

Erkennbarkeit von Motorrädern am Tag – Untersuchungen zum vorderen Signalbild

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Fahrzeugtechnik Heft F 71

bast

Erkennbarkeit von Motorrädern am Tag – Untersuchungen zum vorderen Signalbild

von

Oliver Bartels
Klaus Sander

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Fahrzeugtechnik Heft F 71

bast

Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen**. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

A - Allgemeines
B - Brücken- und Ingenieurbau
F - Fahrzeugtechnik
M - Mensch und Sicherheit
S - Straßenbau
V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen** können direkt beim Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bgm.-Smidt-Str. 74-76, D-27568 Bremerhaven, Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in Kurzform im Informationsdienst **BAST-Info** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos abgegeben; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt AP F1100.5107021

Erkennbarkeit von Motorrädern am Tag
– Untersuchungen zum vorderen Signalbild

Herausgeber

Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach
Telefon: (0 22 04) 43 - 0
Telefax: (0 22 04) 43 - 674

Redaktion

Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Druck und Verlag

Wirtschaftsverlag NW
Verlag für neue Wissenschaft GmbH
Postfach 10 11 10, D-27511 Bremerhaven
Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0
Telefax: (04 71) 9 45 44 77
Email: vertrieb@nw-verlag.de
Internet: www.nw-verlag.de

ISSN 0943-9307
ISBN 978-3-86509-887-0

Bergisch Gladbach, Mai 2009

Kurzfassung – Abstract

Erkennbarkeit von Motorrädern am Tag – Untersuchungen zum vorderen Signalbild

Studien zeigen, dass vom Fahren mit Licht am Tag ein Verkehrssicherheitsgewinn erwartet wird. Daher wird in Deutschland seit Oktober 2005 empfohlen, dass alle mehrspurigen Kraftfahrzeuge am Tag mit eingeschaltetem Abblendlicht oder speziellen Tagfahrleuchten (nach ECE-R87) fahren sollen. Tagfahrleuchten für mehrspurige Kraftfahrzeuge sind speziell auf die Erkennbarkeit des Kraftfahrzeuges ausgelegt und haben eine andere Abstrahlcharakteristik als Abblendlicht. Bei einer vermehrten Verbreitung von Tagfahrleuchten bei mehrspurigen Kraftfahrzeugen ist nicht ausgeschlossen, dass Motorräder im Vergleich zur heutigen Situation schlechter erkennbar sein werden, da Motorräder derzeit nicht mit Tagfahrleuchten ausgerüstet werden dürfen.

Aus diesem Grund wurde in der vorliegenden Studie untersucht, inwieweit sich die Erkennbarkeit von Motorrädern gegenüber der derzeitigen Situation steigern lässt. Gleichzeitig sollte geklärt werden, ob Motorräder mit dem heutigen Signalbild am Tag (Abblendlicht) zukünftig schlechter erkennbar sein könnten.

Folgende unterschiedliche Leuchtenkonfigurationen, die die Motorräder mit einem gesonderten oder angepassten Signalbild besser sichtbar und erkennbar machen sollen, wurden dafür an zwei verschiedenen Motorrädern montiert: Abblendlicht, Abblendlicht mit dauerhaft leuchtenden vorderen Fahrtrichtungsanzeigern, Tagfahrleuchten in Weiß, selective Yellow und Amber sowie weiße Tagfahrleuchten als Paar beziehungsweise mit größerer Lichtstärke. Im statischen Versuch wurden diese dann durch Probanden in verschiedenen realitätsnahen Verkehrssituationen vergleichend bewertet. Abschließend wurden Vorschläge für ein optimiertes vorderes Signalbild von Motorrädern und damit verbundene notwendige Vorschriftenänderungen erarbeitet.

Die wichtigsten Ergebnisse für die Verbesserung des vorderen Signalbildes am Motorrad sind:

- Eine Tagfahrleuchte nach ECE-R87 ist besser erkennbar als Abblendlicht.
- Zwei Tagfahrleuchten sind besser erkennbar als eine Tagfahrleuchte.

- Lichtstärkere Tagfahrleuchten sind auf größere Entfernung besser erkennbar als lichtschwächere Tagfahrleuchten, während Erkennbarkeitsunterschiede durch verschiedene Farben beziehungsweise Farbbereiche mit zunehmender Beobachtungsentfernung abnehmen.
- Mehrspurige Fahrzeuge und ihre Beleuchtung hatten keinen Einfluss auf die Erkennbarkeitsbewertung der Motorräder.

Als Konsequenz der Untersuchungsergebnisse zur Erkennbarkeit von Motorrädern sollte der Anbau von einer oder zwei Tagfahrleuchten nach ECE-R87 an Motorrädern erlaubt werden, um tagsüber mit eingeschalteten Tagfahrleuchten anstelle des Abblendlichts fahren zu können.

Dadurch ist eine Verbesserung der Erkennbarkeit von Motorrädern am Tag möglich und zusätzlich kann der Energieverbrauch durch die Beleuchtung gemindert werden.

Daytime conspicuity of motorcycles – research on the frontal signal pattern

Studies have shown that driving with light during daytime is expected to lead to a benefit in traffic safety. Therefore it is recommended in Germany since October 2005 that all multilane powered vehicles drive with activated passing beam or dedicated daytime running light (DRL, according ECE-R87) during daytime. DRL for multilane powered vehicles are specially designed for the conspicuity of the powered vehicle and have a different directional characteristic of the radiation than the passing beam. It is not excluded that with an increased share of DRLs on multilane powered vehicles motorcycles would be less conspicuous compared to the present situation because currently it is not allowed to install DRLs on motorcycles.

For this reason the study at hand investigated, to which extent the conspicuity of motorcycles is increasable compared to the current situation. It should be clarified at the same time, whether motorcycles with the current daytime signal pattern (passing beam) could possibly be worse conspicuous in the future.

The following different configurations of lamps which should make the motorcycles better visible and conspicuous by means of a special or adjusted signal pattern were therefore mounted on two different motorcycles: Passing beam, passing beam with permanently activated direction indicators, a DRL in white, selective yellow and amber as well as white DRLs in pairs respectively with higher luminous intensity. These were comparatively assessed in a static experiment by test persons in different realistic traffic situations. Finally proposals for an optimised signal pattern at the front of motorcycles and the therewith associated and needed changes in regulations were developed.

The major results for the improvement of the signal pattern at the front of motorcycles are:

- One DRL according to ECE-R87 is better recognisable than the normal passing beam.
- Two DRLs are better recognisable than a single DRL.
- DRLs with a higher luminous intensity are better recognisable at greater distances than DRLs with a low luminous intensity, whereas the differences in the conspicuity caused by different colours respectively colour regions fade with greater distances.
- Multilane vehicles and their lighting had no influence on the conspicuity of the motorcycles.

As a consequence of the results of the research into conspicuity of motorcycles the mounting of one or two DRLs according to ECE-R87 on motorcycles should be permitted to have the possibility to drive with activated DRLs instead of passing beam during daytime.

By that means an enhancement of daytime conspicuity of powered two wheelers is possible. In addition the energy consumption of the lighting can be reduced.

Inhalt

1	Einleitung	7	4	Diskussion der Ergebnisse und Folgerungen	23
1.1	Ausgangslage	7			
1.2	Ziele	7			
1.3	Bisherige Studien	7	5	Fazit	24
2	Versuchsaufbau und -durchführung	8	6	Tabellarische Auswertung der Probandenversuche	25
2.1	Erste Versuchsreihe	8	6.1	Einzelergebnisse der Paarvergleiche für den Aufbau „PkwA“ und „PkwB“	25
2.1.1	Versuchsaufbau der ersten Versuchsreihe	8	6.2	Gesamtergebnis für die Signalbilder für den Aufbau „PkwA“ und „PkwB“	28
2.1.2	Versuchsdurchführung der Bewertung des vorderen Signalbildes beim Motorrad	12	6.3	Einzelergebnisse der Paarvergleiche für den Aufbau „PkwC“	30
2.2	Zweite Versuchsreihe	14	6.4	Gesamtergebnis für die Signalbilder für den Aufbau „PkwC“	31
2.2.1	Versuchsaufbau der zweiten Versuchsreihe	14	7	Literatur	31
2.2.2	Versuchsdurchführung der Bewertung des vorderen Signalbildes beim Motorrad	18			
3	Ergebnisse	19			
3.1	Ergebnisse der ersten Versuchsreihe	19			
3.1.1	Ergebnisse für den Paarvergleich ...	20			
3.1.2	Auswertung und Abschlussbefragung	20			
3.1.2.1	Einschätzungen zum Motorrad-signalbild	20			
3.1.2.2	Einfluss des Pkw auf die Erkennbarkeit des Motorrades	21			
3.2	Ergebnisse der zweiten Versuchsreihe	21			
3.2.1	Ergebnisse für den Paarvergleich ...	21			
3.2.2	Auswertung und Abschlussbefragung	22			
3.2.2.1	Einschätzungen zum Motorrad-signalbild	22			
3.2.2.2	Einfluss des Pkw auf die Erkennbarkeit des Motorrades	23			

1 Einleitung

In dem hier vorliegenden Bericht sind die Ergebnisse der Forschungsprojekte „Signalisierung von motorisierten Zweirädern am Tag bei Einführung einer Tagesfahrlichtpflicht in Deutschland“ (AP 06 511/F1) und „Tagfahrlicht bei motorisierten Zweirädern – weiterführende Untersuchungen“ (AP F1100.5107021) der BASt zusammengefasst.

1.1 Ausgangslage

In einer Untersuchung der BASt wurde festgestellt, dass mit Fahren mit Licht am Tage deutliche Verkehrssicherheitsgewinne zu erwarten sind [1]. Wenn alle Fahrzeuge tagsüber mit Licht unterwegs wären, wird mit einer Reduktion der Unfallopferzahlen um 3 % gerechnet. Daraufhin hat der Bundesverkehrsminister im Oktober 2005 empfohlen, dass alle mehrspurigen Kraftfahrzeuge am Tag mit eingeschaltetem Abblendlicht oder speziellen Tagfahrleuchten (nach ECE-R87 [2]) fahren sollen. Ob jedoch eine Verschlechterung der Erkennbarkeit von Motorrädern, die bisher schon mit Abblendlicht fahren, mit der Einführung einer Tagfahrlichtpflicht einhergeht, ist nicht bekannt.

Die Einführung der Lichtpflicht (eingeschaltetes Abblendlicht) am Tag für einspurige Kraftfahrzeuge (Motorräder) im Jahr 1988 war dafür gedacht, diese Fahrzeuge speziell hervorzuheben und besser erkennbar zu machen, um Unfallzahlen zu senken.

Wenn auch die mehrspurigen Kraftfahrzeuge am Tag immer mit Abblendlicht unterwegs wären, würde für die Motorräder die heutige deutliche Un-



Bild 1.1: Beispielhafter Versuchsaufbau zur statischen Bewertung der Motorradernkennbarkeit (Überholvorgang, Pkw und Motorrad mit eingeschaltetem Abblendlicht)

terscheidung zu den mehrspurigen Kraftfahrzeugen entfallen, die absolute Erkennbarkeit der Motorräder aber nicht unbedingt abnehmen (Bild 1.1). Spezielle Tagfahrleuchten (nach ECE-R87) für mehrspurige Kraftfahrzeuge haben jedoch eine völlig andere Abstrahlcharakteristik als das Abblendlicht, da Erstere speziell auf Erkennbarkeit ausgelegt sind. Bei einer vermehrten Verbreitung von Tagfahrleuchten (deren Abstrahlcharakteristik einem leistungsreduzierten Fernlicht entspricht) bei mehrspurigen Kraftfahrzeugen ist nicht ausgeschlossen, dass Motorräder im Vergleich zur heutigen Situation schlechter erkennbar sein werden, da Motorräder derzeit nicht mit Tagfahrleuchten ausgerüstet werden dürfen.

1.2 Ziele

Aus diesem Grund wird mit der vorliegenden Studie untersucht, inwieweit sich die Erkennbarkeit von Motorrädern gegenüber der derzeitigen Situation steigern lässt. Gleichzeitig soll geklärt werden, ob Motorräder mit dem heutigen Signalbild am Tag (Abblendlicht) zukünftig schlechter erkennbar sein könnten, da ihre spezielle Auffälligkeit im „Lichtermeer“ unterzugehen droht. Verschiedene Leuchtenkonfigurationen wurden dafür an zwei Motorrädern montiert und vergleichend bewertet.

Darunter finden sich Alternativlösungen zum Abblendlicht, die Motorräder mit einem gesonderten oder angepassten Signalbild besser sichtbar und erkennbar machen sollen. Mit einer verbesserten Erkennbarkeit der Motorräder könnte so gegebenenfalls eine Reduktion der Unfallzahlen bei den Motorradfahrern erreicht werden, da verunfallte Motorradfahrer häufig „übersehen“ wurden.

Abschließend werden Vorschläge für ein optimiertes vorderes Signalbild von Motorrädern und damit verbundene notwendige Vorschriftenänderungen dargestellt.

1.3 Bisherige Studien

Wie man das Signalbild von Motorrädern am Tage optimieren kann, um die Sichtbarkeit der Zweiräder zu verbessern, wird auch international diskutiert [3, 4]. Dabei werden auch die Bedenken erörtert, dass Motorradfahrer ggf. schlechter erkennbar sein werden, wenn alle Kraftfahrzeuge mit Tagesfahrlicht unterwegs sind. Gerade für komplexe und potenziell zu Unfällen führende Verkehrssituationen wird

berichtet, dass Probanden ein Motorrad weniger oft erkannten, wenn alle Kraftfahrzeuge mit Licht am Tage fahren [5, 6].

Nachteile für Motorradfahrer, die die Vorteile für die Autofahrer aufwiegen, werden vor allem von den Motorradfahrerverbänden befürchtet [7, 8].

FULTON, SIVAK und RUMAR [9-12] sprechen sich dafür aus, die Erkennbarkeit von Motorradfahrern bei Einführung einer Tagfahrlichtpflicht durch eine spezielle Anordnung von Scheinwerfern und Leuchten (z. B. zusätzliche Lampen, Dreiecksanordnung) zu verbessern. Es wird deshalb vorgeschlagen, mehr als eine Lampe zur Signalisation von Motorrädern zu verwenden, weil so Entfernung und Geschwindigkeit des Motorrades besser eingeschätzt werden können.

In einem Forschungsprojekt der NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) wird ebenfalls die Dreiecksanordnung (Abblendlicht und permanent leuchtende Fahrtrichtungsanzeiger) zur Verbesserung der Sichtbarkeit von Motorradfahrern vorgeschlagen [13].

