

# Laboruntersuchung zur potenziellen Sicherheitswirkung einer vorderen Bremsleuchte in Pkw

Tibor Petzoldt, Katja Schleinitz und Rainer Banse

Fehlende oder fehlerhafte Kommunikation zwischen motorisierten Verkehrsteilnehmern und Fußgängern ist zweifellos einer der Faktoren, welche die nach wie vor hohe Zahl der im Straßenverkehr verunglückten Fußgänger erklären können. Eine an der Fahrzeugfront montierte Bremsleuchte, welche die Anhalteabsicht des Fahrzeugführers nach vorn kommuniziert, wäre dabei eine sehr einfache Möglichkeit, Fußgänger in der Interaktion mit motorisierten Fahrzeugen zu unterstützen. Im Rahmen einer Laboruntersuchung wurde mit Hilfe von Videomaterial geprüft, inwieweit sich eine derartige vordere Bremsleuchte auf die Identifikation von Bremsungen auswirkt. Die Ergebnisse zeigen, dass Bremsungen mit der vorderen Bremsleuchte deutlich früher identifiziert werden. Gleichzeitig wurde aber auch deutlich, dass in einem Szenario, in dem Bremsungen teilweise von einer vorderen Bremsleuchte angezeigt werden, die ausbleibende Aktivierung der Leuchte zu konservativerem Antwortverhalten auf Seiten der Beobachter führt. Entsprechend kann von einem positiven Effekt einer vorderen Bremsleuchte auf die Verkehrssicherheit ausgegangen werden.

## Dokumentation:

Petzoldt, T.; Schleinitz, K.; Banse, R.: Laboruntersuchung zur potenziellen Sicherheitswirkung einer vorderen Bremsleuchte in Pkw, Z. f. Verkehrssicherheit 63, (2017) Nr. 1, S. 19

## Schlagwörter:

Vordere Bremsleuchte, Anhalteabsicht, Fußgängerverhalten, Geschwindigkeitsreduktion, Fahrer-, Fußgängerkommunikation

## Investigation of the potential safety effects of a frontal brake light in light motor vehicles

Missing or faulty communication between motorised road users and pedestrians is one of the factors that can help explain the still considerable proportion of pedestrian casualties in road traffic. A frontal brake light, which communicates a driver's intention to stop the vehicle to other road users ahead might be a very simple approach to support pedestrians in the interaction with motorised vehicles. In a video based lab experiment, we assessed the effect of a frontal brake light on the identification of vehicle deceleration. The results show that the brake light facilitated the identification of braking considerably. More importantly, however, in a scenario in which a portion of the decelerations was accompanied by the brake light, the observer's reactions tended to become more conservative for brake activations in which the brake light was absent. This conservative behaviour might be seen as an indicator for a potential safety effect of the frontal brake light.

## 1 Einleitung

Die Sicherheit von Fußgängern im Straßenverkehr hat sich in den vergangenen vier Dekaden zweifellos massiv verbessert. So hat sich die Zahl der in den letzten Jahren verunglückten Fußgänger im Vergleich zu 1980 mehr als halbiert, die Zahl der getöteten beträgt gar nur noch ein Siebtel. Gleichzeitig ist aber zuletzt auch eine gewisse Stagnation dieses Trends zu verzeichnen (ADAC e. V. 2015). So wurden im Jahr 2014 immer noch 31.161 im Straßenverkehr verunglückte Fußgänger, darunter 523 Getötete, registriert. Dabei wird Fußgängern nur in 8.907 aller Unfälle mit Personenschaden die Rolle des Hauptverursachers zugeschrieben (Statistisches Bundesamt (Destatis) 2016). Analysen des UDV legen nahe, dass ein falsches Verhalten an Fußgängerfurten sowie auch das Nichtbeachten des Vorranges von Fußgängern beim Abbiegen einen substantiellen Anteil der von motorisierten Verkehrsteilnehmern verursachten Fußgängerunfälle ausmachen (GDV Unfallforschung der Versicherer 2013). Aus internationalen Daten ist ersichtlich, dass ein Nicht-Gewähren des Vorrangs durch motorisierte Verkehrsteilnehmer tatsächlich oft eher die Regel als die Ausnahme ist (Várhelyi, 1998). Dabei ist aber nicht in jedem Fall unbedingt von vorsätzlichem Fehlverhalten auszugehen. Ein

