABS aber technisch möglich ist, zeigt die Modellauswahl eines deutschen Motorradherstellers, bei dem alle Modelle mit ABS erhältlich sind, ein Teil bereits auch mit Verbundbremse und ABS ausgestattet ist.

Ein weiteres Argument für die Verwendung von ABS ist die Schreckreaktion im Notfall. Erschrickt ein Motorradfahrer beispielsweise durch ein plötzlich auftauchendes Hindernis und zieht in der Folge die Vorderradbremse voll, ist ein Sturz fast unausweichlich. Da die Verzögerung des auf die Seite schlitternden Motorrades und seines Fahrers (Foster, 1997) mit etwa 4.5 m/s^2 aber noch deutlich geringer ist als die in dieser Arbeit gemessenen Durchschnittswerte, können Kollisionen entstehen, die selbst bei nur durchschnittlicher Verzögerung des fahrenden Motorrades vermeidbar wären.

Auch eine Ausrüstung von ABS an nur einem Rad ist nicht sinnvoll: am Hinterrad wegen Verzögerungseffizienz der Vorderradbremse und Sturzgefahr bei blockierendem Vorderrad, am Vorderrad wegen des häufig gleichzeitigen Lösens der Vorderradbremse, wenn das Hinterrad blockiert.

Auch technische Systeme zur optimalen Bremskraftverteilung zwischen Vorder- und Hinterradbremse (Verbundbremssysteme) sind bereits auf dem Markt.

Auf Grund der hier aufgezeigten Bedeutung solcher Systeme darf es nicht dem Markt überlassen bleiben, diese technischen Möglichkeiten anzubieten oder nicht. Vielmehr ist möglichst umgehend eine gesetzliche Ausrüstungsverpflichtung umzusetzen. Da die Probleme in der Bremsbedienung nicht auf einzelne Fahrzeugklassen beschränkt sind, muss diese Ausrüstungsverpflichtung für alle einspurigen Kraftfahrzeuge vorgesehen werden.

Literatur:

Bäumler, Bremsverzögerungen von PKW, Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik (1992).

Lutz, Begleitende Messungen bei Bremsversuchen von Motorrad-Fahrerlehrgängen, Diplomarbeit am Institut für Ma-

schinendynamik und Messtechnik, Technische Universität Wien (1993).

Vavryn/Kaufmann, Kurvenlinien Einspuriger Kraftfahrzeuge, KfV, Wien (1992).

Vavryn/Kaufmann, Zumutbare Fahrerreaktionen, KfV, Wien (1993).

Grill, Messung und Auswertung von Motorradbremsversuchen, Diplomarbeit am Institut für Maschinendynamik und Messtechnik, Technische Universität Wien (1994).

Schmieder et al, Kraftschlusspotentiale moderner Motorradreifen, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft F 9, Bergisch Gladbach (1994).

Hauer, Reaktionszeit- und Bremsverzögerungsmessung bei Motorradbremsversuchen, Diplomarbeit am Institut für Maschinendynamik und Messtechnik, Technische Universität Wien (1995).

Vavryn/Winkelbauer, Bremsverzögerungswerte und Reaktionszeiten bei Motorradfahrern, KfV, Wien (1996).

Präckel, Bremsverhalten von Fahrern von Motorrädern mit und ohne ABS, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen Heft F 18, Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bremerhaven (1996).

Risser, Fahrleistungen: Untersuchungen über Kfz-Fahrleistungen in Österreich, Deutschland und der Schweiz im Überblick, Verkehr in Österreich, H 21 (1996).

Spornier, Ansatzpunkte für die Bewertung der Risikoexposition bei PKW/Motorrad-Kollisionen, Büro für Kfz-Technik, VdS, München (1996).

Ruspekhofner, Untersuchung der Reaktionszeit und der Bremsverzögerung von Motorradfahrern und -fahrerinnen, Diplomarbeit am Institut für Maschinendynamik und Messtechnik, Technische Universität Wien (1996).

Stoffregen, Motorradtechnik², Braunschweig (1996).

Fischer, Ausnutzungsgrad der maximal möglichen Bremsverzögerung bei Motorradbremsversuchen, Diplomarbeit am Institut für Maschinendynamik und Messtechnik, Technische Universität Wien (1997).

Präckel/Schröder, Bremsverhalten von Motorradfahrern im realen Straßenverkehr, 6. EVU Jahrestagung, Bratislava (1997).

Schiebel, Ausrüstung eines Motorrades zur Messung der Bremsmomente, Diplomarbeit am Institut für Maschinendynamik und Messtechnik, Technische Universität Wien (1997).

Foster, Motorcycle Accidents: Assessment of Speed from Scrape Marks, 6. EVU Jahrestagung, Bratislava (1997).

Vavryn/Winkelbauer, Bremskraftregelverhalten von Motorradfahrern, KfV, Wien (1998).

Bartl, Sicherheit für Fahranfänger durch Mehrphasen-Fahrausbildung, ZVR 2000, 315.