Eine Untersuchung aus Australien kommt zu dem Ergebnis, dass permanent leuchtende Fahrtrichtungsanzeiger oder spezielle Tagfahrleuchten die Erkennbarkeit und Energieeffizienz von Motorrädern gegenüber Motorrädern, die mit Abblendlicht beleuchtet sind, steigern [14].

Auch in einem japanischen Forschungsprojekt wurden verschiedenen Signalbilder mit Dreiecksanordnung der Leuchten untersucht [15]. Die bei dieser Untersuchung geforderten Umgebungshelligkeiten von < 20.000 lx sind jedoch relativ gering und bewerten damit eine andere Verkehrssituation als die Untersuchung der BAST, in der die Tagfahrlichtsituation bei Sonnenschein (Umgebungshelligkeit > 50.000 lx) adressiert wird.

In einer anderen japanischen Untersuchung von Honda wird ein längliches Signalbild am Motorrad mit mehreren Leuchten vorgeschlagen, um das Motorrad durch die größere Signalfäche größer und damit näher erscheinen zu lassen [16].

Der Deutsche Verkehrssicherheitsrat (DVR) spricht sich ebenfalls dafür aus, bei Einführung einer Tagfahrlichtpflicht die Erkennbarkeit von einspurigen Fahrzeugen zu erhöhen. Dafür sollte eine einheitliche europäische Lösung eingebracht werden. Zur Kennzeichnung der Krafträder am Tage schlägt der DVR die Verwendung von gelbem Tagfahrlicht vor [17].

Die Verwendung von (ggf. modifizierten) Tagfahrleuchten nach Regelung ECE-R87, die bisher für mehrspurige Kfz eingesetzt werden dürfen, wurde bei Motorrädern bisher noch nicht untersucht.

Insgesamt lässt sich aus den existierenden Studien ableiten, dass für eine verbesserte Signalisierung von Motorrädern am Tage die Konstellation Dreiecksanordnung, andere Leuchtenfarbe und Tagfahrleuchten nach ECE-R87 in Frage kommen.

2 Versuchsaufbau und -durchführung

Die Versuche zur Erkennbarkeit von Motorrädern wurden in zwei aufeinander aufbauenden Versuchsreihen durchgeführt, um möglichst viele und erfolgversprechende Signalbildvarianten in einem realen Versuchsaufbau testen zu können.

2.1 Erste Versuchsreihe

In einer ersten Versuchsreihe wurden fünf verschiedene vordere Signalbilder an einem Versuchsmotorrad realisiert, die in einem direkten Paarvergleich miteinander auf ihre Erkennbarkeit hin von Probanden bewertet werden sollten.

2.1.1 Versuchsaufbau der ersten Versuchsreihe

Das Versuchsmotorrad (Versuchsmotorrad 1) für die erste Versuchsreihe (Honda CBF 600 A, Bj. 2006) ist serienmäßig mit einem H4-Scheinwerfer ausgerüstet und entspricht damit dem aktuellen Stand der Motorradbeleuchtung. Folgende Signalbilder für das Motorrad wurden untersucht:

- Signalbild A: Abblendlicht (13,5 V, 55 Watt, runde Bauform) (Bild 2.1.2),
- Signalbild B: Abblendlicht mit zusätzlich dauerhaft leuchtenden Fahrtrichtungsanzeigern (13,5 V, 2 x 21 W) (Bild 2.1.3),
- Signalbild C: Tagfahrleuchte in Weiß (13,5 V, 16 W; max. 500 cd, Glühlampentechnik, ovale Bauform) (Bild 2.1.4),
- Signalbild D: Tagfahrleuchte in ‚selective Yellow‘ (gelb) (11,7 V, 24 W, max.

500 cd, Glühlampentechnik, ovale Bauform, Abschlusscheibe in ‚selective Yellow‘) (Bild 2.1.5),

- Signalbild E: Tagfahrleuchte in ‚Amber‘ (Orange) (13,5 V, 24 W, max. 500 cd, Glühlampentechnik, ovale Bauform, Glühlampe in ‚Amber‘ lackiert, Abschlusscheibe klar) (Bild 2.1.6).

Die Auswahl der Signalbilder erfolgte unter Berücksichtigung von Erkenntnissen aus der Literatur (Dreiecksanordnung unter Verwendung der Fahrtrichtungsanzeiger) sowie den oben beschriebenen Überlegungen zur Anhebung der Sicherheit eines Zweirades (Verwendung von Tagfahrleuchten, Änderung der Leuchtenfarbe). Die Tagfahrleuchten (TFL) sind ursprünglich aus dem Pkw-Nachrüstbereich und haben eine Genehmigung nach Regelung ECE-R87. Die Tagfahrleuchten für die Signalbilder D und E wurden vom Hersteller der TFL für die Versuche der BAST mit einer leistungsstärkeren Glühlampe ausgerüstet, entsprechend farblich modifiziert und vermessen. Die Abstrahlcharakteristik blieb durch den Wechsel der Glühlampe unverändert, die Lichtstärke wurde bei allen drei TFL vermessen und durch Anpassung der Versorgungsspannung und Glühlampenleistung auf 500 cd im Zentralbereich eingestellt. Die maximale Lichtstärke wurde für die drei verschiedenfarbigen Tagfahrleuchten auf je 500 cd eingestellt, um die reine Farbwirkung der Tagfahrleuchten unabhängig von Helligkeitsunterschieden bewerten zu können. Die maximale Helligkeit der Tagfahrleuchten von 500 cd befindet sich zwar am unteren Ende der Skala des gesetzlich erlaubten Bereichs für die maximalen Lichtstärken von 400 cd-1.200 cd, ist aber derzeit ein durchaus üblicher Wert für auf dem Markt befindliche und erhältliche Tagfahrleuchten (die Tagfahrleuchte in Weiß ist eine aktuelle Tagfahrleuchte aus der Serienproduktion). Die Größe der leuchtenden Fläche der gewählten Tagfahrleuchten ist mit ca. 50 cm² gegenwärtig üblich und vergleichbar mit den am Markt erhältlichen Leuchten. 500 cd Lichtstärke stellte zum Fertigungszeitpunkt der Tagfahrleuchte in ‚Amber‘, Ende des Jahres 2006, auch das technisch machbare Limit für die gewählte Glühlampentechnik dar. Die Glühlampentechnik für die Tagfahrleuchten wurde gewählt, da für die Tagfahrleuchte in ‚selective Yellow‘ zu diesem Zeitpunkt die entsprechenden LEDs mit der benötigten Lichtleistung nicht erhältlich waren.

Das Motorrad war mit einer fernbedienbaren halbautomatischen Verschiebeeinheit für die drei Tagfahrleuchten ausgerüstet, die das Aufleuchten der gewünschten Tagfahrleuchte an derselben Position (in der vertikalen Mittelebene des Motorrads) in definierter Helligkeit am Motorrad gewährleisten (Bilder 2.1.1 bis 2.1.3).

Das Motorrad wurde mit einem Dummy aus der passiven Fahrzeugsicherheit (Hybrid III, 50%-Mann, 75 kg) als Fahrerersatz besetzt. Damit wurde eine realitätsnahe Silhouette des Motorradfahrers für die Bewertung der Erkennbarkeit durch die Probanden geschaffen und das Motorrad für die Einstellung des Scheinwerfers und der Tagfahrleuchten in einen realen Beladungszustand versetzt.

Mit Hilfe eines am Motorrad angebrachten Laserpointers wurde die Längsachse des Motorrads auf der ebenen Versuchsfläche über eine Distanz von 50 m ausgerichtet und mit Spanngurten fixiert.

Die zu bewertenden fünf Signalbilder am Motorrad sind in den Bildern 2.1.4 bis 2.1.8 dargestellt.

Der Pkw wurde für die Untersuchungen mit Nachrüsttagfahrleuchten nach ECE-R87 ausgerüstet



Bild 2.1.1: Motorrad 1 mit Dummy



Bild 2.1.2: Stromversorgung und Steuereinheit



Bild 2.1.4: Signalbild A am Motorrad 1: Abblendlicht

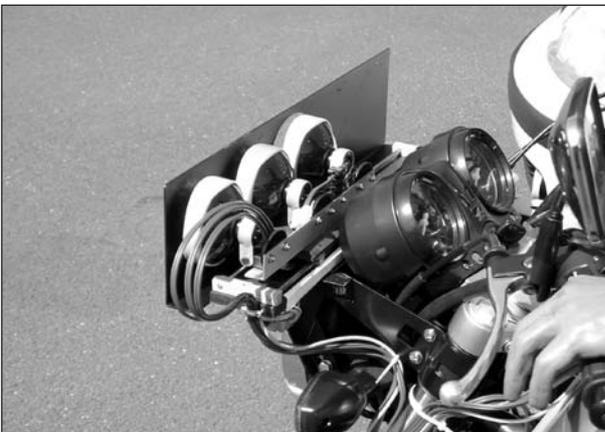


Bild 2.1.3: Halbautomatische Verschiebeeinrichtung für die Tagfahrleuchten am Motorrad 1

(Bild 2.1.9). Es handelte sich um den gleichen Typ Tagfahrleuchten, der auch als weiße Tagfahrleuchte am Motorrad (Signalbild C) verbaut war. Der Pkw besitzt serienmäßig H4-Scheinwerfer für das Abblendlicht (Bild 2.1.10).

Pkw und Motorrad wurden durch externe Stromversorgungen gespeist (Bild 2.1.2), die lastunabhängig jeden Scheinwerfer bzw. jede Leuchte mit 13,5 V (bzw. 11,7 V für die TFL am Motorrad in ‚selective Yellow‘) versorgten, um gleich bleibende Lichtstärken zu garantieren.



Bild 2.1.5: Signalbild B am Motorrad 1: Abblendlicht mit zusätzlich dauerhaft leuchtenden Fahrtrichtungsanzeigern



Bild 2.1.6: Signalbild C am Motorrad 1: weiße Tagfahrleuchte



Bild 2.1.8: Signalbild E am Motorrad 1: orangefarbene Tagfahrleuchte („Amber“)



Bild 2.1.7: Signalbild D am Motorrad 1: gelbe Tagfahrleuchte („selective Yellow“)



Bild 2.1.9: Pkw mit Nachrüstattagfahrleuchten



Bild 2.1.10: Pkw mit Ablendlicht

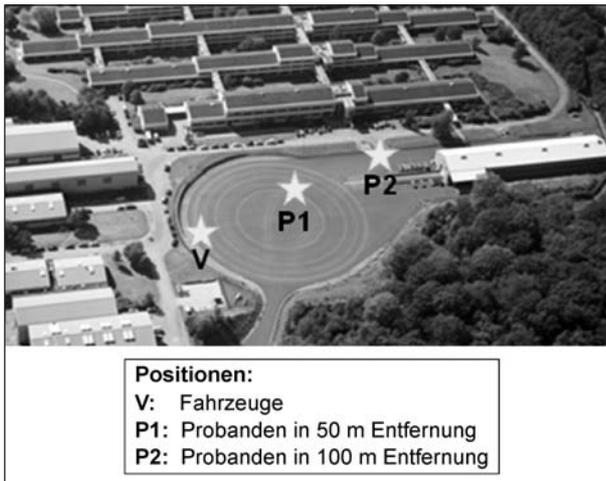


Bild 2.1.11: Fahrzeugtechnische Versuchsanlage der BAST (FTVA)

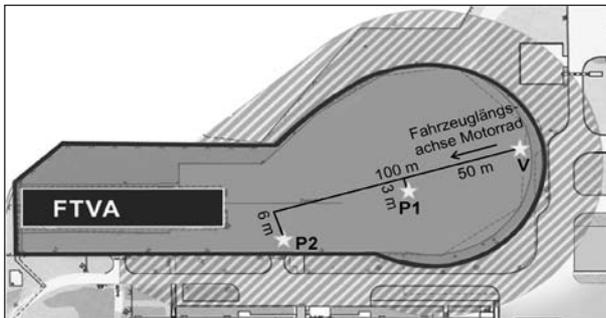


Bild 2.1.12: Versuchsaufbau auf der FTVA: Positionen der Probanden und Fahrzeuge

Als Aufbau für die Bewertung der Erkennbarkeit des Motorrades wurden in der ersten Versuchsreihe zwei typische Verkehrssituationen auf einer Landstraße gewählt und statisch aufgebaut:

1. In Aufbau „PkwA“ überholt das Motorrad einen Pkw (Bild 2.1.13).
2. In Aufbau „PkwB“ fährt das Motorrad in derselben Fahrspur vor dem Pkw (Bild 2.1.14).

Beim Pkw wurden drei verschiedene Signalbilder verwendet. Es waren entweder kein Licht, Ablendlicht oder die Tagfahrleuchten eingeschaltet. Damit sollten die Probanden den möglichen Einfluss des Pkw auf die Erkennbarkeit des Motorrades bei Einführung einer Tagesfahrlichtpflicht für mehrspurige Fahrzeuge in dieser Verkehrssituation bewerten können.

Der Versuchsaufbau erfolgte auf der Freifläche der Fahrzeugtechnischen Versuchsanlage (FTVA) der BAST. Die zu bewertenden Verkehrssituationen mit den Fahrzeugen waren hier im Randbereich der Fahrdynamikfläche aufgebaut (Bilder 2.1.11 und 2.1.12).