schlichtes Übersehen des Fußgängers, aufgrund von Einschränkungen des Sehvermögens (Wood, Troutbeck 1994; Wood 2002) oder mangelnder Umgebungsbeleuchtung (Theeuwes, Riemersma 1995), oder auch Fehlinterpretationen der Verhaltensintention des Fußgängers (Schmidt, Färber 2009) spielen zweifellos ebenfalls eine Rolle. Entsprechend wird immer wieder versucht, Maßnahmen sowohl auf Fahrzeug- (Gerónimo et al. 2010) als auch auf Infrastrukturseite (z. B. Bullough, Skinner 2015) zu entwickeln, die dem Fahrer eine leichtere Identifikation des Fußgängers ermöglichen bzw. ein angemessenes Verhalten des Fahrers induzieren sollen. Eine solche Fokussierung ist nachvollziehbar, schließlich gilt der motorisierte Verkehrsteilnehmer in der Mehrzahl aller Fußgängerunfälle als Hauptverursacher. Gleichzeitig erscheint es aber durchaus plausibel, auch den Fußgänger mit entsprechenden Maßnahmen zu unterstützen, gestaltet sich für diesen das Erschließen der Verhaltensintentionen des Fahrers doch äußerst schwierig. Während der Fahrer z.B. zumeist eine Reihe von Informationen, u.a. die Blickrichtung des Fußgängers oder auch dessen Körperhaltung, nutzen kann um relativ zuverlässig zu schlussfolgern ob dieser das sich annähernde Fahrzeug wahrgenommen hat, stehen dem Fußgänger aus der frontalen Perspektive kaum vom Fahrzeug bzw. Fahrzeugführer ausgehende Verhaltensindikatoren zur Verfügung. Oft bleibt dem Fußgänger nichts anderes übrig, als auf eine deutlich erkennbare Geschwindigkeitsreduktion

Wir danken der Firma Lumaco Swiss, die diese Studie ermöglicht hat.



Bild 1: Screenshot aus dem Untersuchungsmaterial – Versuchsfahrzeug mit aktivierter vorderer Bremsleuchte

zu warten, um sicher sein zu können, dass eine Überquerung der Straße gefahrlos möglich ist.

Vor diesem Hintergrund liegt es nahe, den Fußgänger bei der Erkennung dieser Geschwindigkeitsreduktion zu unterstützen. Diese Idee ist alles andere als neu. So findet sich bereits in einem Patent von 1938 der explizite Hinweis, dass durch eine klassische Bremsleuchte am PKW zwar der rückwärtige Verkehr gewarnt wird, die Verkehrsteilnehmer voraus jedoch keine vergleichbaren Informationen erhalten (Radclyffe Barry, Fraser 1938). Als Lösung wurden zwei farbige Leuchten an der Fahrzeugfront vorgeschlagen. Eine der Leuchten sollte bernsteinfarben bzw. gelb sein, und aktiviert werden, sobald der Fahrer den Fuß vom Gaspedal nimmt, während eine zweite, grüne Leuchte bei Betätigung des Bremspedals aktiviert werden sollte. In den zugehörigen Ausführungen wurde darauf hingewiesen, dass sowohl Fußgänger, als auch andere motorisierte Verkehrsteilnehmer von einer solchen Form der Unterstützung profitieren könnten. Auch aus der jüngeren Vergangenheit lässt sich eine Vielzahl an Patenten finden, die die potentiellen Effekte einer vorderen Bremsleuchte anpreisen, und verschiedene technische Umsetzungen für eine solche Leuchte vorschlagen (Annas 1972; Debaillie 2004). Patente aus den 1920ern, einer Zeit, in der Bremsleuchten noch eine recht junge und entsprechend kaum regulierte Technologie waren (Moore, Rumar 1999), zeigen zudem, dass ursprüngliche Überlegungen tatsächlich häufig die Signalisierung eines Anhaltvorgangs mit entsprechenden Leuchten sowohl für den rückwärtigen als auch den Vorausverkehr beinhalteten (Douglass 1924; Pirkey 1925). Auch wurde in den zugehörigen Argumentationen zumeist explizit auf den Informationsbedarf von Fußgängern hingewiesen.

Vor diesem Hintergrund wäre zu erwarten, dass mögliche Auswirkungen des Einsatzes einer solchen vorderen Bremsleuchte bereits eingehenden Untersuchungen unterzogen wurden. Tatsächlich findet sich nach unserem besten Wissen lediglich eine einzige (45 Jahre alte) akademische Arbeit, die sich explizit mit der Idee einer solchen Bremsleuchte auseinandersetzt (Post, Mortimer 1971). In der betreffenden Untersuchung nutzten Versuchsteilnehmer eine vordere Bremsleuchte für etwa einen Monat in ihrem Privatfahrzeug, und wurden in der Folge nach ihrer Bewertung der Leuchte, aber auch ihren Erfahrungen in der Nutzung befragt. Zusätzlich wurde zudem eine weitere Gruppe von Personen zum Konzept der vorderen Bremsleuchte befragt, die zuvor keine Erfahrung mit dieser Technologie gemacht hatten. Beide Gruppen gaben an, die vordere Bremsleuchte grundsätzlich als sinnvoll zu erachten, sowohl mit Blick auf die Kommunikation mit anderen Fahrern als auch mit Fußgängern. Die Möglichkeit der Kommunikation bei eingeschränk-

ter Umgebungsbeleuchtung (z. B. bei Nachtfahrten) wurde besonders hervorgehoben. Auch berichteten die Teilnehmer, die die Leuchte zu Versuchszwecken in ihren Fahrzeugen installiert hatten, dass sie teilweise bewusst die Bremse betätigt hätten, um anderen Verkehrsteilnehmern ihre Verhaltensabsichten zu kommunizieren.

