Abschlussbericht

Feldstudie zur Erprobung einer Vorderen Bremsleuchte am Flughafen Tegel

Rainer Banse, Kristof Keidel, Merlin Monzel, Bernhard Kirschbaum, Wolfgang Schubert

Januar 2018

Fotos: Günter Wickler, ligatur; Copyright BIRVp, Bonn 2017

Abschlussbericht

Feldstudie zur Erprobung einer Vorderen Bremsleuchte am Flughafen Tegel

Rainer Banse, Kristof Keidel, Merlin Monzel, [1] [2]
Bernhard Kirschbaum, Wolfgang Schubert [2]

Januar 2018

[1] Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
[2] Bonner Institut für Rechts- und Verkehrspsychologie e. V. (BIRVp)

Prof. Dr. Rainer Banse
Institut für Psychologie
Rheinische Friedrich-Wilhelms-
Universität Bonn
Kaiser-Karl-Ring 9
53111 Bonn
banse@uni-bonn.de

Prof. Dr. Wolfgang Schubert
Bonner Institut für Rechts- und
Verkehrspsychologie e. V.
Siegfriedstraße 28
53179 Bonn
schubert@birvp.de

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis 3

Zusammenfassung 4

Abstract 4

1 Einleitung 5

2 Methoden 8

Stichprobe 8

Skalen 11

Ablauf 16

3 Ergebnisse 19

Datenanalyse 19

Skalen 21

Exploration 27

4 Diskussion 29

Die Vordere Bremsleuchte im Feld: Subjektive Eindrücke 29

Schlussfolgerungen und Empfehlungen 31

5 Literaturverzeichnis 32

Danksagung

Wir möchten uns ganz herzlich bei der Geschäftsführung und den Mitarbeitern des Flughafens Tegel, namentlich bei Herrn Dumjahn, bei den auf dem Flughafengelände tätigen Firmen und den beteiligten Versicherungen bedanken, die dieses Forschungsprojekt uneigennützig und mit viel Engagement unterstützt und dadurch erst ermöglicht haben.

Zusammenfassung

Die Vordere Bremsleuchte erleichtert Fußgängern und anderen Verkehrsteilnehmern die Wahrnehmung kritischer Verkehrssituationen und kann so die Verkehrssicherheit erhöhen. In einer längsschnittlichen Feldstudie wurde überprüft, welche Effekte die Vordere Bremsleuchte in einem abgeschlossenen Verkehrsbereich, dem luftseitigen Teil des Flughafens Berlin-Tegel (TXL), auf die Verkehrssicherheit hat. Dafür wurden 102 Fahrzeuge für einen Zeitraum von drei Monaten mit einer Vorderen Bremsleuchte ausgestattet und 516 Mitarbeiter zu ihren Erfahrungen mit und ihrer Einstellung zu der Vorderen Bremsleuchte befragt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Vordere Bremsleuchte nur selten zu Situationen geführt hat, in denen sie zu Missverständnissen führte, und häufiger zu Situationen, in denen sie die wahrgenommene Verkehrssicherheit erhöhte. Die Einstellung zur Vorderen Bremsleuchte war schon in der ersten Befragung sehr positiv und verbesserte sich darüber hinaus signifikant über die drei Monate des Feldversuches. Insgesamt lassen die Ergebnisse darauf schließen, dass eine Vordere Bremsleuchte als Lichttechnische Einrichtung an Kraftfahrzeugen die Verkehrssicherheit erhöhen kann, indem sie die Kommunikation zwischen Fahrzeugführern und an anderen Verkehrsteilnehmern verbessert.

Abstract

The frontal break light is a device which might facilitate the pedestrians' anticipation of dangerous traffic situations and consequently might increase road safety. In a longitudinal study, the authors assessed the effects of the frontal break light on road safety in an enclosed traffic zone, the downstream part of the Airport Berlin-Tegel (TXL). Therefore, for a period of three months, 102 vehicles were provided with frontal break lights and 197 staff members were questioned about their attitudes towards and their experiences with the frontal break light. The results show that the frontal break light has rarely been observed in situations in which it led to misunderstandings and more often in situations in which it was able to improve road safety. The attitude towards the frontal break light was consistently positive and improved significantly beyond the measurement period. Overall, the results suggest that the frontal break light is able to increase road safety and improve communication between drivers and other road users.