Bild 2.1.13: Verkehrsszene „PkwA“: Überholvorgang



Bild 2.1.14: Verkehrsszene „PkwB“: Fahren in gleicher Fahrspur

2.1.2 Versuchsdurchführung der Bewertung des vorderen Signalbildes beim Motorrad

Für die statische Bewertung der Erkennbarkeit des Motorrades wurden Probanden gebeten, die Szene aus Bild 2.1.13 und Bild 2.1.14 aus 50 m und

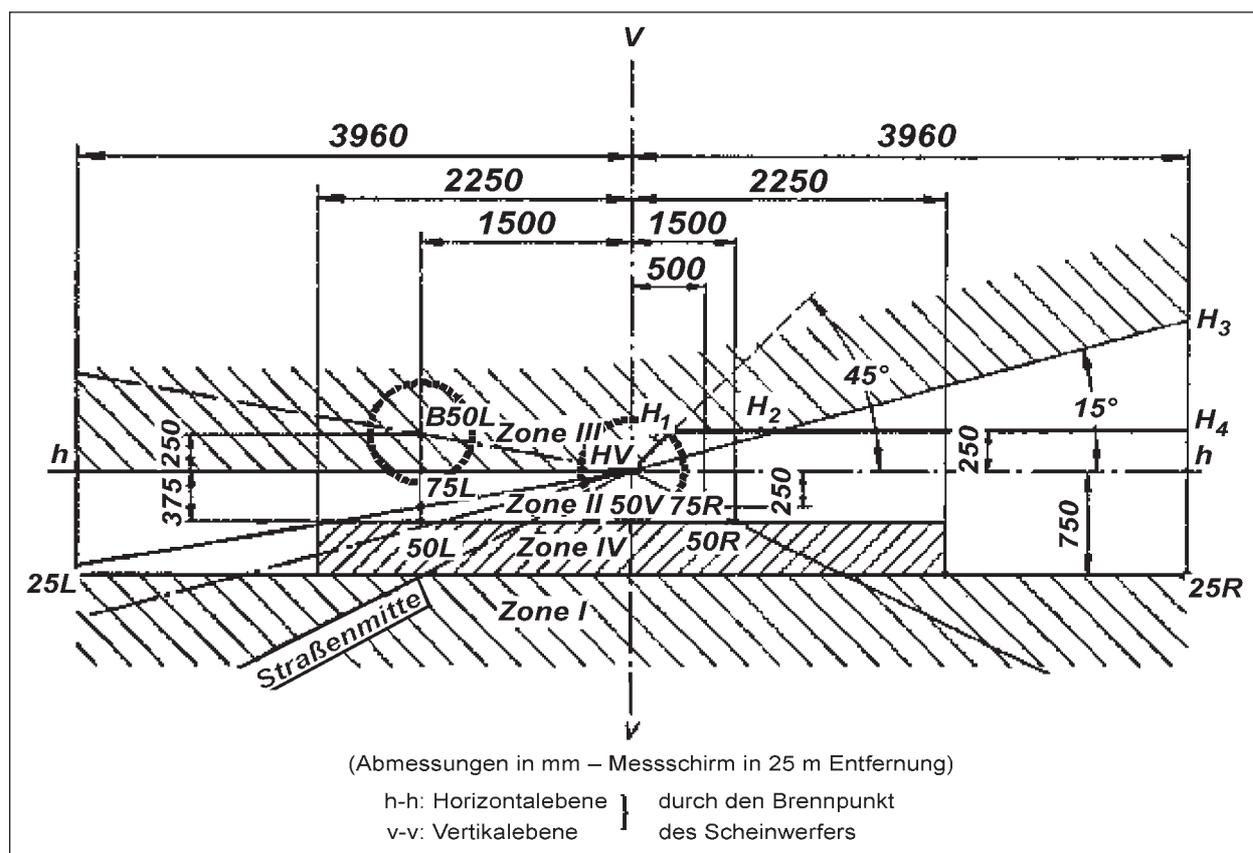


Bild 2.1.15: Punkte B50L (links) und HV (Mitte) aus der ECE-R112 [18]

aus 100 m Entfernung zu beurteilen. Aufgabe für die Probanden war, nur das Signalbild des Motorrades zu bewerten. Die Beobachtersposition der stehenden Probanden befand sich außerhalb der Längsachse der Fahrzeuge im Punkt B50L aus der ECE-R20 bzw. ECE-R112 (Bilder 2.1.12 und 2.1.15). Dieser Beobachterpunkt wurde gewählt, da sich im Punkt B50L der Messpunkt für die Blendung des Gegenverkehrs bei der Typprüfung der Abblendlichtscheinwerfer befindet und dadurch die Beleuchtungsstärke hier definiert limitiert ist.

Die Umgebungsbedingungen mussten trocken sein beziehungsweise es durften keine Reflexionen oder Spiegelungen der Fahrzeugbeleuchtung durch eventuell vorhandenes Restwasser auf der Fahrbahn in Beobachtersrichtung der Probanden auftreten. Die Umgebungsbeleuchtung musste sonnigem Wetter (Umgebungshelligkeit > 50.000 lx) entsprechen.

Es wurden für die drei Pkw-Signalbilder alle fünf möglichen Signalbilder beim Motorrad (aus Bild 2.1.2 bis 2.1.8) bewertet. Dabei wurde jeweils zwischen zwei Signalbildern beim Motorrad einmal umgeschaltet, sodass dieses Paar verglichen werden konnte. Pro Pkw-Signalbild waren also 10

Paare von Motorrad-Signalbildern (alle Permutationen) zu bewerten. Dem eigentlichen Versuch waren fünf Paarvergleiche vorgeschaltet, um Eingewöhnungseffekte in den Versuchsablauf zu minimieren. Diese ersten fünf Bewertungen der Probanden wurden für die Datenauswertung verworfen. Jedes Signalbild war für die Probanden 3 Sekunden zu sehen, dann folgte eine Pause von 3 Sekunden, dann erleuchtete das zweite Signalbild für 3 Sekunden und die Probanden sollten sich spontan eine Meinung bilden, welches der beiden Signalbilder am Motorrad am besten erkennbar oder ob kein Unterschied wahrnehmbar war.

Der erste Versuchsdurchgang fand von einer Beobachtersposition (B50L, 3 m Versatz zur Motorradlängsachse (Punkt HV in Bild 2.1.15)) in 50 m Entfernung statt. Es wurde immer zwischen je zwei verschiedenen Signalbildern des Motorrades umgeschaltet und dann direkt bewertet, bis alle Kombinationen paarweise durchgetestet waren (s. Tabelle 2.1.1). Der Pkw war erst unbeleuchtet, in einem zweiten Testdurchlauf permanent mit Abblendlicht und in einem dritten Testdurchlauf permanent mit Tagfahrleuchten beleuchtet. In drei direkt anschließenden Testdurchläufen wurde dieser Ver-

Versuchskonfiguration: 50 m Beobachtungs- abstand, Pkw hinter dem Motorrad, Pkw Licht aus	Erkennbarkeit des Motorrads:			Vergleichs- schaltung am Motorrad
	1. besser	beide gleich	2. besser	
1.1				A<->B
1.2				A<->C
1.3				A<->D
1.4				A<->E
1.5				B<->E
1.6				B<->D
1.7				D<->A
1.8				B<->C
1.9				C<->A
1.10				C<->D
1.11				D<->E
1.12				E<->A
1.13				E<->C
1.14				E<->B
1.15				B<->A

Tab. 2.1.1: Bewertungsbogen für die Probanden für einen der sechs Versuchsdurchgänge

suchsablauf mit einer Beobachterposition (B50L, 6 m Versatz zur Motorradlängsachse) in 100 m Entfernung wiederholt. Die Probanden konnten die Versuche in Gruppen von 6-10 Personen, die für vergleichbare Sichtwinkel möglichst dicht zusammen standen, durchführen, damit die Anzahl der Versuchstage möglichst gering war und damit die Umgebungsbedingungen möglichst für alle Probanden gleich waren.

Die Probanden wurden gebeten, während des Versuchs nur die Erkennbarkeit des Motorrades mit Hilfe der Bewertungstabellen im Fragebogen zu bewerten. In der folgenden Abschlussbefragung sollte eine subjektive Gesamtbewertung des Signalbildes am Motorrad abgegeben, der Einfluss des Pkw bewertet und mögliche Verbesserungsvorschläge und Anmerkungen zu den verschiedenen Signalbildern am Motorrad angegeben werden. Die Versuchszeit inklusive Abschlussbefragung für die Probanden betrug ca. 60 min.

Die Wetterbedingungen waren bei den Versuchen für alle Probanden konstant und vergleichbar. Es herrschte Sonnenschein mit trockener Fahrbahnoberfläche mit Umgebungshelligkeitsbedingungen zwischen 75.000 und 100.000 lx.

2.2 Zweite Versuchsreihe

Basierend auf den Ergebnissen der ersten Versuchsreihe wurden in einer anschließenden zweiten Versuchsreihe sieben verschiedene vordere Signalbilder mit Tagfahrleuchten an zwei Versuchsmotorrädern realisiert, die wieder in einem direkten Paarvergleich miteinander auf ihre Erkennbarkeit hin von Probanden bewertet werden sollten. Variiert wurden in der zweiten Versuchsreihe insbesondere die Verdoppelung der Anzahl der Tagfahrleuchten, die Leuchtmitteltechnologie (Glühlampe oder LED), die Lichtstärke, die Größe der leuchtenden Fläche und die Form der Tagfahrleuchte.

2.2.1 Versuchsaufbau der zweiten Versuchsreihe

Das Versuchsmotorrad 1 (Honda CBF 600 A, Bj. 2006, aus der ersten Versuchsreihe) wurde mit neun Tagfahrleuchten ausgerüstet. Damit wurden die unten aufgeführten Signalbilder A_{TFL} bis F_{TFL} realisiert. Das zweite Versuchsmotorrad (Versuchsmotorrad 2) wurde von einem europäischen Fahrzeughersteller zur Verfügung gestellt und war mit einer speziellen Tagfahrleuchte (Prototyp-Leuchte, die die ECE-R87 erfüllt) ausgerüstet (Signalbild G_{TFL}). Die untersuchten Signalbilder waren:

- Signalbild A_{TFL} : Eine Tagfahrleuchte in Weiß (max. 500 cd, Glühlampentechnik, ovale Bauform, leuchtende Fläche ca. 50 cm², Referenz-Tagfahrleuchte aus der ersten Versuchsreihe (dort Signalbild C)) (Bild 2.2.2).
- Signalbild B_{TFL} : Zwei Tagfahrleuchten in Weiß (max. 500 cd/TFL, Glühlampentechnik, ovale Bauform, leuchtende Fläche je ca. 50 cm², Abstand 200 mm) (Bild 2.2.3).
- Signalbild C_{TFL} : Zwei Tagfahrleuchten in Weiß (max. 650 cd/TFL, LED-Technik, runde Bauform, leuchtende Fläche je ca. 40 cm², Abstand 200 mm) (Bild 2.2.4).
- Signalbild D_{TFL} : Zwei Tagfahrleuchten in Weiß (max. 1.000 cd/TFL, Glühlampentechnik, runde Bauform, leuchtende Fläche je ca. 25 cm² (Minimum aus der ECE-



Bild 2.2.1: Anordnung der Tagfahrleuchten am Motorrad 1 für die zweite Versuchsreihe



Bild 2.2.2: Gesamtansicht Motorrad 1

R87), Abstand 200 mm) (Bild 2.2.5).

- Signalbild E_{TFL} : Eine Tagfahrleuchte in Weiß (max. 650 cd, LED-Technik, runde Bauform, leuchtende Fläche ca. 40 cm²) (Bild 2.2.6).
- Signalbild F_{TFL} : Eine Tagfahrleuchte in Weiß (max. 1.000 cd, Glühlampentechnik, runde Bauform, leuch-



Bild 2.2.3: Tagfahrleuchte am Motorrad 2

tende Fläche ca. 25 cm²) (Bild 2.2.7).

- Signalbild G_{TFL} : Eine Tagfahrleuchte in Weiß (max. 800 cd, LED-Technik, V-förmig, leuchtende Fläche ca. 80 cm²) (Bild 2.2.8).

Die Auswahl der Signalbilder erfolgte unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus der ersten Versuchsreihe sowie der dort beschriebenen Überlegungen zur Anhebung der Sicherheit eines Zweirades (Verwendung von zwei Tagfahrleuchten, Änderung der Lichtstärke, der leuchtenden Fläche und Verwendung von LED-Technik).

Die Tagfahrleuchten (TFL) für die Signalbilder A_{TFL} , B_{TFL} , C_{TFL} und E_{TFL} sind ursprünglich aus dem Pkw-Nachrüstbereich (A_{TFL} , und B_{TFL} beziehungsweise C_{TFL} und E_{TFL} sind je vom gleichen Typ) und haben eine Genehmigung nach Regelung ECE-R87. Die Tagfahrleuchten für die Signalbilder D_{TFL} , F_{TFL} und G_{TFL} wurden speziell angefertigt und erfüllen ebenfalls die Vorgaben nach Regelung ECE-R87. Für den Abstand der TFL bei den Signalbildern B_{TFL} , C_{TFL} und D_{TFL} wurde mit 200 mm das Maximum gewählt, das bei Motorrädern auch für Ablend- und Fernlicht in der ECE-R53 zulässig ist.

Die TFL für die Signalbilder A_{TFL} und B_{TFL} sind die gleichen TFL wie aus der ersten Versuchsreihe (Signalbild C). Sie sind mit einer Glühlampe ausgerüstet, haben je eine maximale Lichtstärke im Zentralbereich von 500 cd bei 13,5 V Versorgungsspannung und eine leuchtende Fläche von ca. 50 cm². Das Signalbild A_{TFL} ist mit dem Signalbild C aus der ersten Versuchsreihe identisch und dient als Referenzsignalbild, um die beiden Versuchsreihen miteinander in Verbindung setzen zu können. Signalbild B_{TFL} stellt dann lediglich eine Verdopp-

lung der Leuchtenanzahl zu Signalbild A_{TFL} dar (ebenso C_{TFL} zu E_{TFL}).

Die TFL für die Signalbilder C_{TFL} und E_{TFL} sind TFL, die mit je drei LED-Leuchtmitteln ausgestattet sind. Jede LED sitzt in einem eigenen Reflektorelement, die dreieckig zueinander angeordnet sind. Jede dieser TFL hat eine maximale Lichtstärke von 650 cd bei einer Versorgungsspannung zwischen 9 und 33 V (intern stromgesteuert) und eine leuchtende Fläche von ca. 40 cm². Die Signalbilder C_{TFL} und E_{TFL} wurden ausgewählt, um eine Vergleichbarkeit zu den Signalbildern B_{TFL} und A_{TFL} bei vergleichbarer Lichtstärke, aber einer etwas anderen Lichtfarbe herzustellen. Die LED-Tagfahrleuchten haben durch einen höheren Blauanteil im abgestrahlten Licht eine höhere Farbtemperatur, die näher am Tageslichtweiß ist als die gelblicher wirkenden Glühlampen-TFL. Mit diesen Signalbildern soll die mögliche Farbwirkung der Tagfahrleuchten durch die möglichen unterschiedlichen Technologien der Leuchtmittel unabhängig von Helligkeitsunterschieden untersucht werden.

Die TFL für die Signalbilder D_{TFL} und F_{TFL} sind TFL, die mit einer speziellen High-Performance-Glühlampe als Leuchtmittel ausgestattet sind. Sie sitzt in einem Reflektorelement, das eine leuchtende Fläche von ca. 25 cm² erzeugt (erlaubtes Minimum aus der ECE-R87). Jede dieser TFL hat eine maximale Lichtstärke von 1.000 cd (erlaubt ist eine Lichtstärke im Zentralbereich (HV) von 400 cd bis maximal 1.200 cd) bei einer Versorgungsspannung von 13,5 V. Bei diesen TFL handelt es sich um Prototypen, die von einem Leuchtmittelhersteller speziell für die Untersuchungen angefertigt wurden. Mit diesen Signalbildern sollten Effekte wie Erkennbarkeitsvorteile durch eine sehr hohe Leuchtdichte oder Lichtstärke oder eventuell auch mögliche Blendwirkung bei den TFL untersucht werden.