Während im Rahmen der Untersuchung das grundsätzliche Potential der vorderen Bremsleuchte deutlich wurde, blieb gleichzeitig aber auch eine Reihe von Fragen offen. Die Autoren regten an, weitere Studien durchzuführen, um die möglichen Sicherheitseffekte einer solchen Technologie, sowie auch etwaige negative Begleiterscheinungen, genauer zu beleuchten. Es scheint aber, dass dieser Anregung in den vergangenen Jahrzehnten niemand gefolgt ist. Ziel der in diesem Artikel vorgestellten Untersuchung war es entsprechend, grundlegende Fragen bezüglich der möglichen Wirkungen einer solchen Bremsleuchte zu betrachten.

Offensichtlich stellt sich dabei zunächst die Frage, inwieweit die vordere Bremsleuchte die Identifikation einer Bremsung tatsächlich erleichtert. Zwar erscheint die Annahme, dass ein zusätzliches Bremssignal die Erkennung eines Bremsvorganges beschleunigt, trivial. Dennoch ist eine Quantifizierung dieser etwaigen Verbesserung nicht uninteressant. Dabei ist anzumerken, dass es sich bei einer beschleunigten Erkennung weniger um einen Aspekt der Verkehrssicherheit, sondern vielmehr des Verkehrsablaufs handelt. Schließlich würde ein früheres Erkennen der Bremsung dazu führen, dass Überquerungs- bzw. Abbiegeentscheidungen früher getroffen, und entsprechende Manöver früher ausgeführt werden können.

Sicherheitsrelevant hingegen ist die Reaktion auf das Ausbleiben eines Bremssignals. Anders als bei der Bremsleuchte am Heck, deren Aktivierung für nachfolgende Fahrzeuge ein gewisses Gefahrenpotential signalisiert, ist bei der vorderen Bremsleuchte das Ausbleiben des Signals der entscheidende Hinweis auf eine mögliche Gefährdung. In einem Setting, das von einer verpflichtenden Nutzung der vorderen Bremsleuchte ausgeht, wäre auch diese Frage weitestgehend trivial – wird die Leuchte aktiviert, bremst das Fahrzeug, leuchtet sie nicht, bremst das Fahrzeug nicht. Anders verhält es sich allerdings in einer Situation, in der nur eine Teilmenge der Fahrzeuge mit einer vorderen Bremsleuchte ausgerüstet ist. Dieses Szenario wäre kurz- bis mittelfristig sicherlich deutlich realistischer. Andere Verkehrsteilnehmer könnten sich in einem solchen Szenario nicht darauf verlassen, dass eine Bremsung immer entsprechend signalisiert wird. Vielmehr müssten sie sich eine Verzögerung häufig nach wie vor aus der Bewegung des Fahrzeugs erschließen. In dieser Situation stellt sich nun die Frage, inwieweit die Tatsache, dass ein Teil der Fahrzeuge mit vorderer Bremsleuchte ausgestattet ist, dazu führt, dass andere Verkehrsteilnehmer ein defensiveres Verhalten zeigen, wenn sie mit einem Fahrzeug konfrontiert werden, an dem keine vordere Bremsleuchte aktiviert ist.

## 2 Methode

### 2.1 Design

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurde ein videobasiertes Laborexperiment durchgeführt. Das Experiment gliederte sich in zwei Versuchsblöcke. In einem ersten Versuchsblock sollte zunächst, als Referenz, die Identifikation von Bremsungen ohne vordere Bremsleuchte erfasst werden. Im zweiten Block wurde dann in der Hälfte aller Bremsungen eine vordere Bremsleuchte aktiviert. Dieses Design erlaubte es zum einen, über den Vergleich

von Bremsungen mit und ohne Bremsleuchte den Effekt der Bremsleuchte auf die Identifikationsleistung zu erfassen. Zum anderen war es aber auch möglich zu prüfen, inwieweit sich die Tatsache, dass einige Fahrzeuge eine vordere Bremsleuchte aufweisen, auf die Identifikation von Bremsungen ohne diese Leuchte auswirkt. Als unabhängige Variablen wurden zusätzlich die Ausgangsgeschwindigkeit des sich annähernden Fahrzeuges, sowie die Verzögerung auf jeweils zwei Stufen variiert. Für die Analyse ergab sich entsprechend ein 3x2x2 Designs mit Messwiederholung aus den Faktoren Versuchsbedingung (Block I ohne Leuchte, Block II ohne Leuchte, Block II mit Leuchte), Geschwindigkeit (30 km/h, 50 km/h) und Verzögerung (3,5 m/s<sup>2</sup>, 5m/s<sup>2</sup>).

2.2 Teilnehmer

Insgesamt konnten 31 Probanden für die Teilnahme an der Studie gewonnen werden. Achtzehn der Teilnehmer waren weiblich, 13 männlich, mit einem Durchschnittsalter von 24,2 Jahren (SD = 4,9). Siebenundzwanzig Probanden waren in Besitz einer gültigen Fahrerlaubnis. Ein Großteil der Teilnehmer rekrutierte sich aus Studierenden der TU Chemnitz, die für ihre Beteiligung Versuchspersonenstunden erhielten.