1 Einleitung

In ihrer Laboruntersuchung zur potenziellen Sicherheitswirkung einer Vorderen Bremsleuchte stellten Petzoldt, Schleinitz und Banse (2017) die Informationsasymmetrie zwischen Kraftfahrzeugführern und Fußgängern heraus. Während dem Fahrzeugführer Informationen wie Blickrichtung und Körperhaltung des Fußgängers zur Verfügung stehen, um sich dessen Intentionen im Straßenverkehr zu erschließen, stehen dem Fußgänger – zumindest aus frontaler Sicht – kaum Indikatoren für das Verhalten des Kraftfahrers zur Verfügung. Fehlende Signalleuchten an der Frontseite von Kraftfahrzeugen machen es dem Fußgänger schwer, ein Bremsen an Fußgängerüberwegen oder beim Abbiegen des Fahrzeuges, bei dem Fußgänger Vorrang haben, wahrzunehmen. Jedoch geht die Unfallforschung der Versicherer (UDV) davon aus, dass ein Großteil der von Kraftfahrzeugen verursachten Fußgängerunfälle in eben jenen beiden Situationen geschieht (UDV Unfallforschung der Versicherer, 2013). Beachtet man nun noch das Machtungleichgewicht zwischen Kraftfahrzeug und Fußgänger, kann man erahnen, welch gravierende Folgen eine solche Informationsasymmetrie im Besonderen für den Fußgänger haben kann: Im Jahr 2016 verzeichnete das Statistische Bundesamt (Destatis 2016) für Deutschland 31.793 im Straßenverkehr verunglückte Fußgänger (30.248 innerhalb von Ortschaften), von denen 490 getötet wurden (356 innerhalb von Ortschaften). Im Vergleich zu 1980 sind die Zahlen damit stark zurückgegangen, doch ist in den letzten Jahren eine Stagnation des Trends festzustellen (ADAC e. V., 2015; vgl. Abbildung 1). Die anteilsmäßig hohen Verunglücktenzahlen innerhalb von Ortschaften weisen zudem darauf hin, dass gerade dort eine zusätzliche Unterstützung der Kommunikation zwischen Fußgängern und den Führern von Kraftfahrzeugen hilfreich sein könnte.

Várhelyi (1998) untersuchte das Fahrverhalten von Personen an Zebrastreifen und stellte dabei fest, dass Fußgängern der Vorrang häufig nicht gewährt wird. Die Vermutung liegt nahe, dass dies nicht nur aus Vorsatz geschieht, sondern dass Fußgänger aufgrund von