Die TFL für das Signalbild G_{TFL} ist mit zwölf LED-Leuchtmitteln ausgestattet. Jede LED sitzt in einem eigenen Reflektorelement, die in Vierergruppen V-förmig angeordnet sind. Diese TFL hat eine maximale Lichtstärke von 800 cd und eine leuchtende Fläche von ca. 80 cm². Auch bei dieser TFL handelt es sich um einen Prototypen, der von einem Motorradhersteller speziell für die mögliche eigene Fahrzeugserienausrüstung angefertigt wurde. Das Signalbild G_{TFL} ist für den Vergleich mit den Signalbildern E_{TFL} und F_{TFL} ausgewählt worden, um eventuelle Effekte der Formgebung einer Tagfahrleuchte zu ermitteln.

Die Motorräder waren auch bei der zweiten Versuchsreihe wieder mit einer fernbedienbaren halbautomatischen Schalteinheit für die Tagfahrleuchten ausgerüstet, die das Aufleuchten des gewünschten Tagfahrleuchtsignalbilds in definierter Helligkeit und gleichen Zeitabständen gewährleistet (Bilder 2.2.1 bis 2.2.3).

Beide Motorräder wurde wieder mit einem Dummy aus der passiven Fahrzeugsicherheit (Hybrid III, 50%-Mann, 75 kg) als Fahrerersatz besetzt. Damit wurde eine realitätsnahe Silhouette des Motorradfahrers für die Bewertung der Erkennbarkeit durch die Probanden geschaffen und die Motorräder für die Einstellung der Tagfahrleuchten in einen realen Beladungszustand versetzt.

Die zu bewertenden sieben Signalbilder A_{TFL} bis G_{TFL} an den Motorradern sind in den Bildern 2.2.4 bis 2.2.10 dargestellt.

Der Pkw war für die zweite Versuchsreihe ebenfalls mit den gleichen Nachrüsttagfahrleuchten nach ECE-R87 wie in der ersten Versuchsreihe ausgerüstet (Bild 2.1.9).



Bild 2.2.4: Signalbild A_{TFL} am Motorrad 1: eine Tagfahrleuchte (500 cd)



Bild 2.2.5: Signalbild B_{TFL} am Motorrad 1: zwei Tagfahrleuchten (je 500 cd)



Bild 2.2.7: Signalbild D_{TFL} am Motorrad 1: zwei Tagfahrleuchten (je 1.000 cd)



Bild 2.2.6: Signalbild C_{TFL} am Motorrad 1: zwei LED-Tagfahrleuchten (je 650 cd)



Bild 2.2.8: Signalbild E_{TFL} am Motorrad 1: eine LED-Tagfahrleuchte (650 cd)



Bild 2.2.9: Signalbild F_{TFL} am Motorrad 1: eine Tagfahrleuchte (1.000 cd)



Bild 2.2.10: Signalbild G_{TFL} am Motorrad 2: eine LED-Tagfahrleuchte (800 cd) mit anderer Geometrie

Als Aufbau für die Bewertung der Erkennbarkeit der Motorräder wurde wieder eine typische Verkehrssituation auf einer Landstraße gewählt und statisch aufgebaut, die eine Kombination aus den Verkehrssituationen „PkwA“ und „PkwB“ aus der ersten Versuchsreihe darstellt (Verkehrssituation „PkwC“): Hier fährt ein Motorrad (Motorrad 1) in derselben Fahrspur vor dem Pkw und das andere Motorrad (Motorrad 2) überholt den Pkw und befindet sich somit neben dem Pkw (Bild 2.2.11).



Bild 2.2.11: Verkehrsszenarie „PkwC“ für die zweite Versuchsreihe

Durch den gewählten Aufbau der zweiten Versuchsreihe sind beide Versuchsreihen miteinander vergleichbar. Der Einfluss der Position des Motorrades (neben oder vor dem Pkw) wurde basierend auf den Ergebnissen der ersten Versuchsreihe (kein Einfluss feststellbar) in der zweiten Versuchsreihe nicht mehr untersucht.

Die Tagfahrleuchten des Pkw waren eingeschaltet. Damit sollten die Probanden den möglichen Einfluss des Pkw auf die Erkennbarkeit des Motorrades bei Einführung einer Tagesfahrlichtpflicht für mehrspurige Fahrzeuge in dieser Verkehrssituation bewerten können. Auf weitere Signalbildvarianten am Pkw wurde nach den Erkenntnissen aus der ersten Versuchsreihe verzichtet, um die Anzahl der Versuchsdurchgänge für die Probanden nicht zu groß werden zu lassen.

Der Versuchsaufbau erfolgte wieder auf der Freifläche der FTVA der BAST. Die zu bewertende Verkehrssituation mit den Fahrzeugen waren an der gleichen Stelle wie in der ersten Versuchsreihe im Randbereich der Fahrdynamikfläche aufgebaut (Bilder 2.1.11 und 2.1.12).

2.2.2 Versuchsdurchführung der Bewertung des vorderen Signalbildes beim Motorrad

Für die statische Bewertung der Erkennbarkeit des Motorrades wurden Probanden gebeten, die Szenarie aus Bild 2.2.11 aus 50 m und aus 100 m Entfernung zu beurteilen. Aufgabe für die Probanden war wieder, nur das Signalbild des Motorrades zu bewerten. Die Beobachtersposition der stehenden Probanden befand sich wie in der ersten Versuchsreihe außerhalb der Längsachse von Motorrad 1 im Punkt B50L (Bild 2.1.15). Für die Umge-

bedingungen galten wieder die gleichen Voraussetzungen wie bei der ersten Versuchsreihe: trockene Fahrbahnoberfläche und die Umgebungsbeleuchtung musste sonnigem Wetter ($> 50.000 \text{ lx}$ Umgebungshelligkeit) entsprechen.

Es wurde bei den Versuchen jeweils zwischen zwei Signalbildern beim Motorrad einmal umgeschaltet, sodass dieses Paar verglichen werden konnte. Es waren 17 (bzw. 15 ohne Signalbild G_{TFL} , da dieses Signalbild bei den ersten 14 Probanden aus terminlichen Gründen noch nicht zur Verfügung stand) Paare von Motorradsignalbildern zu bewerten. Fünf Paarvergleiche wurden während eines Versuchsdurchgangs in geänderter Reihenfolge doppelt durchgeführt (darunter die ersten drei Paarvergleiche), um Eingewöhnungseffekte in den Versuchsablauf zu minimieren. Diese fünf Bewertungen der Probanden (jeweils der erste der doppelten Paarvergleiche) wurden für die Datenauswertung verworfen. Jedes Signalbild war wieder für die Probanden 3 Sekunden zu sehen, dann folgte eine Pause von 3 Sekunden, dann leuchtete das zweite Signalbild für 3 Sekunden und die Probanden sollten sich danach wieder direkt eine Meinung bilden, welches der beiden Signalbilder am Motorrad am besten erkennbar oder ob kein Unterschied wahrnehmbar war.

Der erste Versuchsdurchgang fand von einer Beobachterposition (B50L, 3 m Versatz zur Motorradlängsachse) in 50 m Entfernung statt. Es wurde immer zwischen je zwei verschiedenen Signalbildern des Motorrades umgeschaltet und dann direkt bewertet, bis alle Kombinationen paarweise durchgetestet waren (s. Tabelle 2.2.1). Der Pkw war permanent mit Tagfahrleuchten beleuchtet. In einem direkt anschließenden Testdurchlauf wurde dieser Versuchsablauf mit einer Beobachterposition (B50L, 6 m Versatz zur Motorradlängsachse) in 100 m Entfernung wiederholt. Die Probanden konnten die Versuche in Gruppen von 9-16 Personen, die für vergleichbare Sichtwinkel möglichst dicht zusammen standen, durchführen, damit die Anzahl der Versuchstage möglichst gering war und damit die Umgebungsbedingungen möglichst für alle Probanden gleich waren.

Die Probanden wurden wie in der ersten Versuchsreihe gebeten, während des Versuchs nur die Erkennbarkeit des Motorrades mit Hilfe der Bewertungstabellen im Fragebogen zu bewerten. In der folgenden Abschlussbefragung sollte eine subjektive Gesamtbewertung des Signalbildes am Motor-

Versuchskonfiguration: 100 m Beobachtungs- abstand, Pkw hinter/neben dem Motorrad, Pkw TFL an	Erkennbarkeit des Motorrads:			Vergleichs- schaltung am Motorrad
	1. besser	beide gleich	2. besser	
2.1				A<->B
2.2				A<->C
2.3				A<->D
2.4				B<->C
2.5				B<->A
2.6				C<->D
2.7				C<->A
2.8				C<->F
2.9				F<->G
2.10				B<->D
2.11				D<->A
2.12				E<->B
2.13				F<->B
2.14				E<->D
2.15				F<->C
2.16				B<->E
2.17				G<->E

Tab. 2.2.1: Bewertungsbogen für die Probanden für einen der zwei Versuchsdurchgänge

rad abgegeben, der Einfluss des Pkw bewertet und mögliche Verbesserungsvorschläge und Anmerkungen zu den verschiedenen Signalbildern am Motorrad angegeben werden. Die Versuchszeit inklusive Abschlussbefragung für die Probanden betrug ca. 20 min.

Die Wetterbedingungen waren bei den Versuchen für alle Probanden konstant und vergleichbar. Es herrschte Sonnenschein mit trockener Fahrbahnoberfläche mit Umgebungshelligkeitsbedingungen zwischen 75.000 und 90.000 lx.

3 Ergebnisse

3.1 Ergebnisse der ersten Versuchsreihe

Es nahmen in der ersten Versuchsreihe 39 Mitarbeiter der BAST als Probanden an den Versuchen teil, darunter 10 aktive Motorradfahrer. Es waren die verschiedensten Berufsgruppen vertreten. Das Alter der Probanden lag zwischen 25 und 65 Jah-

ren. Von den 39 Probanden bewerteten 20 Probanden die Versuchsszenarie „PkwA“ und 19 Probanden die Versuchsszenarie „PkwB“ (bei den Versuchen zu „PkwB“ hat einer der 19 Probanden lediglich an den drei Versuchsdurchgängen aus 100 m Entfernung teilgenommen).

3.1.1 Ergebnisse für den Paarvergleich

Die Auswertungen der Paarvergleiche zur Erkennbarkeit des Motorrads im statischen Versuch sind in den Tabellen 6.1.1 bis 6.1.12 im Kapitel 6.1 dargestellt. Für jedes einzelne Paar ist dort angegeben, wie oft das erste oder das zweite Signalbild in dem jeweiligen Versuchsaufbau besser erkennbar waren. Eine Quantifizierung, um wie viel besser ein Signalbild wahrgenommen wurde, lässt sich daraus nicht ableiten. Eine solche Einschätzung war auch nicht Aufgabe der Probanden.

Darüber hinaus ist in weiteren Tabellen (Tabellen 6.2.1 bis 6.2.12 im Kapitel 6.2) für jedes der fünf untersuchten Signalbilder dargestellt, wie es insgesamt bei den Paarvergleichen mit den übrigen vier Signalbildern abgeschnitten hat, d. h., wie oft dieses als gewonnen, unentschieden oder verloren gewertet wurde.

Als Ergebnis kann gefolgert werden:

- Das Signalbild B am Motorrad (Abblendlicht mit zusätzlich dauerhaft leuchtenden Fahrtrichtungsanzeigern) zusammen mit den Signalbildern D, E und C (Tagfahrleuchten in ‚selective Yellow‘, ‚Amber‘ oder ‚Weiß‘) wird in der Tendenz als am besten erkennbar gewertet. Dabei hat ein Test der einzelnen Paarvergleiche der Signalbilder für jeden Versuchsdurchlauf aber ergeben, dass die Unterschiede zwischen den Signalbildern B, C, D und E nicht signifikant sind.
- Unter den Tagfahrleuchten schneiden die farbigen Varianten, insbesondere ‚selective Yellow‘, leicht besser ab als die weiße Tagfahrleuchte. Alle Tagfahrleuchten werden aber als weitaus besser erkennbar als das Abblendlicht eingestuft. Die Unterschiede zwischen den Tagfahrleuchten sind in Aufbau „PkwA“ geringer als bei „PkwB“. Im Vergleich dieser Tagfahrleuchten bei den einzelnen Versuchsdurchläufen ist der Unterschied zwischen den drei Farbvarianten jedoch nicht signifikant.
- Das Abblendlicht am Motorrad wird klar als am schlechtesten erkennbar gewertet. Der Test der

einzelnen Paarvergleiche der Signalbilder für jeden Versuchsdurchlauf hat hier ergeben, dass der Unterschied zwischen dem Signalbild A und den anderen vier Signalbildern signifikant ist.

- Es ist bei beiden Aufbauten (Motorrad neben oder vor dem Pkw) kein signifikanter Einfluss der Pkw-Beleuchtung auf die Bewertung der Motorradsignalbilder feststellbar.
- Die Beobachtungsentfernung wirkt sich bei dem Aufbau „PkwA“ auf Signalbild B (Abblendlicht mit zusätzlich dauerhaft leuchtenden Fahrtrichtungsanzeigern am Motorrad) am größten aus. Bei größerer Beobachtungsentfernung wird das Signalbild B als relativ besser erkennbar eingestuft.
- Die Beobachtungsentfernung wirkt sich bei dem Aufbau „PkwB“ auf Signalbild A (Abblendlicht am Motorrad) am größten aus. Bei größerer Beobachtungsentfernung wird das Abblendlicht als relativ schlechter erkennbar eingestuft.

3.1.2 Auswertung und Abschlussbefragung

Neben der Bewertungstabelle für die Paarvergleiche wurden die Probanden auch nach ihren subjektiven Einschätzungen zu den einzelnen Signalbildern und dem Einfluss des Pkw befragt. Die Aussagen sind im Folgenden zusammengefasst.

3.1.2.1 Einschätzungen zum Motorradsignalbild

- Das Signalbild mit Abblendlicht und eingeschalteten Fahrtrichtungsanzeigern am Motorrad wurde am besten eingeschätzt. Als Gründe hierfür wurden die größere Anzahl und breite Verteilung der Leuchten genannt, die gerade aus 100 m Beobachtungsentfernung die Wahrnehmung des Motorradsignalbilds erleichtert habe. Die Farbe der Fahrtrichtungsanzeiger wurde positiv gewertet, um das Motorrad von einem Pkw unterscheiden zu können.
- Auch alle Tagfahrleuchtenvarianten waren bei großer Umgebungshelligkeit erheblich besser erkennbar als das Abblendlicht.
- Die Tagfahrleuchten in Weiß und in ‚selective Yellow‘ waren bei der großen Umgebungshelligkeit (Sonnenschein) farblich kaum voneinander zu unterscheiden und wurden subjektiv von der Erkennbarkeit fast gleich eingeschätzt. Im Paar-

vergleich wurde von einigen Probanden die Tagfahrleuchte in ‚selective Yellow‘ dennoch bevorzugt, da in der Farbe ein Unterscheidungsmerkmal zu Pkw gesehen wurde.