2.3 Material

Als Ausgangsmaterial dienten Videoaufzeichnungen (an zwei verschiedenen Standorten) mit verhältnismäßig hoher Bildrate (120 Hz), in denen sich ein Fahrzeug mit relativ geringer, konstanter Geschwindigkeit der Kameraposition näherte bzw. die Kameraposition passierte. Diese Aufzeichnungen wurden in der Folge in Einzelbilder zerlegt, aus denen dem Versuchsdesign entsprechend selektiert wurde, um aus den verbleibenden Bildern realistische Darstellungen verschiedener Geschwindigkeiten und Bremsungen erzeugen zu können. Erzeugt wurden Fahrten mit 30 km/h und 50 km/h Ausgangsgeschwindigkeit, sowie mit Verzögerungen von 3,5 m/s<sup>2</sup> und 5 m/s<sup>2</sup>. Zusätzlich wurde der Beginn der Bremsung sowohl in Bezug auf den Start des Videos (3 s oder 4 s nach Start) als auch auf den Abstand von der Kameraposition (30 m oder 20 m von der Kamera entfernt) variiert, um etwaige Bearbeitungsstrategien der Teilnehmer, die ausschließlich auf diesen Merkmalen beruhen, zu erschweren.

Zur Veranschaulichung sei hier ein konkretes Beispiel beschrieben, in dem das Fahrzeug sich mit 50 km/h auf den Beobachter zubewegt, bevor es mit 3,5 m/s<sup>2</sup> verzögert. Das bedeutet, dass sich das Fahrzeug anfänglich mit konstant 50 km/h bewegt. Nach 4 s befindet sich das Fahrzeug in einem Abstand von etwa 30 m vom Beobachter. Zu diesem Zeitpunkt setzt die Verzögerung ein, durch die das Fahrzeug mit konstant 3,5 m/s<sup>2</sup> bis zum vollständigen Stillstand abgebremst wird. Insgesamt ergibt sich für dieses Video eine Dauer von etwa 9 s (4 s konstante Geschwindigkeit, ca. 4 s Bremszeit, 1 s Stillstand).

In einigen der Versuchsdurchgänge kam zusätzlich eine vordere Bremsleuchte zum Einsatz. Diese war an der Front des Fahrzeuges montiert (siehe Bild 1), und leuchtete auf, sobald die Verzögerung einsetzte. Aufgrund der Tatsache, dass die vordere Bremsleuchte, anders als die Bremsleuchte am Heck, für den Beobachter keine warnende Funktion hat, sondern vielmehr andeutet, dass ein sicheres Queren möglich ist, wurde die Leuchte in grüner Färbung umgesetzt. Aufgrund des experimentellen Charakters dieser Untersuchung wurden etwaige gesetzliche Vorgaben und industrielle Richtlinien bei dieser Umsetzung vernachlässigt. Hinzu kamen weitere

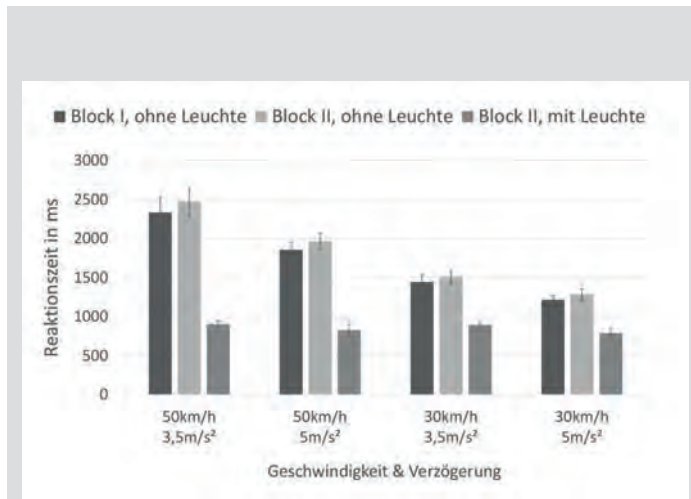


Bild 2: Reaktionszeit bis zur Bestätigung der Identifikation einer Bremsung in Abhängigkeit von Versuchsbedingung, Annäherungsgeschwindigkeit und Verzögerung (Fehlerbalken entsprechen 95 %-Konfidenzintervallen)

	F	p	η <sup>2</sup> p
Bedingung	363,07	< ,001	,92
Geschwindigkeit	305,32	< ,001	,91
Verzögerung	123,04	< ,001	,80
Bedingung x Geschwindigkeit	164,37	< ,001	,84
Bedingung x Verzögerung	22,45	< ,001	,43
Geschwindigkeit x Verzögerung	13,50	< ,001	,31
Bedingung x Geschwindigkeit x Verzögerung	10,70	< ,001	,26

Tabelle 1: Kenngrößen der dreifaktoriellen Varianzanalyse

Versuchsdurchgänge, in denen das Fahrzeug nicht verzögerte, sondern ungebremst (mit 30 oder 50 km/h) die Position des Beobachters passierte.