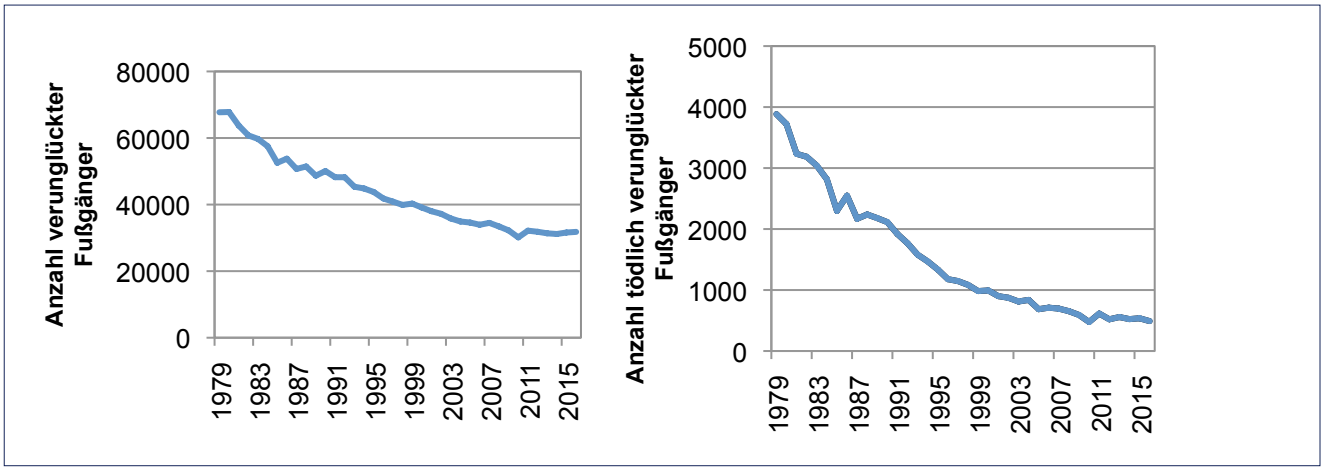

Abbildung 1. Anzahl verunglückter und tödlich verunglückter Fußgänger in Deutschland im Zeitraum von 1979 bis 2016 (Statistisches Bundesamt (Destatis), 2016).

Einschränkungen des Sehvermögens (Wood, 2002; Wood & Troutbeck, 1994) sowie mangelnder Umgebungsbeleuchtung schlichtweg übersehen werden (Theeuwes & Riemersma, 1995). Auch eine Fehlinterpretation der Verhaltensintention der Fußgänger (Schmidt & Färber, 2009) wäre möglich. Es liegt also nahe, Fußgängern ein Hilfsmittel bereitzustellen, um sie in Anbetracht ihrer höheren Gefährdung besser zu schützen. Eines dieser möglichen Hilfsmittel wäre eine Vordere Bremsleuchte, die auch frontal befindliche Verkehrsteilnehmer über das Bremsen eines Fahrzeuges informiert. Bereits 1938 wurde in einem Patent gewarnt, dass die klassische Bremsleuchte keine Informationen für eben jene Verkehrsteilnehmer enthalten würde (Radclyffe Barry & Fraser, 1938). Erste Überlegungen zu einer Vorderen Bremsleuchte existieren sogar schon seit den 1920ern (Douglass, 1924; Pirkey, 1925), die Möglichkeit einer technischen Umsetzung der Vorderen Bremsleuchte folgte in späteren Jahren (Annas, 1972; Debaillie, 2004).

Schon 1971 publizierten Post und Mortimer eine erste Studie zum Nutzen einer Vorderen Bremsleuchte, in der Privatfahrzeuge von Versuchsteilnehmern für etwa einen Monat mit einer entsprechenden Leuchte ausgestattet waren. Anschließend wurden die Teilnehmer nach einer Bewertung der Vorderen Bremsleuchte sowie ihren Erfahrungen in der Nutzung gefragt. Eine Kontrollgruppe, die mit der Vorderen Bremsleuchte nicht in Kontakt gekommen war, wurde nach einer Bewertung des Konzepts der Vorderen Bremsleuchte gefragt. Beide Gruppen betrachteten die Vordere Bremsleuchte im Hinblick auf die Kommunikation mit anderen Fahrern und Fußgängern als sinnvoll. Besonders hervorgehoben wurden die Bedeutung bei eingeschränkter Umgebungsbeleuchtung (z. B. in der Nacht) sowie die bewusste Betätigung der Vorderen Bremsleuchte, um Verhaltensintentionen zu kommunizieren. Davon ausgehend untersuchten Petzoldt et al. (2017), ob eine Vordere Bremsleuchte die Identifikation einer Bremsung tatsächlich erleichtern und so den Verkehrsablauf beschleunigen sowie einen Sicherheitsgewinn mit sich bringen kann. Die Ergebnisse der computergestützten Laboruntersuchung zeigten, dass Bremsungen bei Fahrzeugen mit einer Vorderen Bremsleuchte signifikant früher identifiziert wurden als bei Fahrzeugen ohne Vordere Bremsleuchte und dass das Ausbleiben des Bremssignals (z. B. bei nicht ausgestatteten Fahrzeugen) zu konservativeren Reaktionen bei den Teilnehmern führte. Daher kann von einem Sicherheitsgewinn durch die Vordere Bremsleuchte ausgegangen werden.