- Die Tagfahrleuchte in ‚Amber‘ war deutlicher von der weißen Tagfahrleuchte zu unterscheiden und wird mit einer Signalwirkung verbunden. Dies wurde wiederum als Unterscheidungsmerkmal zu Pkw gesehen. Orange als dauerhafte Beleuchtung eines Fahrzeugs könnte jedoch zu Missverständnissen führen, da diese Farbe dem Anzeigen der Fahrtrichtungsänderung und dem Warnen vor Gefahrensituationen dient.
- Für alle Varianten mit Tagfahrleuchten wurde vermutet, dass die Verwendung zweier Leuchten in einem seitlichen Abstand besser erkennbar wäre, da das Signalbild des Motorrades verbreitert würde. Diese Vermutung wird in der zweiten Versuchsreihe daher näher untersucht.

3.1.2.2 Einfluss des Pkw auf die Erkennbarkeit des Motorrades

Bei dem gewählten Versuchsaufbau war das Motorrad laut Angaben der Probanden mit jedem der fünf Signalbilder immer als separates und einspuriges Fahrzeug vor dem Pkw erkennbar.

Der Pkw beeinflusste bei diesem Versuchsaufbau die Erkennbarkeit des Motorrades nach Auswertung des Punktesystems nicht, unabhängig von der gewählten Beleuchtung des Pkw. Subjektiv gaben jedoch 5 Testpersonen bei der getesteten Konfiguration „PkwA“ und 7 Testpersonen bei der Konfiguration „PkwB“ an, dass die Erkennbarkeit des Motorrades erschwert wurde, wenn am Pkw Tagfahrleuchten eingeschaltet waren. 3 Testpersonen fühlten sich bei Aufbau „PkwA“ und lediglich eine Testperson bei Aufbau „PkwB“ durch das Abblendlicht am Pkw beeinflusst.

Je nach Sonnenstand kann es auf den großen, gewölbten Flächen eines Pkw (z. B. Windschutzscheibe, Dachkante, Motorhaube) in einem relativ großen Winkelbereich zu Sonnenlichtreflexionen in Beobachtungsrichtung kommen. Diese Lichtreflexe waren bei hoher Umgebungshelligkeit, wie sie hier gefordert war, zum Teil sehr stark ausgeprägt und heller als alle getesteten Beleuchtungseinrichtungen. In diesem Fall wurde der Einfluss des Pkw (jedoch nicht der Einfluss der Pkw-Beleuchtung!) auf die Erkennbarkeit des Motorrades durch einige Pro-

banden als erheblich eingeschätzt. Die Unterscheidung der einzelnen Signalbilder am Motorrad war für die Probanden dennoch immer möglich.

3.2 Ergebnisse der zweiten Versuchsreihe

Es nahmen in der zweiten Versuchsreihe 39 Mitarbeiter der BAST als Probanden an den Versuchen teil, darunter 18 aktive Motorradfahrer. Es waren die verschiedensten Berufsgruppen vertreten. Das Alter der Probanden lag zwischen 25 und 65 Jahren. Von den 39 Probanden bewerteten alle Probanden die Signalbilder A_{TFL} bis F_{TFL} in der Versuchsszenarie „PkwC“ (mit Versuchsmotorrad 1 beziehungsweise beiden Motorrädern aufgebaut), lediglich 25 Probanden bewerteten die Versuchsszenarie mit beiden Motorrädern inklusive Signalbild G_{TFL} , da das zweite Versuchsmotorrad zum Beginn der Untersuchungen nicht zur Verfügung stand (zwei der 25 Probanden haben lediglich an dem Versuchsdurchgang aus 100 m Entfernung teilgenommen).

3.2.1 Ergebnisse für den Paarvergleich

Die Auswertungen der Paarvergleiche zur Erkennbarkeit des Motorrades im statischen Versuch sind in den Tabellen 6.3.1 und 6.3.2 im Kapitel 6.3 dargestellt. Für jedes einzelne Paar ist dort angegeben, wie oft das erste oder das zweite Signalbild in dem jeweiligen Versuchsaufbau besser erkennbar waren. Eine Quantifizierung, um wie viel besser ein Signalbild wahrgenommen wurde, lässt sich daraus auch hier nicht ableiten. Eine solche Einschätzung war auch nicht Aufgabe der Probanden.

Darüber hinaus ist in weiteren Tabellen (Tabellen 6.4.1 und 6.4.2 im Kapitel 6.4) für jedes der sieben untersuchten Signalbilder dargestellt, wie es insgesamt bei den Paarvergleichen mit den übrigen sechs Signalbildern abgeschnitten hat, d. h., wie oft dieses als gewonnen, unentschieden oder verloren gewertet wurde. Im Gegensatz zur ersten Versuchsreihe (Kapitel 6.2) werden hier nicht die absolute Anzahl der Gewinne, Unentschieden oder Niederlagen angegeben, sondern nur der entsprechende Prozentsatz für diejenigen Paarvergleiche, an denen das entsprechende Signalbild beteiligt war. Die absolute Anzahl gäbe nur ein verzerrtes Bild wieder, da in der zweiten Versuchsreihe nicht alle möglichen Permutationen (21 unterschiedliche) der sieben Signalbilder untersucht wurden, da dies

zu viele Paarvergleiche für die Probanden bedeutet hätte und die Fragestellungen der zweiten Versuchsreihe auch mit den durchgeführten Paarvergleichen (12 unterschiedliche) abgedeckt waren.

Aus der Auswertung der Paarvergleiche zur Erkennbarkeit des Motorrads im statischen Versuch der weiterführenden Untersuchung können folgende Ergebnisse abgeleitet werden:

- Alle Signalbilder mit zwei Tagfahrleuchten (Signalbilder B_{TFL} , C_{TFL} , und D_{TFL}) werden durchweg signifikant als besser erkennbar eingestuft als Signalbilder mit einer Tagfahrleuchte (Signalbilder A_{TFL} , E_{TFL} , F_{TFL} und G_{TFL}).
- Die Beobachtungsentfernung wirkt sich auf Signalbild C_{TFL} sehr stark aus. Bei 50 m Entfernung wird Signalbild C_{TFL} als signifikant besser erkennbar eingestuft als Signalbild B_{TFL} , obwohl die Lichtstärken der Signalbilder annähernd gleich groß (2×650 cd zu 2×500 cd) sind. Das Licht der LED-Tagfahrleuchten wird von den Probanden durch die tageslichtähnliche weiße Farbe heller wahrgenommen. Bei 100 m Entfernung ist dieser „Farbeffekt“ jedoch nicht mehr so stark zu erkennen und Signalbild B_{TFL} und C_{TFL} werden als annähernd gleich gut erkennbar eingeschätzt.
- Bei 50 m Entfernung wird Signalbild C_{TFL} ebenso als tendenziell besser erkennbar eingestuft als Signalbild D_{TFL} , obwohl die Lichtstärke und die mittlere Leuchtdichte von Signalbild D_{TFL} deutlich größer sind (2×650 cd zu 2×1.000 cd Lichtstärke bei 2×40 cm² zu 2×25 cm² leuchtender Fläche). Auch hier wird das Licht der LED-Tagfahrleuchten von den Probanden durch die tageslichtähnliche weiße Farbe noch heller wahrgenommen als das lichtstärkere Signalbild D_{TFL} . Bei 100 m Entfernung ist dieser „Farbeffekt“ auch hier nicht mehr zu erkennen und Signalbild C_{TFL} und D_{TFL} werden als gleich gut erkennbar eingeschätzt.
- Zwischen Signalbild B_{TFL} und D_{TFL} wurde von den Probanden kein signifikanter Unterschied für die Erkennbarkeit eingeschätzt, obwohl das Signalbild D_{TFL} die doppelte Lichtstärke und die vierfache Leuchtdichte wie das Signalbild B_{TFL} hat. Das Signalbild D_{TFL} wurde lediglich bei der Entfernung von 100 m etwas besser bewertet.
- Signalbild G_{TFL} wird tendenziell als schlechter erkennbar eingestuft als die Signalbilder E_{TFL} und F_{TFL} . Die Beobachtungsentfernung wirkt

sich auch hier stark aus. Bei größerer Beobachtungsentfernung wird das Signalbild G_{TFL} als relativ schlechter erkennbar eingestuft. Dies kann mit der relativ geringen Leuchtdichte bei Signalbild G_{TFL} zusammenhängen, da diese Tagfahrleuchte (bei vergleichbarer Lichtfarbe durch die LED-Technologie) mit ca. 80 cm² eine doppelt so große leuchtende Fläche wie die Tagfahrleuchte aus Signalbild E_{TFL} , aber nur die 1,23fache Lichtstärke hat.

3.2.2 Auswertung und Abschlussbefragung

Zusätzlich zu den Bewertungstabellen zu den Paarvergleichen wurde die Erkennbarkeit des Motorrads durch die einzelnen Signalbilder von den Probanden auch noch subjektiv eingeschätzt. Daraus können noch die folgenden Ergebnisse abgeleitet werden.

3.2.2.1 Einschätzungen zum Motorradsignalbild

- Die bei der ersten Versuchsreihe von den Probanden geäußerte Vermutung, dass die Verwendung zweier Tagfahrleuchten in einem seitlichen Abstand besser erkennbar wäre als eine Tagfahrleuchte, hat sich bestätigt. Zwei Tagfahrleuchten wurden auch subjektiv als besser erkennbar eingestuft als eine Tagfahrleuchte.
- Der „Farbeffekt“ von Signalbild C_{TFL} ist auch bei Signalbild G_{TFL} zu beobachten. Aus kurzer Entfernung wirkt die V-förmige LED-Tagfahrleuchte sehr hell, grell und auffällig, während Signalbild D_{TFL} nicht sehr auffällig aussieht. Bereits bei 50 m und deutlich bei 100 m Entfernung ist jedoch die tatsächliche Lichtstärke der Tagfahrleuchten entscheidender, und Signalbild D_{TFL} wird als deutlich besser erkennbar eingeschätzt.
- Die subjektiven Einschätzungen der Probanden zu der V-förmigen TFL aus Signalbild G_{TFL} schwanken von „sehr markant und auffällig durch die Form“ bis zu „nicht mehr als Tagfahrleuchte aus der Entfernung (100 m) erkennbar, da zu verschwommen oder schwach“. Die Beobachtungsentfernung wirkt sich auf die Erkennbarkeit von Signalbild G_{TFL} am größten aus. Durch die schmale, lang gezogene Form der Tagfahrleuchte „verschwimmt“ die leuchtende Fläche mit zunehmender Entfernung schneller mit dem Hintergrund als eine kompaktere (z. B. runde) leuchtende Fläche einer Tagfahrleuchte (z. B. Signalbild E_{TFL}).

3.2.2.2 Einfluss des Pkw auf die Erkennbarkeit des Motorrades

Bei dem gewählten Versuchsaufbau waren die Motorräder laut Angaben der Probanden mit jedem der sieben Signalbilder immer als separates und einspuriges Fahrzeug vor oder neben dem Pkw erkennbar.

Der Pkw beeinflusste bei diesem Versuchsaufbau die Erkennbarkeit des Motorrades lediglich für 7 Testpersonen durch die Beleuchtung mit Tagfahrleuchten als Hintergrund zu Versuchsmotorrad 1. 12 Testpersonen gaben jedoch an, dass die Erkennbarkeit des Motorrades durch die helle Wagenfarbe und Sonnenreflexionen auf dem Pkw erschwert wurde. Je nach Sonnenstand kam es teilweise auch in dieser Versuchsreihe wieder auf den großen, gewölbten Flächen des Pkw (z. B. Windschutzscheibe, Dachkante, Motorhaube) in einem relativ großen Winkelbereich zu Sonnenlichtreflexionen in Beobachtungsrichtung. Diese Lichtreflexe waren bei der hohen geforderten Umgebungshelligkeit zum Teil sehr stark ausgeprägt und heller als alle getesteten Beleuchtungseinrichtungen. In diesem Fall wurde der Einfluss des Pkw auf die Erkennbarkeit des Motorrades durch einige Probanden als erheblich eingeschätzt. Die Unterscheidung der einzelnen Signalbilder am Motorrad war für die Probanden dennoch immer möglich.

4 Diskussion der Ergebnisse und Folgerungen

Die Erkennbarkeit des Signalbildes B der ersten Versuchsreihe mit Abblendlicht und zusätzlich dauerhaft leuchtenden Fahrtrichtungsanzeigern ist statistisch nicht signifikant besser als die alternativ bewerteten Tagfahrleuchten; zudem ist dieses Signalbild nicht unproblematisch. Bei den durchgeführten Versuchen haben die Fahrtrichtungsanzeiger mit voller Leistung dauerhaft geleuchtet und waren daher sehr gut sichtbar, da sie als Signalleuchten ausgelegt sind. Für die eigentliche Aufgabe als Fahrtrichtungsanzeiger würde die entsprechende Leuchte wie bisher blinkend betrieben. Die auf der anderen Fahrzeugseite dauerhaft weiterleuchtende Fahrtrichtungsanzeigerleuchte könnte die Eindeutigkeit des Abbiegesignals jedoch negativ beeinflussen. Die dauerhafte Beleuchtung eines Fahrzeugs mit der Signalfarbe Orange könnte auch nach Aussagen von einigen Probanden zu Missverständnissen

führen. Dabei ist in Betracht zu ziehen, dass die Signalfarbe Orange bislang nur der Fahrtrichtungsanzeige dient und dauerhaft leuchtende Fahrtrichtungsanzeiger daher im Verkehr zu Irritationen führen könnten (auch rotes Licht und Blaulicht wären sicherlich sehr auffällig, sind aber für andere Zwecke „belegt“).

Ein weiteres Problem für eventuelle Nachrüstlösungen zur Umnutzung der Fahrtrichtungsanzeiger können bei den heutigen Motorrädern die thermische Widerstandsfähigkeit und Haltbarkeit der Fahrtrichtungsanzeiger sein, die nicht unbedingt auf einen Dauerbetrieb mit voller Lampenleistung ausgelegt sind.

Die in den USA üblichen dauerhaft leuchtenden Fahrtrichtungsanzeiger werden mittels einer Zweifadenlampe in einen leistungsreduzierten oder gedimmten Zustand im Dauerbetrieb geschaltet. Da sie auch in der Nacht dauerhaft leuchten und dabei nicht blenden dürfen, sind sie am Tag aber nur sehr schwach wahrnehmbar und damit nicht als Signalbild im Sinne dieser Untersuchung geeignet. Für die Fahrtrichtungsanzeige wird die Helligkeit der Fahrtrichtungsanzeiger dann entsprechend über den zweiten Glühfaden erhöht. Entsprechend geringer sind die thermische Belastung und der Einfluss auf die Haltbarkeit der Leuchtmittel für die Fahrtrichtungsanzeiger.