2.4 Durchführung

Der Versuch wurde in einem Laborraum der TU Chemnitz durchgeführt. Die Teilnehmer saßen in etwa 50 cm Entfernung von einem 23 Zoll Bildschirm, auf dem das Versuchsmaterial präsentiert wurde. Das komplette Experiment wurde mit Hilfe von OpenSesame (Mathôt et al. 2012) umgesetzt.

Zunächst erhielten die Teilnehmer am Bildschirm einige grundlegende Informationen zur Untersuchung. An dieser Stelle wurden Beispiele des Videomaterials präsentiert, sowie die grundsätzliche Aufgabenstellung eingeführt. Aufgabe der Teilnehmer war es einzuschätzen, ob bzw. wann ein sich annäherndes Fahrzeug bremst. Sobald eine Bremsung erkannt wurde, war dies über ein Drücken der Leertaste zu bestätigen. Bremste das Fahrzeug nicht, war entsprechend kein Tastendruck erforderlich. Die Teilnehmer waren instruiert, vor allem Fehlalarme zu vermeiden, d. h. sie sollten die Taste nur/erst dann drücken, wenn sie sich relativ sicher waren, eine Bremsung erkannt zu haben. Es wurde über die Instruktionen vermittelt, dass die Situation vergleichbar mit der eines Fußgängers wäre, der erkennen muss, ob er vom Fahrer eines sich annähernden Fahrzeuges gesehen wurde, und dieser entsprechend bremst, um den Fußgänger die Straße überqueren zu lassen.

Danach bearbeiteten die Teilnehmer in einem ersten Versuchsblock insgesamt 36 Versuchsdurchgänge, 8 davon ohne Bremsung. In diesem ersten Block wurde in keiner der dargestellten Bremsungen

	M	SD
Die vordere Bremsleuchte ist eine gute Idee.	4,64	0,49
Die vordere Bremsleuchte bringt keine Vorteile.	1,26	0,44
Die vordere Bremsleuchte kann den Straßenverkehr sicherer machen.	4,26	0,63
Die vordere Bremsleuchte kann Unfälle verhindern.	4,23	0,67
Die vordere Bremsleuchte erhöht die Sicherheit von Fußgängern.	4,19	0,75
Die vordere Bremsleuchte kann das Vorankommen im Straßenverkehr einfacher machen.	3,58	0,92

Tabelle 2: Bewertung der vorderen Bremsleuchte über Zustimmung zu verschiedenen Aussagen in Bezug auf die Bremsleuchte (Skalierung: 1 – stimme überhaupt nicht zu, 2 – stimme eher nicht zu, 3 – weder noch, 4 – stimme eher zu, 5 – stimme voll zu)

eine vordere Bremsleuchte aktiviert. Auch hatten die Teilnehmer zu diesem Zeitpunkt noch keinerlei Informationen bzgl. einer solchen vorderen Bremsleuchte, d. h. ihnen wurde praktisch der aktuelle Status quo im Straßenverkehr präsentiert.

Nach Abschluss des ersten Versuchsblocks wurde über Instruktionen und ein Beispielvideo die vordere Bremsleuchte eingeführt. Den Teilnehmern wurde erklärt, dass eine Aktivierung der Bremsleuchte in jedem Fall mit einer Bremsung verknüpft ist, aber gleichzeitig nicht jede Bremsung mit einer Aktivierung der vorderen Bremsleuchte einhergeht. Dies wurde mit einer Fehlfunktion der Leuchte begründet (da es sich offensichtlich in jedem Video um das gleiche Fahrzeug handelte, wäre eine Begründung im Sinne von „einige Fahrzeuge sind instrumentiert, andere nicht“ wenig plausibel gewesen). Die Aufgabe der Teilnehmer blieb unverändert. Erneut wurden 36 Versuchsdurchgänge, 8 davon ohne Bremsung, absolviert. In der Hälfte der Bremsungen wurde die vordere Bremsleuchte aktiviert.

Nach Abschluss des Experiments wurden die üblichen demographischen Daten erhoben. Zudem wurden die Teilnehmer gebeten, den Grad ihrer Zustimmung bzw. Ablehnung (5-stufig) zu insgesamt sechs Aussagen zur vorderen Bremsleuchte, die sich mit deren potentieller Nützlichkeit bzw. Sicherheitswirkung befassten, anzugeben (siehe Tabelle 2 für die einzelnen Aussagen). Der gesamte Versuch dauerte ca. 20 bis 30 min.

### 3 Ergebnisse

In einem ersten Schritt wurde zunächst das Auftreten von Fehlalarmen geprüft. Bei insgesamt 496 Versuchsdurchgängen, in denen keine Bremsung auftrat, wurde in lediglich vierzehn Fällen (9 in Block I, 5 in Block II) eine vermeintliche Bremsung erkannt, was einem Anteil von 2,8 % entspricht. Hinzu kamen zwanzig (16 in Block I, 4 in Block II) von insgesamt 1736 Versuchsdurchgängen (1,1 %), in denen von den Versuchspersonen eine Bremsung angezeigt wurde, bevor die Bremsung tatsächlich erfolgte. Diese Durchgänge wurden von der weiteren Analyse der Reaktionszeiten ausgeschlossen.