Ziel der vorliegenden Studie war es, diese Ergebnisse in einem groß angelegten längsschnittlichen Feldversuch zu überprüfen. Im Gegensatz zu Post und Mortimer (1971) sollten dabei jedoch nicht nur die Fahrer der mit einer Vorderen Bremsleuchte ausgestatteten Fahrzeuge befragt werden, sondern auch die anderen Verkehrsteilnehmer, die mit den ausgestatteten

Fahrzeugen in Kontakt kamen. Um dies zu ermöglichen, wurde die Studie in einem abgeschlossenen Verkehrsbereich, dem luftseitigen Teil des Flughafens Berlin-Tegel (TXL), durchgeführt. Ein weiterer Vorteil des Flughafens bestand darin, dass sich die mit einer Vorderen Bremsleuchte ausgestatteten Fahrzeuge nicht im Geltungsbereich der StVZO befanden und eine technische Modifikation daher legal möglich war. Der Erhebungszeitraum wurde im Vergleich zu Post und Mortimer (1971) länger gewählt, um genügend Situationen untersuchen zu können, in denen die Vordere Bremsleuchte potenziell einen Einfluss hat. Auch die Größe des Vorfelds des Flughafen Berlin-Tegel und das täglich hohe Verkehrsaufkommen waren für dieses Unterfangen geeignet. Fußgänger und Fahrzeugführer mit verschiedenen Kontakthäufigkeiten mit der Vorderen Bremsleuchte wurden nach Erfahrungen und einer Bewertung der Vorderen Bremsleuchte gefragt. Dabei lag der Fokus vor allem auf Erfahrungen im Bereich von Fußgängerüberwegen und kreuzendem Verkehr, da diese Verkehrsbereiche den größten potenziellen Sicherheitsnutzen der Vorderen Bremsleuchte versprechen.

Es wurde erwartet, dass Situationen, in denen die Vordere Bremsleuchte einen Sicherheitsvorteil mit sich bringt, häufiger vorkommen und berichtet werden (Hypothese 1a), wohingegen Situationen, in denen die Vordere Bremsleuchte zu Missverständnissen oder Gefahren führt, seltener vorkommen und berichtet werden (Hypothese 1b). Es wurde erwartet, dass Teilnehmer, die mit der Vorderen Bremsleuchte in Kontakt kamen, zum zweiten Befragungszeitpunkt eine positivere Einstellung gegenüber der Vorderen Bremsleuchte zeigen als zum ersten Befragungszeitpunkt (Hypothese 2), wohingegen dieser Effekt bei Teilnehmern, die nicht oder nur selten mit der Vorderen Bremsleuchte in Kontakt kamen, nicht auftreten sollte (Hypothese 3). Eine positive Einstellung gegenüber der Vorderen Bremsleuchte sollte sich zudem in einer Befürwortung der generellen Einführung der Vorderen Bremsleuchte zeigen (Hypothese 4).

Neben den Daten zu Erfahrungen mit der Vorderen Bremsleuchte im Verkehr wäre es wünschenswert, auch objektive Daten zum Einfluss der Vorderen Bremsleuchte z. B. auf Unfälle und Beinahe-Unfälle zu analysieren. Eine Auswertung der vom Flughafen erfassten Unfallstatistiken ist jedoch nicht sinnvoll möglich, da im Bereich des Flughafens im Zeitraum von wenigen Monaten insgesamt nur sehr wenige Verkehrsunfälle auftreten, die selbst bei einer Erfassung über mehrere Jahre hinweg nicht ausreichen würden, um einen zu erwartenden Sicherheitsnutzen der Vorderen Bremsleuchte statistisch abzusichern. Wenn man eine Senkung der globalen Unfallzahlen von 10 % zu Grunde legt, wäre dazu eine Studie mit einem erheblich größeren Verkehrsbereich und längerem Beobachtungszeitraum notwendig.