Energetisch stellt Signalbild B eine elektrische Mehrbelastung im Bereich von durchschnittlich ca. 5 % und damit geringfügig erhöhtem Kraftstoffverbrauch für das Motorrad dar.

In der zweiten Versuchsreihe wurden alle Signalbilder mit zwei Tagfahrleuchten als signifikant besser erkennbar eingestuft als die Signalbilder mit der entsprechenden einzelnen Tagfahrleuchte. Die Ausrüstung von Motorrädern mit zwei Tagfahrleuchten wurde unabhängig von der Farbe der Leuchte von der Erkennbarkeitswirkung schon in der ersten Versuchsreihe als hoch vermutet, weil sie das Signalbild des Motorrades verbreitern. Energetisch wäre diese Lösung immer noch sehr günstig und könnte die mögliche Uneindeutigkeit der Fahrtrichtungsanzeige vermeiden. Es wären dann allerdings zwei zusätzliche Leuchten an der Front des Motorrades unterzubringen, was je nach Motorradtyp Probleme mit dem benötigten Bauraum geben kann, jedoch nicht unlösbar erscheint.

Der Abstand der zwei Tagfahrleuchten wurde in der zweiten Versuchsreihe in Anlehnung an die Vor-

schriften zu Fern- und Abblendlicht auf maximal 200 mm begrenzt. Eine Vergrößerung dieses Abstandes für mehr Freiheiten und Möglichkeiten beim Anbau der Tagfahrleuchten am Motorrad ist jedoch nicht ausgeschlossen. Es sollte jedoch eine Obergrenze für den Abstand zweier Tagfahrleuchten am Motorrad festgelegt werden, damit sich die Tagfahrleuchten immer noch vor dem Motorrad oder dem Fahrer als Hintergrund befinden und das Motorrad noch als Einspurfahrzeug erkennbar bleibt.

Die Erkennbarkeit der Tagfahrleuchten hängt auch von deren Lichtstärke und der Größe der leuchtenden Fläche ab. Die in der ersten Versuchsreihe gewählten Tagfahrleuchten entsprechen dem derzeit marktüblichen Stand. Innerhalb der gesetzlichen Regelung der ECE-R 87 sind jedoch auch wesentlich hellere und auch wesentlich kleinere Tagfahrleuchten als die für die erste Untersuchung gewählten zulässig (die minimal geforderte Fläche beträgt lediglich 25 cm²). Daher wurden in der zweiten Versuchsreihe Tagfahrleuchten mit verschiedenen Bauformen und Helligkeiten untersucht, die alle die ECE-R87 erfüllen. Verschiedene Beobachtungsentfernungen zeigen einen Einfluss auf die Erkennbarkeit der Tagfahrleuchten beziehungsweise des Signalbildes. Eine im Vergleich zu den Tagfahrleuchten aus der ersten Versuchsreihe (500 cd) im Rahmen der ECE-R87 zulässige Erhöhung der Lichtstärke einer Tagfahrleuchte (z. B. 1.000 cd) bei Motorrädern verbessert deren Erkennbarkeit insbesondere auf größere Entfernungen gegenüber dem derzeit zulässigen Abblendlicht.

Die zusammengefassten Ergebnisse aus den beiden Versuchsreihen sind:

- Eine Tagfahrleuchte nach ECE-R87 ist besser erkennbar als Abblendlicht.
- Zwei Tagfahrleuchten sind besser erkennbar als eine Tagfahrleuchte.
- Lichtstärkere Tagfahrleuchten am oberen Ende des in der ECE-R87 erlaubten Rahmens (400 cd-1.200 cd) sind auf größere Entfernung besser erkennbar als lichtschwächere Tagfahrleuchten, während Erkennbarkeitsunterschiede durch verschiedene Farben beziehungsweise Farbbereiche mit zunehmender Beobachtungsentfernung abnehmen.
- Tagfahrleuchten mit Glühlampentechnik sind auf größere Entfernung (100 m) genauso gut erkennbar wie Tagfahrleuchten mit LED-Technik.

5 Fazit

Die Auswertung der Probandenversuche der BAST hat gezeigt, dass es beim Signalbild von Motorrädern am Tag Verbesserungsmöglichkeiten zur heutigen Situation für die Erkennbarkeit von Motorrädern durch andere Verkehrsteilnehmer gibt.

Insgesamt ergab sich bei der Bewertung der verschiedenen Signalbilder in der ersten Versuchsreihe, dass gegenüber dem Abblendlicht alle vier betrachteten Varianten statistisch signifikant als erheblich besser erkennbar eingestuft wurden. Das Signalbild mit Abblendlicht und zusätzlich dauerhaft leuchtenden Fahrtrichtungsanzeigern wurde sowohl von der Anzahl der Leuchten als auch von der Farbe des Signalbilds von den Probanden als tendenziell, aber gegenüber den Tagfahrleuchten nicht signifikant besser bewertet. Auch die Tagfahrleuchten wurden im Vergleich zum heutigen Abblendlicht als weitaus besser erkennbar eingestuft, wobei die farbigen Tagfahrleuchten als Erkennungsmerkmal für Einspurfahrzeuge leicht favorisiert wurden.

In der Bewertung der Signalbilder der zweiten Versuchsreihe ergab sich weiterhin, dass zwei Tagfahrleuchten signifikant als besser erkennbar eingestuft werden als eine einzelne Tagfahrleuchte. Lichtstärkere Tagfahrleuchten werden weiterhin auf größere Entfernungen als besser erkennbar eingestuft, die unterschiedlichen Technologien der Leuchtmittel ergeben lediglich bei kürzeren Entfernungen einen Unterschied.

Es hat sich nicht gezeigt, dass bei der gegebenen Versuchsanordnung Tagfahrleuchten am Pkw die Erkennbarkeit des Motorrades beeinträchtigen. Dies gilt selbst für das am schlechtesten bewertete Signalbild A „Abblendlicht“ am Motorrad aus der ersten Versuchsreihe. Bei den anderen Beleuchtungsvarianten war die Erkennbarkeit des Motorrades (s. o.) aber besser.

Insgesamt sollte als Konsequenz der Versuche zur Erkennbarkeit sowie der darüber hinaus angestellten Überlegungen zu Alternativlösungen folgendes Vorgehen angestrebt werden:

Aus den Untersuchungsergebnissen ergeben sich Änderungsvorschläge für die ECE-R53 und ECE-R87, die den Anbau von einer oder zwei Tagfahrleuchten nach ECE-R87 an Motorrädern (L₃) optional ermöglichen sollen, um tagsüber mit eingeschalteten Tagfahrleuchten anstelle des Abblend-

lichts fahren zu können. Dadurch ist eine Verbesserung bei der Erkennbarkeit von Motorrädern am Tag möglich und auch der Energieverbrauch durch die Beleuchtung bei Motorrädern kann gemindert werden.

6 Tabellarische Auswertung der Probandenversuche

6.1 Einzelergebnisse der Paarvergleiche für den Aufbau „PkwA“ und „PkwB“

Paarvergleich PkwA		Beobachtungsentfernung: 50 m	Pkw-Beleuchtung: keine	
Signalbild		Bewertung der Probanden		
①	②	Anzahl ① besser erkennbar	Anzahl ① und ② gleich erkennbar	Anzahl ② besser erkennbar
A	B	0	3	17
A	C	1	4	15
A	D	0	4	16
A	E	1	1	18
B	C	5	3	12
B	D	8	6	6
B	E	8	3	9
C	D	4	10	6
C	E	10	3	7
D	E	7	8	5

Tab. 6.1.1: Paarvergleich für Aufbau „PkwA“ aus einer Beobachtungsentfernung von 50 m. Der Pkw hatte keine Beleuchtung eingeschaltet. Eine Signifikanz von 95 % ist bei einer Anzahl ≥ 14 erreicht (grau unterlegt)

Paarvergleich PkwA		Beobachtungsentfernung: 50 m	Pkw-Beleuchtung: Abblendlicht	
Signalbild		Bewertung der Probanden		
①	②	Anzahl ① besser erkennbar	Anzahl ① und ② gleich erkennbar	Anzahl ② besser erkennbar
A	B	1	2	17
A	C	1	2	17
A	D	2	3	15
A	E	2	2	16
B	C	7	3	10
B	D	9	4	7
B	E	8	5	7
C	D	3	10	7
C	E	9	4	7
D	E	9	5	6

Tab. 6.1.2: Paarvergleich für Aufbau „PkwA“ aus einer Beobachtungsentfernung von 50 m. Der Pkw hatte Abblendlicht eingeschaltet. Eine Signifikanz von 95 % ist bei einer Anzahl ≥ 14 erreicht (grau unterlegt)

Paarvergleich PkwA		Beobachtungsentfernung: 50 m	Pkw-Beleuchtung: Tagfahrleuchten	
Signalbild		Bewertung der Probanden		
①	②	Anzahl ① besser erkennbar	Anzahl ① und ② gleich erkennbar	Anzahl ② besser erkennbar
A	B	0	2	18
A	C	1	4	15
A	D	3	1	16
A	E	2	3	15
B	C	8	6	6
B	D	11	3	6
B	E	10	4	6
C	D	3	8	9
C	E	7	6	7
D	E	6	8	6

Tab. 6.1.3: Paarvergleich für Aufbau „PkwA“ aus einer Beobachtungsentfernung von 50 m. Der Pkw hatte Tagfahrleuchten eingeschaltet. Eine Signifikanz von 95 % ist bei einer Anzahl ≥ 14 erreicht (grau unterlegt)

Paarvergleich PkwA		Beobachtungs- entfernung: 100 m		Pkw-Beleuchtung: keine
Signalbild		Bewertung der Probanden		
①	②	Anzahl ① besser erkennbar	Anzahl ① und ② gleich erkennbar	Anzahl ② besser erkennbar
A	B	0	1	19
A	C	1	5	14
A	D	3	4	13
A	E	1	4	15
B	C	8	5	7
B	D	9	5	6
B	E	8	6	6
C	D	2	9	9
C	E	7	6	7
D	E	7	7	6

Tab. 6.1.4: Paarvergleich für Aufbau „PkwA“ aus einer Beobachtungsentfernung von 100 m. Der Pkw hatte keine Beleuchtung eingeschaltet. Eine Signifikanz von 95 % ist bei einer Anzahl ≥ 14 erreicht (grau unterlegt)

Paarvergleich PkwA		Beobachtungs- entfernung: 100 m		Pkw-Beleuchtung: Tagfahrleuchten
Signalbild		Bewertung der Probanden		
①	②	Anzahl ① besser erkennbar	Anzahl ① und ② gleich erkennbar	Anzahl ② besser erkennbar
A	B	0	1	19
A	C	2	5	13
A	D	3	2	15
A	E	2	6	12
B	C	12	5	3
B	D	10	6	4
B	E	8	5	7
C	D	3	10	7
C	E	10	5	5
D	E	6	9	5

Tab. 6.1.6: Paarvergleich für Aufbau „PkwA“ aus einer Beobachtungsentfernung von 100 m. Der Pkw hatte Tagfahrleuchten eingeschaltet. Eine Signifikanz von 95 % ist bei einer Anzahl ≥ 14 erreicht (grau unterlegt)

Paarvergleich PkwA		Beobachtungs- entfernung: 100 m		Pkw-Beleuchtung: Ablendlicht
Signalbild		Bewertung der Probanden		
①	②	Anzahl ① besser erkennbar	Anzahl ① und ② gleich erkennbar	Anzahl ② besser erkennbar
A	B	0	0	20
A	C	1	4	15
A	D	2	3	15
A	E	2	6	12
B	C	11	6	3
B	D	8	3	9
B	E	9	6	5
C	D	4	12	4
C	E	5	9	6
D	E	6	11	3

Tab. 6.1.5: Paarvergleich für Aufbau „PkwA“ aus einer Beobachtungsentfernung von 100 m. Der Pkw hatte Ablendlicht eingeschaltet. Eine Signifikanz von 95 % ist bei einer Anzahl ≥ 14 erreicht (grau unterlegt)

Paarvergleich PkwB		Beobachtungs- entfernung: 50 m		Pkw-Beleuchtung: keine
Signalbild		Bewertung der Probanden		
①	②	Anzahl ① besser erkennbar	Anzahl ① und ② gleich erkennbar	Anzahl ② besser erkennbar
A	B	2	1	15
A	C	4	5	9
A	D	3	2	13
A	E	3	1	14
B	C	10	5	3
B	D	7	3	8
B	E	10	4	4
C	D	2	6	10
C	E	6	3	9
D	E	7	6	5

Tab. 6.1.7: Paarvergleich für Aufbau „PkwB“ aus einer Beobachtungsentfernung von 50 m. Der Pkw hatte keine Beleuchtung eingeschaltet. Eine Signifikanz von 95 % ist bei einer Anzahl ≥ 13 erreicht (grau unterlegt)

Paarvergleich PkwB		Beobachtungs- entfernung: 50 m		Pkw-Beleuchtung: Abblendlicht
Signalbild		Bewertung der Probanden		
①	②	Anzahl ① besser erkennbar	Anzahl ① und ② gleich erkennbar	Anzahl ② besser erkennbar
A	B	0	2	16
A	C	1	8	9
A	D	3	2	13
A	E	3	0	15
B	C	6	5	7
B	D	5	6	7
B	E	6	7	5
C	D	3	6	9
C	E	4	6	8
D	E	7	7	4

Tab. 6.1.8: Paarvergleich für Aufbau „PkwB“ aus einer Beobachtungsentfernung von 50 m. Der Pkw hatte Abblendlicht eingeschaltet. Eine Signifikanz von 95 % ist bei einer Anzahl ≥ 13 erreicht (grau unterlegt)

Paarvergleich PkwB		Beobachtungs- entfernung: 100 m		Pkw-Beleuchtung: keine
Signalbild		Bewertung der Probanden		
①	②	Anzahl ① besser erkennbar	Anzahl ① und ② gleich erkennbar	Anzahl ② besser erkennbar
A	B	0	1	18
A	C	1	6	12
A	D	2	1	16
A	E	1	5	13
B	C	12	2	5
B	D	7	4	8
B	E	9	4	6
C	D	2	9	8
C	E	3	4	12
D	E	6	10	3

Tab. 6.1.10: Paarvergleich für Aufbau „PkwB“ aus einer Beobachtungsentfernung von 100 m. Der Pkw hatte keine Beleuchtung eingeschaltet. Eine Signifikanz von 95 % ist bei einer Anzahl ≥ 13 erreicht (grau unterlegt)