In Bild 2 ist die mittlere Reaktionszeit für das Erkennen der Bremsungen dargestellt. Ganz offensichtlich erleichterte die Bremsleuchte das Erkennen der Bremsung erheblich. Im Vergleich zu den beiden Bedingungen ohne Bremsleuchte sind teilweise massive Verringerungen

in der Reaktionszeit zu beobachten. Auffällig ist allerdings auch, dass die Teilnehmer auf Bremsungen ohne vordere Bremsleuchte im zweiten Versuchsblock durchgehend langsamer reagierten als im ersten Block. Ebenfalls deutlich erkennbar sind Einflüsse von Geschwindigkeit und Verzögerung, wobei sich diese Faktoren im Grunde ausschließlich auf die Erkennung der Bremsung ohne vordere Bremsleuchte auswirkten. Eine dreifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung bestätigte diese Eindrücke, mit signifikanten Haupteffekten für alle drei Faktoren, sowie den entsprechenden Interaktionen (Tabelle 1). Ein post-hoc Vergleich (korrigiert nach Bonferroni für Mehrfachvergleiche) ergab zudem signifikante Unterschiede zwischen Block I und II ohne Leuchte ( $p = ,002$ ,  $d = 0,70$ ), sowie diesen beiden Bedingungen und der Bedingung mit Leuchte (beide  $p < ,001$ ,  $d = 3,25$  bzw.  $4,31$ ).

In Tabelle 2 sind die Bewertungen der vorderen Bremsleuchte durch die Teilnehmer basierend auf den nach dem Experiment präsentierten Aussagen dargestellt. Wie deutlich zu erkennen ist, schreiben die Teilnehmer dem Konzept im Mittel sehr hohes Potential zu, sowohl in Bezug auf die allgemein Nützlichkeit, als auch speziell mit Blick auf Fragen der Verkehrssicherheit. Nur wenige Versuchsteilnehmer wählten bei den sechs Fragen neutrale oder negative Antwortalternativen.

### 4 Diskussion

Die Ergebnisse der Untersuchung legen nahe, dass der Einsatz einer vorderen Bremsleuchte zu teilweise erheblichen Verbesserungen in der Identifikation einer auftretenden Bremsung führen kann. Dies ist zunächst nicht überraschend. Bemerkenswert ist allerdings das Ausmaß der Verbesserung. So wurden z.B. Bremsungen mit vergleichsweise geringer Verzögerung bei höherer Ausgangsgeschwindigkeit ohne technische Unterstützung erst 1,5 s später als mit vorderer Bremsleuchte erkannt. Die sich daraus ergebenden Möglichkeiten für eine Beschleunigung des Entscheidungsprozesses bei einer Querungsentscheidung sind offensichtlich.

Allerdings muss einschränkend angemerkt werden, dass der gewählte Laboraufbau und das genutzte Videomaterial natürlich nicht vollständig eine realistische Querungssituation abbilden kann. So ist davon auszugehen, dass die Darstellung der Bremsung (speziell ohne vordere Bremsleuchte) auf einem Computerbildschirm deren Identifikation im Vergleich zum Realverkehr erschwert. Insofern muss vermutet werden, dass der Zeitgewinn durch die vordere Bremsleuchte im Realverkehr etwas weniger deutlich ausfällt. Allerdings kann gleichzeitig davon ausgegangen werden, dass der Mehrwert der vorderen Bremsleuchte bei ungünstigeren Beleuchtungsbedingungen als den im Versuch getesteten noch klarer hervortritt. Ebenso ist zu beachten, dass die Identifikation einer Bremsung nicht gleichbedeutend mit der Initiierung einer Überquerung ist. Betrachtet man die Reaktionszeiten bei Aktivierung der vorderen Bremsleuchte, so wird deutlich, dass das sich annähernde Fahrzeug bei Identifikation der Bremsung zwangsläufig klar schneller ist als zum Zeitpunkt der Identifikation ohne diese Leuchte. Es ist daher nicht auszuschließen, dass Fußgänger und andere Verkehrsteilnehmer trotz eindeutiger Identifikation der Bremsung nicht unmittelbar mit der Querung beginnen, da die möglichen Kosten einer Fehlein-

schätzung aufgrund der noch relativ hohen Geschwindigkeit des motorisierten Fahrzeuges zu hoch sind.

Weit wichtiger als die Frage nach möglichen Optimierungen des Verkehrsablaufs ist allerdings die Frage nach dem Sicherheitsgewinn durch die vordere Bremsleuchte. Hier zeigen die Ergebnisse, dass die Versuchsteilnehmer in Versuchsblock II, in dem ein Teil der Bremsungen mit vorderer Bremsleuchte erfolgte, bei Nicht-Aktivierung der vorderen Bremsleuchte tatsächlich später die Identifikation einer Bremsung anzeigten als in Versuchsblock I, in dem alle Bremsungen ohne vordere Bremsleuchte erfolgen. Dieser Befund ist allerdings nicht als eine Verschlechterung der Erkennungs-

leistung zu interpretieren. Aufgrund der Reihung der Versuchsblöcke müsste man diesbezüglich eher einen Lerneffekt, und entsprechend eine beschleunigte Erkennung erwarten. Stattdessen kann davon ausgegangen werden, dass die langsamere Reaktion das Ergebnis eines veränderten Entscheidungskriteriums ist. Es scheint, dass sich die Teilnehmer in einem Kontext, in dem Bremsungen teilweise explizit durch eine vordere Bremsleuchte angezeigt werden, bei Nicht-Aktivierung einer solchen Bremsleuchte „besonders sicher“ sein wollten, dass eine Bremsung aufgetreten ist. Auf deskriptiver Ebene wird dies auch in der Reduktion von Fehlalarmen und verfrühten Reaktionen deutlich, die in Versuchsblock II im Ver-