2 Methoden

Stichprobe

Im Abstand von drei Monaten wurden 516 Mitarbeiter des Flughafens Berlin-Tegel (TXL) nach ihrer Einstellung zur Vorderen Bremsleuchte befragt. 421 Mitarbeiter nahmen zum ersten Befragungszeitpunkt (t_1), 292 Mitarbeiter zum zweiten Befragungszeitpunkt (t_2) und davon effektiv 197 Mitarbeiter zu beiden Befragungszeitpunkten (t_{12}) teil. Die Längsschnittstichprobe schloss 166 Fahrzeugführer ein, von denen 122 mindestens einmal ein Fahrzeug mit Vorderer Bremsleuchte führten. Die demographische Aufschlüsselung der Stichproben t_1 und t_2 sowie der Längsschnittstichprobe ist Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1. Demographische Daten.

	t_1 (N_1 = 421)	t_2 (N_2 = 292)	t_{12} (N_{12} = 197)
Geschlecht			
Männlich	88.84 %	90.07 %	91.37 %
Weiblich	11.16 %	9.93 %	8.63 %
Alter			
M	41.30	40.78	41.59
SD	10.61	10.68	9.71
Range	18 – 68	18 – 68	21 – 68
Bildungsabschluss			
Keiner	2.14 %	2.40 %	1.52 %
Hauptschulabschluss	16.86 %	21.23 %	15.74 %
Realschulabschluss	49.64 %	47.95 %	55.84 %
Abitur / Fachabitur	20.43 %	18.49 %	16.75 %
Hochschulabschluss	10.21 %	8.56 %	9.14 %
Fehlende Angabe	0.71 %	1.37 %	1.02 %
Fahrerlaubnis			
Vorhanden	93.35 %	91.10 %	92.39 %
M	1996	1997	1996
SD	11.22	11.49	10.87
Nicht vorhanden	6.41 %	6.16 %	7.61 %
Fehlende Angabe	0.24 %	2.74 %	0.00 %

Anmerkung. Angaben der Längsschnittstichprobe (t_{12}) beziehen sich auf ihre Angaben zu t_1. Die Spearman-Rang-Korrelation für den Bildungsabschluss zu t_1 und t_2 betrug $r_{Sp}(191) = .83$.

Die Befragung wurde vor Ort von sechs Interviewern durchgeführt. Befragt wurden Mitarbeiter folgender Unternehmen: AAS Aviation & Airport Services GmbH, Berliner Flughafen Gesellschaft, Lufthansa Technik AG, SCK Sky Catering Kitchen GmbH, WISAG Airport Services Berlin GmbH & Co. KG, AeroGround, Aviation Ground Service Berlin und HSD Flughafen GmbH. Um einen prognostizierten Drop-out durch Arbeitswechsel, Urlaub, Krankheit oder Ähnliches auszugleichen, wurden zum ersten Befragungszeitpunkt so viele Probanden wie möglich befragt. Alle Teilnehmer erhielten für jede Befragung 5 €. Die Bereitschaft der Probanden, bei der Befragung teilzunehmen, wurde von den Interviewern als hoch eingeschätzt. Nur sehr wenige angesprochene Personen waren nicht bereit, an der Befragung teilzunehmen.

Um dieselben Probanden vom ersten Befragungszeitpunkt auf dem weitläufigen Flughafengelände zu finden und zu befragen, ohne den Betriebsablauf zu stören, wurden Aushänge und Hinweise von Kollegen und Vorgesetzten genutzt. Von den 421 Probanden des ersten Befragungszeitpunkts konnten auf diese Weise 210 wiederholt befragt werden, von denen wiederum 197 eindeutig der ersten Befragung zugeordnet werden konnten. Die übrigen 211 Probanden konnten anhand der Auskunft von Mitarbeitern und Vorgesetzten folgenden Kategorien zugeordnet werden: 43 Probanden arbeiteten während des zweiten Befragungszeitraums nicht mehr auf dem Flughafen Berlin-Tegel, 37 hatten Urlaub, 20 keine Schicht und 14 waren krankgeschrieben. Zudem wollte ein Proband nicht erneut teilnehmen. 46 Probanden befanden sich zum zweiten Befragungszeitpunkt wahrscheinlich auf dem Flughafengelände, konnten aber in der drei Tage andauernden Befragung nicht kontaktiert werden. Über den Verbleib der restlichen 50 Probanden ist nichts bekannt.