Paarvergleich PkwB		Beobachtungs- entfernung: 50 m		Pkw-Beleuchtung: Tagfahrleuchten
Signalbild		Bewertung der Probanden		
①	②	Anzahl ① besser erkennbar	Anzahl ① und ② gleich erkennbar	Anzahl ② besser erkennbar
A	B	0	2	16
A	C	2	7	9
A	D	2	1	15
A	E	3	1	14
B	C	10	4	4
B	D	8	5	5
B	E	8	4	6
C	D	1	8	9
C	E	4	5	9
D	E	5	8	5

Tab. 6.1.9: Paarvergleich für Aufbau „PkwB“ aus einer Beobachtungsentfernung von 50 m. Der Pkw hatte Tagfahrleuchten eingeschaltet. Eine Signifikanz von 95 % ist bei einer Anzahl ≥ 13 erreicht (grau unterlegt)

Paarvergleich PkwB		Beobachtungs- entfernung: 100 m		Pkw-Beleuchtung: Abblendlicht
Signalbild		Bewertung der Probanden		
①	②	Anzahl ① besser erkennbar	Anzahl ① und ② gleich erkennbar	Anzahl ② besser erkennbar
A	B	0	2	17
A	C	1	8	10
A	D	1	3	15
A	E	1	1	17
B	C	11	3	5
B	D	9	5	5
B	E	10	3	6
C	D	1	11	7
C	E	2	7	10
D	E	9	7	3

Tab. 6.1.11: Paarvergleich für Aufbau „PkwB“ aus einer Beobachtungsentfernung von 100 m. Der Pkw hatte Abblendlicht eingeschaltet. Eine Signifikanz von 95 % ist bei einer Anzahl ≥ 13 erreicht (grau unterlegt)

Paarvergleich PkwB		Beobachtungs- entfernung: 100 m		Pkw-Beleuchtung: Tagfahrleuchten
Signalbild		Bewertung der Probanden		
①	②	Anzahl ① besser erkennbar	Anzahl ① und ② gleich erkennbar	Anzahl ② besser erkennbar
A	B	0	3	16
A	C	0	4	15
A	D	1	1	17
A	E	1	2	16
B	C	10	4	5
B	D	10	3	6
B	E	10	3	6
C	D	2	10	7
C	E	2	6	11
D	E	6	9	4

Tab. 6.1.12: Paarvergleich für Aufbau „PkwB“ aus einer Beobachtungsentfernung von 100 m. Der Pkw hatte Tagfahrleuchten eingeschaltet. Eine Signifikanz von 95 % ist bei einer Anzahl ≥ 13 erreicht (grau unterlegt)

6.2 Gesamtergebnis für die Signalbilder für den Aufbau „PkwA“ und „PkwB“

Paarvergleich PkwA	Beobachtungs- entfernung: 50 m	Pkw-Beleuchtung: keine	
Signalbild	Gesamtanzahl der Paarvergleiche für das Signalbild mit dem Ergebnis		
	gewonnen	unentschieden	verloren
A	2	12	66
B	38	15	27
C	41	20	19
D	35	28	17
E	39	15	26

Tab. 6.2.1: Gesamtanzahl der gewonnenen, unentschiedenen oder verlorenen Paarvergleiche der einzelnen Signalbilder für Aufbau „PkwA“ aus einer Beobachtungsentfernung von 50 m. Der Pkw hatte keine Beleuchtung eingeschaltet

Paarvergleich PkwA	Beobachtungs- entfernung: 50 m	Pkw-Beleuchtung: Abblendlicht	
Signalbild	Gesamtanzahl der Paarvergleiche für das Signalbild mit dem Ergebnis		
	gewonnen	unentschieden	verloren
A	6	9	65
B	41	14	25
C	39	19	22
D	38	22	20
E	39	16	25

Tab. 6.2.2: Gesamtanzahl der gewonnenen, unentschiedenen oder verlorenen Paarvergleiche der einzelnen Signalbilder für Aufbau „PkwA“ aus einer Beobachtungsentfernung von 50 m. Der Pkw hatte Abblendlicht eingeschaltet

Paarvergleich PkwA	Beobachtungs- entfernung: 50 m	Pkw-Beleuchtung: Tagfahrleuchten	
Signalbild	Gesamtanzahl der Paarvergleiche für das Signalbild mit dem Ergebnis		
	gewonnen	unentschieden	verloren
A	6	10	64
B	38	15	27
C	47	15	18
D	32	20	28
E	34	21	25

Tab. 6.2.3: Gesamtanzahl der gewonnenen, unentschiedenen oder verlorenen Paarvergleiche der einzelnen Signalbilder für Aufbau „PkwA“ aus einer Beobachtungsentfernung von 50 m. Der Pkw hatte Tagfahrleuchten eingeschaltet

Paarvergleich PkwA	Beobachtungsentfernung: 100 m	Pkw-Beleuchtung: keine	
Signalbild	Gesamtanzahl der Paarvergleiche für das Signalbild mit dem Ergebnis		
	gewonnen	unentschieden	verloren
A	5	14	61
B	46	17	17
C	30	25	25
D	35	25	20
E	34	23	23

Tab. 6.2.4: Gesamtanzahl der gewonnenen, unentschiedenen oder verlorenen Paarvergleiche der einzelnen Signalbilder für Aufbau „PkwA“ aus einer Beobachtungsentfernung von 100 m. Der Pkw hatte keine Beleuchtung eingeschaltet

Paarvergleich PkwB	Beobachtungsentfernung: 50 m	Pkw-Beleuchtung: keine	
Signalbild	Gesamtanzahl der Paarvergleiche für das Signalbild mit dem Ergebnis		
	gewonnen	unentschieden	verloren
A	12	9	51
B	42	13	17
C	20	19	33
D	38	17	17
E	32	14	26

Tab. 6.2.7: Gesamtanzahl der gewonnenen, unentschiedenen oder verlorenen Paarvergleiche der einzelnen Signalbilder für Aufbau „PkwB“ aus einer Beobachtungsentfernung von 50 m. Der Pkw hatte keine Beleuchtung eingeschaltet

Paarvergleich PkwA	Beobachtungsentfernung: 100 m	Pkw-Beleuchtung: Abblendlicht	
Signalbild	Gesamtanzahl der Paarvergleiche für das Signalbild mit dem Ergebnis		
	gewonnen	unentschieden	verloren
A	5	13	62
B	48	15	17
C	27	31	22
D	31	27	22
E	26	32	22

Tab. 6.2.5: Gesamtanzahl der gewonnenen, unentschiedenen oder verlorenen Paarvergleiche der einzelnen Signalbilder für Aufbau „PkwA“ aus einer Beobachtungsentfernung von 100 m. Der Pkw hatte Abblendlicht eingeschaltet

Paarvergleich PkwB	Beobachtungsentfernung: 50 m	Pkw-Beleuchtung: Abblendlicht	
Signalbild	Gesamtanzahl der Paarvergleiche für das Signalbild mit dem Ergebnis		
	gewonnen	unentschieden	verloren
A	7	12	53
B	33	20	19
C	23	25	24
D	36	21	15
E	32	20	20

Tab. 6.2.8: Gesamtanzahl der gewonnenen, unentschiedenen oder verlorenen Paarvergleiche der einzelnen Signalbilder für Aufbau „PkwB“ aus einer Beobachtungsentfernung von 50 m. Der Pkw hatte Abblendlicht eingeschaltet

Paarvergleich PkwA	Beobachtungsentfernung: 100 m	Pkw-Beleuchtung: Tagfahrleuchten	
Signalbild	Gesamtanzahl der Paarvergleiche für das Signalbild mit dem Ergebnis		
	gewonnen	unentschieden	verloren
A	7	13	60
B	49	17	14
C	29	25	26
D	32	27	21
E	29	25	26

Tab. 6.2.6: Gesamtanzahl der gewonnenen, unentschiedenen oder verlorenen Paarvergleiche der einzelnen Signalbilder für Aufbau „PkwA“ aus einer Beobachtungsentfernung von 100 m. Der Pkw hatte Tagfahrleuchten eingeschaltet

Paarvergleich PkwB	Beobachtungsentfernung: 50 m	Pkw-Beleuchtung: Tagfahrleuchten	
Signalbild	Gesamtanzahl der Paarvergleiche für das Signalbild mit dem Ergebnis		
	gewonnen	unentschieden	verloren
A	7	11	54
B	42	15	15
C	18	24	30
D	34	22	16
E	34	18	20

Tab. 6.2.9: Gesamtanzahl der gewonnenen, unentschiedenen oder verlorenen Paarvergleiche der einzelnen Signalbilder für Aufbau „PkwB“ aus einer Beobachtungsentfernung von 50 m. Der Pkw hatte Tagfahrleuchten eingeschaltet

Paarvergleich PkwB	Beobachtungs- entfernung: 100 m	Pkw-Beleuchtung: keine	
Signalbild	Gesamtanzahl der Paarvergleiche für das Signalbild mit dem Ergebnis		
	gewonnen	unentschieden	verloren
A	4	13	59
B	46	11	19
C	22	21	33
D	38	24	14
E	34	23	19

Tab. 6.2.10: Gesamtanzahl der gewonnenen, unentschiedenen oder verlorenen Paarvergleiche der einzelnen Signalbilder für Aufbau „PkwB“ aus einer Beobachtungsentfernung von 100 m. Der Pkw hatte keine Beleuchtung eingeschaltet

Paarvergleich PkwB	Beobachtungs- entfernung: 100 m	Pkw-Beleuchtung: Abblendlicht	
Signalbild	Gesamtanzahl der Paarvergleiche für das Signalbild mit dem Ergebnis		
	gewonnen	unentschieden	verloren
A	3	14	59
B	47	13	16
C	18	29	29
D	36	26	14
E	36	18	22

Tab. 6.2.11: Gesamtanzahl der gewonnenen, unentschiedenen oder verlorenen Paarvergleiche der einzelnen Signalbilder für Aufbau „PkwB“ aus einer Beobachtungsentfernung von 100 m. Der Pkw hatte Abblendlicht eingeschaltet

Paarvergleich PkwB	Beobachtungs- entfernung: 100 m	Pkw-Beleuchtung: Tagfahrleuchten	
Signalbild	Gesamtanzahl der Paarvergleiche für das Signalbild mit dem Ergebnis		
	gewonnen	unentschieden	verloren
A	2	10	64
B	46	13	17
C	24	24	28
D	36	23	17
E	37	20	19

Tab. 6.2.12: Gesamtanzahl der gewonnenen, unentschiedenen oder verlorenen Paarvergleiche der einzelnen Signalbilder für Aufbau „PkwB“ aus einer Beobachtungsentfernung von 100 m. Der Pkw hatte Tagfahrleuchten eingeschaltet

6.3 Einzelergebnisse der Paarvergleiche für den Aufbau „PkwC“

Paarvergleich PkwC	Beobachtungs- entfernung: 50 m	Pkw-Beleuchtung: Tagfahrleuchten		
Signalbild		Bewertung der Probanden		
①	②	Anzahl ① besser erkennbar	Anzahl ① und ② gleich erkennbar	Anzahl ② besser erkennbar
A _{TFL}	B _{TFL}	4	3	30
A _{TFL}	C _{TFL}	2	3	33
A _{TFL}	D _{TFL}	2	5	30
B _{TFL}	C _{TFL}	8	4	25
B _{TFL}	D _{TFL}	12	16	9
B _{TFL}	E _{TFL}	27	6	4
B _{TFL}	F _{TFL}	28	5	4
C _{TFL}	D _{TFL}	22	4	11
C _{TFL}	F _{TFL}	30	3	4
D _{TFL}	E _{TFL}	30	2	5
E _{TFL}	G _{TFL}	10	7	6
F _{TFL}	G _{TFL}	8	8	7

Tab. 6.3.1: Paarvergleich aus einer Beobachtungsentfernung von 50 m für Aufbau „PkwC“. Eine Signifikanz von 95 % ist bei einer Anzahl ≥ 23 (bzw. ≥ 16 für Paarvergleiche mit Signalbild G_{TFL}) erreicht (grau unterlegt)

Paarvergleich PkwC	Beobachtungs- entfernung: 100 m	Pkw-Beleuchtung: Tagfahrleuchten		
Signalbild		Bewertung der Probanden		
①	②	Anzahl ① besser erkennbar	Anzahl ① und ② gleich erkennbar	Anzahl ② besser erkennbar
A _{TFL}	B _{TFL}	2	7	30
A _{TFL}	C _{TFL}	5	5	29
A _{TFL}	D _{TFL}	4	2	33
B _{TFL}	C _{TFL}	15	7	17
B _{TFL}	D _{TFL}	5	16	18
B _{TFL}	E _{TFL}	29	7	3
B _{TFL}	F _{TFL}	32	5	2
C _{TFL}	D _{TFL}	15	8	16
C _{TFL}	F _{TFL}	30	5	4
D _{TFL}	E _{TFL}	34	3	2
E _{TFL}	G _{TFL}	8	12	5
F _{TFL}	G _{TFL}	9	10	6

Tab. 6.3.2: Paarvergleich aus einer Beobachtungsentfernung von 100 m für Aufbau „PkwC“. Eine Signifikanz von 95 % ist bei einer Anzahl ≥ 24 (bzw. ≥ 17 für Paarvergleiche mit Signalbild G_{TFL}) erreicht (grau unterlegt)

6.4 Gesamtergebnis für die Signalbilder für den Aufbau „PkwC“

Paarvergleich PkwC	Beobachtungsentfernung: 50 m	Pkw-Beleuchtung: Tagfahrleuchten	
Signalbild	Prozent der Paarvergleiche für das Signalbild mit dem Ergebnis		
	gewonnen	unentschieden	verloren
A _{TFL}	7,2	9,9	82,9
B _{TFL}	56,8	18,4	24,9
C _{TFL}	73,6	9,5	16,9
D _{TFL}	54,1	18,2	27,7
E _{TFL}	19,6	15,5	64,9
F _{TFL}	16,5	16,5	67,0
G _{TFL}	28,3	32,6	39,1

Tab. 6.4.1: Prozent der gewonnenen, unentschiedenen oder verlorenen Paarvergleiche der einzelnen Signalbilder für Aufbau „PkwC“ bei einer Beobachtungsentfernung von 50 m

Paarvergleich PkwC	Beobachtungsentfernung: 100 m	Pkw-Beleuchtung: Tagfahrleuchten	
Signalbild	Prozent der Paarvergleiche für das Signalbild mit dem Ergebnis		
	gewonnen	unentschieden	verloren
A _{TFL}	9,4	12,0	78,6
B _{TFL}	56,9	21,5	21,5
C _{TFL}	58,3	16,0	25,6
D _{TFL}	64,7	18,6	16,7
E _{TFL}	12,6	21,4	66,0
F _{TFL}	14,6	19,4	66,0
G _{TFL}	22,0	44,0	34,0