Bonner Institut für Rechts- und Verkehrspsychologie e.V.

## Bonner Institut für Rechts- und Verkehrspsychologie e.V.

- fördert die Aus- und Weiterbildung von Rechts- und Verkehrspsychologen,
- organisiert Fortbildungen,
- führt Forschungsprojekte durch,
- fördert den Wissenstransfer von der Fachwelt in Politik und Öffentlichkeit,
- erstellt methodenkritische Stellungnahmen zu Begutachtungen.

Nähere Informationen unter [www.birvp.de](http://www.birvp.de)



Bonner Institut für  
Rechts- und  
Verkehrspsychologie e.V.

Siegfriedstraße 28  
53179 Bonn

Tel.: 02 28 / 9 54 53-34

Fax: 02 28 / 9 54 53-27

E-Mail: [sekretariat@birvp.de](mailto:sekretariat@birvp.de)

Internet: [www.birvp.de](http://www.birvp.de)



[www.birvp.de](http://www.birvp.de)

gleich zum ersten Block zu verzeichnen war. Insofern kann davon ausgegangen werden, dass sich eine vordere Bremsleuchte bei hinreichender Marktdurchdringung positiv auf die Verkehrssicherheit auswirken kann.

Auch wenn sich im Rahmen der durchgeführten Untersuchung das grundsätzliche Potential der vorderen Bremsleuchte angedeutet hat, bleiben viele Fragen offen. So ist unklar, inwieweit andere Verkehrsteilnehmer, die zuvor nicht über die Möglichkeit einer vorderen Bremsleuchte aufgeklärt wurden, auf deren plötzliches Auftauchen im Straßenverkehr reagieren würden. Ebenso ungeklärt ist, inwieweit das frühere Erkennen von Bremsungen nicht auch zu potentiell gefährlichen Missverständnissen führen kann, wenn ein Betätigung des Bremspedals im Einzelfall nicht mit einer Anhalteabsicht verknüpft ist. Maßnahmen zur Information der Öffentlichkeit wären in diesem Zusammenhang sicherlich hilfreich, um anderen Verkehrsteilnehmer die Interpretation dieses neuartigen Signals zu erleichtern.

Auch bleibt zu prüfen, welche Farben, Lichtstärken, Formen und Positionierungen an der Fahrzeugfront tatsächlich geeignet sind, um maximale Erkennbarkeit der Leuchte sicherzustellen. Derartige Aspekte entziehen sich aber der Untersuchbarkeit mit Hilfe einfachen Videomaterials. Versuche in entsprechenden Lichttunneln, in denen Beleuchtungsverhältnisse unter Tag- und Nachtsichtbedingungen variiert und entsprechend eine Vielzahl von Anwendungsfällen für eine vordere Bremsleuchte nachgebildet werden können, sind erforderlich, um die Sichtbarkeit einer vorderen Bremsleuchte aus wahrnehmungspsychologischer Sicht abzuklären. Ein weiterer wichtiger Schritt zur empirischen Überprüfung des Sicherheitsgewinns einer vorderen Bremsleuchte wäre ein hinreichend groß angelegter Feldversuch. Ein vom normalen Straßenverkehr abgeschlossener Verkehrsbereich (z. B. auf einem großen Industriegelände oder dem Rollfeld eines Flughafens) könnte genutzt werden, um einen großen Teil der dort verkehrenden Fahrzeuge mit vorderen Bremsleuchten auszurüsten und nach einer ausreichenden Testphase die Verkehrsteilnehmer zu befragen, wie sie die Nützlichkeit dieser technischen Neuerung bewerten.

Letztlich ist die Frage zu klären, ob die unter Versuchsbedingungen zu erwartenden positiven Effekte auch bei schlechten Beleuchtungsverhältnissen und im dichten Stadtverkehr bestehen bleiben. Betrachtet man ein Szenario, in dem neben Front-, Heck- und Bremsleuchten der motorisierten Verkehrsteilnehmer auch unzählige weitere Lichtquellen, wie etwa beleuchtete Werbetafeln, in unmittelbarer Straßennähe um Aufmerksamkeit konkurrieren, so ist sicherlich denkbar, dass eine weitere farbige Lichtquelle wie etwa die vordere Bremsleuchte ggf. auch Verwirrung stiften kann. Vor dem Hintergrund der immer noch zu hohen Unfallzahlen erscheint es jedoch in jedem Fall lohnenswert, das bereits belegte Potential der vorderen Bremsleuchte zur Erhöhung der Verkehrssicherheit in anwendungsnäheren Situationen genau zu untersuchen.