Tab. 6.4.2: Prozent der gewonnenen, unentschiedenen oder verlorenen Paarvergleiche der einzelnen Signalbilder für Aufbau „PkwC“ bei einer Beobachtungsentfernung von 100 m

7 Literaturverzeichnis

- [1] SCHÖNEBECK, S. et al.: „Abschätzung möglicher Auswirkungen von Fahren mit Licht am Tag (Tagfahrleuchten/Abblendlicht) in Deutschland“, Bundesanstalt für Straßenwesen, Juli 2005
- [2] „Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von Tagfahrleuchten für Kraftfahrzeuge“, ECE-R87, FEE Fahrzeugtechnik EWG/ECE, Richtlinien der Europäischen Gemeinschaft für Straßenfahrzeuge (EWG-Richtlinien) und Regelungen der Economic Commission for Europe für Kraftfahrzeuge und ihre Anhänger (ECE-Regelungen), Kirschbaum Verlag Bonn, 53. Ergänzung, September 2005
- [3] BROOKS, A. M., CHIANG, D. P., SMITH, T. A., ZELLNER, J. W., PETERS, J. P., COMPAGNE, J.: „A driving Simulator Methodology for evaluating enhanced Motorcycle Conspicuity“, Paper No. 05-059, ESV-Conference 2005
- [4] TSUTSUMI, Y., MARUYAMA, K.: „Long Lighting System for enhanced Conspicuity of Motorcycles“, Paper No. 07-0182, ESV-Conference, Lyon 2007
- [5] „Summary of the discussion concerning daytime running lights in Germany“ Informal Document, TRANS WP29 – GRE, April 2003
- [6] „Study on the Effects of Four-wheeled Vehicles Daytime Running Lights on the Improvement of Their Conspicuity and on the Impairment of Conspicuity of Motorcycles“, Informal Document No. 10, 51st GRE, September 2003
- [7] „Daytime Running Lights: The two faces of the European Commission“, FEMA-Federation of European Motorcyclists Associations, Press Release, 02. April 2007
- [8] PERLOT, A., PROWER, S.: „Implications of daytime lights for the traffic situations of motorcycles and motorcars“, Proceedings of the 2002 International Motorcycle Conference, Institut für Zweiradsicherheit, Essen, 2002, S. 457-498
- [9] FULTON, E. J., DOONE, G. L., STROND, P. G.: „Motorcycle lighting: design for safety“, International Journal of Vehicle Design, 9 (4, 5), 1988, S. 489-498

- [10] "Daytime Running Lights (DRL)", CIE (Commission Internationale de L'Eclairage), Report No. CIE 104, Wien, 1993
- [11] SIVAK, M., FLANNAGAN, M. J., TRAUBE, E. C., MIYOKAWA, T.: "Conspicuity and glare properties of daytime running lights: effects of lamp separation and intensity", Transportation Human Factors, 1, 1999, S. 247-260
- [12] RUMAR, K.: "Functional requirements for DRL", Report No. UMTRI-2003-11, The University of Michigan Transportation Research Institute, Mai 2003
- [13] BINDER, S., PEREL, M.: "Motorcycle Conspicuity and the effects of Motor Vehicle Fleet Daytime Running Lights (DRLs)", NHTSA, Darmstadt University of Technology, ISAL 2005 Symposium
- [14] "Daytime Running Lights for Motorcycles", Informal Document No. 19, 59th GRE, März/April 2008
- [15] MOTOKI, M., HASHIMOTO H., NOGUCHI, M., HIRAO, T., ISHIWATARI, M., TAKAHASHI, S.: "Study on Improving Two-Wheeled vehicle Conspicuity", Paper No. 07-0250, ESV-Conference, Lyon 2007
- [16] "Daytime Long Lighting System for enhanced Conspicuity of Motorcycles", Informal Document No. 20, 59th GRE, März/April 2008
- [17] "Tagfahrlicht für Motorräder", DVR report, Nr. 4/2006, S. 2
- [18] ECE-R112, Regelungen der Economic Commission for Europe für Kraftfahrzeuge und ihre Anhänger, Kirschbaum-Verlag Bonn, Stand 1. Januar 2008

Schriftenreihe

Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

Unterreihe „Fahrzeugtechnik“

1995

- F 10: Einsatz der Gasentladungslampe in Kfz-Scheinwerfern
Damasky € 12,50
- F 11: Informationsdarstellung im Fahrzeug mit Hilfe eines Head-Up-Displays
Mutschler € 16,50
- F 12: Gefährdung durch Frontschutzbügel an Geländefahrzeugen
Teil 1: Gefährdung von Fußgängern und Radfahrern
Zellmer, Schmid
Teil 2: Quantifizierung der Gefährdung von Fußgängern
Zellmer € 12,00
- F 13: Untersuchung rollwiderstandsarmer Pkw-Reifen
Sander € 11,50

1996

- F 14: Der Aufprall des Kopfes auf die Fronthaube von Pkw beim Fußgängerunfall – Entwicklung eines Prüfverfahrens
Glaeser € 15,50
- F 15: Verkehrssicherheit von Fahrrädern
Teil 1: Möglichkeiten zur Verbesserung der Verkehrssicherheit von Fahrrädern
Heinrich, von der Osten-Sacken
Teil 2: Ergebnisse aus einem Expertengespräch „Verkehrssicherheit von Fahrrädern“
Nicklisch € 22,50
- F 16: Messung der tatsächlichen Achslasten von Nutzfahrzeugen
Sagerer, Wartenberg, Schmidt € 12,50
- F 17: Sicherheitsbewertung von Personenkraftwagen – Problem-analyse und Verfahrenskonzept
Grunow, Heuser, Krüger, Zangemeister € 17,50
- F 18: Bremsverhalten von Fahrern von Motorrädern mit und ohne ABS
Präckel € 14,50
- F 19: Schwingungsdämpferprüfung an Pkw im Rahmen der Hauptuntersuchung
Pullwitt € 11,50
- F 20: Vergleichsmessungen des Rollwiderstands auf der Straße und im Prüfstand
Sander € 13,00
- F 21: Einflußgrößen auf den Kraftschluß bei Nässe – Untersuchungen zum Einfluß der Profiltiefe unterschiedlich breiter Reifen auf den Kraftschluß bei Nässe
Fach € 14,00

1997

- F 22: Schadstoffemissionen und Kraftstoffverbrauch bei kurzzeitiger Motorabschaltung
Bugsel, Albus, Sievert € 10,50
- F 23: Unfalldatenschreiber als Informationsquelle für die Unfallforschung in der Pre-Crash-Phase
Berg, Mayer € 19,50

1998

- F 24: Beurteilung der Sicherheitsaspekte eines neuartigen Zweiradkonzeptes
Kalliske, Albus, Faerber € 12,00
- F 25: Sicherheit des Transportes von Kindern auf Fahrrädern und in Fahrradanhängern
Kalliske, Wobben, Nee € 11,50

1999

- F 26: Entwicklung eines Testverfahrens für Antriebsschlupf-Regelsysteme
Schweers € 11,50
- F 27: Betriebslasten an Fahrrädern
Vötter, Groß, Esser, Born, Flamm, Rieck € 10,50
- F 28: Überprüfung elektronischer Systeme in Kraftfahrzeugen
Kohlstruck, Wallentowitz € 13,00

2000

- F 29: Verkehrssicherheit runderneuerter Reifen
Teil 1: Verkehrssicherheit runderneuerter PKW-Reifen
Glaeser
Teil 2: Verkehrssicherheit runderneuerter Lkw-Reifen
Aubel € 13,00
- F 30: Rechnerische Simulation des Fahrverhaltens von Lkw mit Breitreifen
Faber € 12,50
- F 31: Passive Sicherheit von Pkw bei Verkehrsunfällen – Fahrzeugsicherheit '95 – Analyse aus Erhebungen am Unfallort
Otte € 12,50
- F 32: Die Fahrzeugtechnische Versuchsanlage der BAST – Einweihung mit Verleihung des Verkehrssicherheitspreises 2000 am 4. und 5. Mai 2000 in Bergisch Gladbach € 14,00

2001

- F 33: Sicherheitsbelange aktiver Fahrdynamikregelungen
Gaupp, Wobben, Horn, Seemann € 17,00
- F 34: Ermittlung von Emissionen im Stationärbetrieb mit dem Emissions-Mess-Fahrzeug
Sander, Bugsel, Sievert, Albus € 11,00
- F 35: Sicherheitsanalyse der Systeme zum Automatischen Fahren
Wallentowitz, Ehmanns, Neunzig, Weilkes, Steinauer, Bölling, Richter, Gaupp € 19,00
- F 36: Anforderungen an Rückspiegel von Krafträdern
van de Sand, Wallentowitz, Schrüllkamp € 14,00
- F 37: Abgasuntersuchung - Erfolgskontrolle: Ottomotor – G-Kat
Afflerbach, Hassel, Schmidt, Sonnborn, Weber € 11,50
- F 38: Optimierte Fahrzeugfront hinsichtlich des Fußgängerschutz
Friesen, Wallentowitz, Philipps € 12,50

2002

- F 39: Optimierung des rückwärtigen Signalbildes zur Reduzierung von Auffahrunfällen bei Gefahrenbremsung
Gail, Lorig, Gelau, Heuzeroth, Sievert € 19,50
- F 40: Entwicklung eines Prüfverfahrens für Spritzschutzsysteme an Kraftfahrzeugen
Domsch, Sandkühler, Wallentowitz € 16,50

2003

- F 41: Abgasuntersuchung: Dieselfahrzeuge
Afflerbach, Hassel, Mäurer, Schmidt, Weber € 14,00

- F 42: Schwachstellenanalyse zur Optimierung des Notausstiegssystems bei Reisebussen
Krieg, Rüter, Weißgerber € 15,00
- F 43: Testverfahren zur Bewertung und Verbesserung von Kinderschutzsystemen beim Pkw-Seitenaufprall
Nett € 16,50
- F 44: Aktive und passive Sicherheit gebräuchter Leichtkraftfahrzeuge
Gail, Pastor, Spiering, Sander, Lorig € 12,00

2004

- F 45: Untersuchungen zur Abgasemission von Motorrädern im Rahmen der WMTC-Aktivitäten
Steven € 12,50
- F 46: Anforderungen an zukünftige Kraffrad-Bremssysteme zur Steigerung der Fahrsicherheit
Funke, Winner € 12,00
- F 47: Kompetenzerwerb im Umgang mit Fahrerinformationssystemen
Jahn, Oehme, Rösler, Krems € 13,50
- F 48: Standgeräuschmessung an Motorrädern im Verkehr und bei der Hauptuntersuchung nach § 29 StVZO
Pullwitt, Redmann € 13,50
- F 49: Prüfverfahren für die passive Sicherheit motorisierter Zweiräder
Berg, Rücker, Bürkle, Mattern, Kallieris € 18,00
- F 50: Seitenairbag und Kinderrückhaltesysteme
Gehre, Kramer, Schindler € 14,50
- F 51: Brandverhalten der Innenausstattung von Reisebussen
Egelhaaf, Berg, Staubach, Lange € 16,50
- F 52: Intelligente Rückhaltesysteme
Schindler, Kühn, Siegler € 16,00
- F 53: Unfallverletzungen in Fahrzeugen mit Airbag
Klanner, Ambos, Paulus, Hummel, Langwieder, Köster € 15,00
- F 54: Gefährdung von Fußgängern und Radfahrern an Kreuzungen durch rechts abbiegende Lkw
Niewöhner, Berg € 16,50

2005

- F 55: 1st International Conference on ESAR „Expert Symposium on Accident Research“ – Reports on the ESAR-Conference on 3rd/4th September 2004 at Hannover Medical School € 29,00

2006

- F 56: Untersuchung von Verkehrssicherheitsaspekten durch die Verwendung asphärischer Außenspiegel
Bach, Rüter, Carstengerdes, Wender, Otte € 17,00
- F 57: Untersuchung von Reifen mit Notlaufeigenschaften
Gail, Pullwitt, Sander, Lorig, Bartels € 15,00
- F 58: Bestimmung von Nutzfahrzeugemissionsfaktoren
Steven, Kleinebrahm € 15,50
- F 59: Hochrechnung von Daten aus Erhebungen am Unfallort
Hautzinger, Pfeiffer, Schmidt € 15,50
- F 60: Ableitung von Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme aus Sicht der Verkehrssicherheit Vollrath, Briest, Schießl, Drewes, Becker € 16,50

2007

- F 61: 2nd International Conference on ESAR „Expert Symposium on Accident Research“ – Reports on the ESAR-Conference on 1st/2nd September 2006 at Hannover Medical School € 30,00

- F 62: Einfluss des Versicherungs-Einstufungstests auf die Belange der passiven Sicherheit
Rüter, Zopke, Bach, Carstengerdes € 16,50
- F 63: Nutzerseitiger Fehlgebrauch von Fahrerassistenzsystemen
Marberger € 14,50
- F 64: Anforderungen an Helme für Motorradfahrer zur Motorradsicherheit
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.
Schüler, Adolph, Steinmann, Ionescu € 22,00
- F 65: Entwicklung von Kriterien zur Bewertung der Fahrzeugbeleuchtung im Hinblick auf ein NCAP für aktive Fahrzeugsicherheit
Manz, Kooß, Klingler, Schellinger € 17,50

2008

- F 66: Optimierung der Beleuchtung von Personenwagen und Nutzfahrzeugen
Jebas, Schellinger, Klingler, Manz, Kooß € 15,50
- F 67: Optimierung von Kinderschutzsystemen im Pkw
Weber € 20,00
- F 68: Cost-benefit analysis for ABS of motorcycles
Baum, Westerkamp, Geißler € 20,00
- F 69: Fahrzeuggestützte Notrufsysteme (eCall) für die Verkehrssicherheit in Deutschland
Auerbach, Issing, Karrer, Steffens € 18,00
- F 70: Einfluss verbesserter Fahrzeugsicherheit bei Pkw auf die Entwicklung von Landstraßenunfällen
Gail, Pöppel-Decker, Lorig, Eggers, Lerner, Ellmers € 13,50

2009

- F 71: Erkennbarkeit von Motorrädern am Tag – Untersuchungen zum vorderen Signalbild
Bartels, Sander € 13,50

Alle Berichte sind zu beziehen beim:

Wirtschaftsverlag NW
Verlag für neue Wissenschaft GmbH
Postfach 10 11 10
D-27511 Bremerhaven
Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0
Telefax: (04 71) 9 45 44 77
Email: vertrieb@nw-verlag.de
Internet: www.nw-verlag.de

Dort ist auch ein Kompletverzeichnis erhältlich.