**Literaturverzeichnis**

ADAC e. V. (2015): Zahlen, Fakten, Wissen. Aktuelles aus dem Verkehr. ADAC Report. München.

Annas, J. T. (1972): U. S. Patent No. 3,665,392, United States Patent Office, Washington, D. C.

Bullough, J. D. und Skinner, N. P. (2015): Demonstrating urban outdoor lighting for pedestrian safety and security. Final Report, Rensselaer Polytechnic Institute Troy

Debaille, K. (2004): EP 419 933 A2. Brüssel: Europäisches Patentamt

Douglass, S. F. (1924): U.S. Patent No. 1,519,980, United States Patent Office, Washington, D. C.

GDV Unfallforschung der Versicherer. (2013): Innerörtliche Unfälle mit Fußgängern und Radfahrern. Berlin

Gerónimo, D.; López, A. M.; Sappa, A. D.; Graf, T. (2010): Survey of pedestrian detection for advanced driver assistance systems. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 32, 7, IEEE Xplore Digital Library, 1239–1258. doi:10.1109/TPAMI.2009.122

Mathôt, S.; Schreij, D.; Theeuwes, J. (2012): OpenSesame: an open-source, graphical experiment builder for the social sciences. Behavior Research Methods, 44, 2, Springer, 314–24. doi:10.3758/s13428-011-0168-7

Moore, D. W.; Rumar, K. (1999): Historical Development and Current Effectiveness of Rear Lighting Systems, UMTRI-99-31, The University of Michigan Transportation Research Institute, Ann Arbor

Pirkey, O. S. (1925): U.S. Patent No. 1,553,959. United States Patent Office, Washington, D. C.

Post, D. V.; Mortimer, R. G. (1971): Subjective evaluation of the front-mounted braking signal. Technical Memorandum HuF-TM-1, Highway Safety Research Institute The University of Michigan, Ann Arbor

Radclyffe Barry, D.; Fraser, R. P. (1938): GB. 493,510. Großbritannien

Schmidt, S.; Färber, B. (2009): Pedestrians at the kerb – Recognizing the action intentions of humans. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 12, 4, Elsevier, 300–310. doi:10.1016/j.trf.2009.02.003

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2016). Verkehrsunfälle 2014. Fachserie 8, Reihe 7, Wiesbaden

Theeuwes, J.; Riemersma, J. (1995): Daytime running lights as a vehicle collision countermeasure: the Swedish evidence reconsidered. Accident Analysis and Prevention, 27, 5, Elsevier; 633–642

Várhelyi, A. (1998): Drivers' speed behaviour at a zebra crossing: A case study. Accident Analysis and Prevention, 30, 6, Elsevier, 731–743. doi:10.1016/S0001-4575(98)00026-8

Wood, J. M. (2002): Age and visual impairment decrease driving performance as measured on a closed-road circuit. Human Factors, 44, 3, Human Factors and Ergonomics Society, 482–494. doi:10.1518/0018720024497664

Wood, J. M.; Troutbeck, R. (1994): Effect of visual impairment on driving. Human Factors, 36, 3, Human Factors and Ergonomics Society, 476–487



Dr. habil. Tibor Petzoldt leitet die Arbeitsgruppe „Verkehrspychologie“ an der Professur Allgemeine Psychologie I und Arbeitspsychologie der TU Chemnitz. In der Forschung beschäftigt er sich unter anderem mit Themen wie Fahrerausbildung, Fahrerassistenz, Fahrerablenkung, Radfahrerverhalten und Geschwindigkeitswahrnehmung.



Dr. Katja Schleinitz ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Professur Allgemeine Psychologie I und Arbeitspsychologie der TU Chemnitz. Sie beschäftigt sich in verschiedenen Projekten mit Elektromobilität, Fahrerablenkung und der Verkehrssicherheit, speziell bei Fahrrad- und Elektrofahrradfahrern.

**Anschrift:**  
 TU Chemnitz, Institut für Psychologie  
 Persönlichkeitspsychologie und Diagnostik  
 Wilhelm-Raabe-Straße 43  
 09107 Chemnitz



Prof. Dr. Rainer Banse leitete die Arbeitsgruppe Sozial- und Rechtspsychologie an der Universität Bonn. Im Bereich der Verkehrspsychologie beschäftigt er sich mit Themen wie der Regelbefolgung im Straßenverkehr, Validierung von Testverfahren zur Erfassung der Fahreignung und Verkehrsreife sowie Akzeptanz und Wirksamkeit von Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit

**Anschrift:**  
 Prof. Dr. Rainer Banse  
 Universität Bonn  
 Institut für Psychologie  
 Kaiser-Karl-Ring 9  
 53111 Bonn  
 banse@uni-bonn.de

und  
 Prof. Dr. Rainer Banse  
 Bonner Institut für  
 Rechts- und Verkehrspsychologie  
 Siegfriedstraße 28  
 53179 Bonn