Probanden, die berichteten, gar nicht auf dem Vorfeld tätig zu sein, wurden einer Kontrollgruppe zugeteilt (N = 43). Die Rekrutierung von Teilnehmern der Kontrollgruppe gestaltete sich schwierig, da die entsprechenden Personen meist in Geschäften tätig waren, durch Kundenkontakt häufig ausgelastet waren und im Gegensatz zu den Vorfeldmitarbeitern nicht in eigenen Pausenräumen kontaktiert werden konnten. Die Verteilung der Arbeitszeiten auf der Bewegungsfläche ist Abbildung 2 zu entnehmen. Angaben zur Arbeitssituation sind in Tabelle 2 aufgeführt.

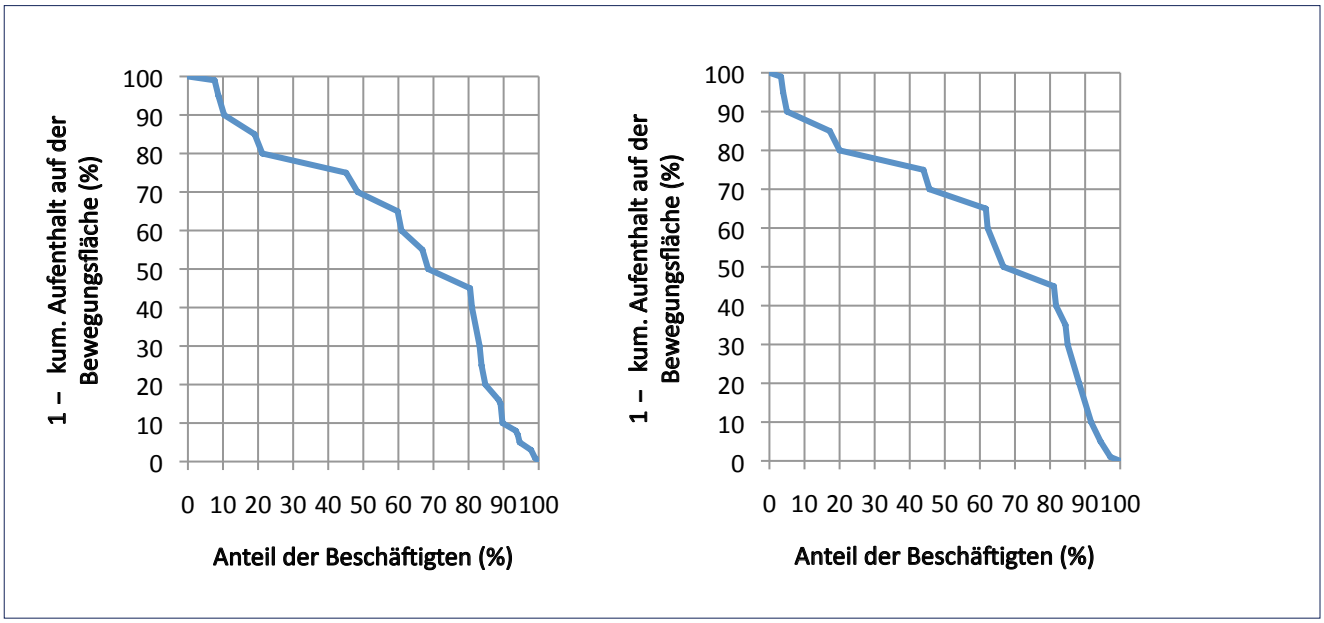

Abbildung 2. Verteilung der Arbeitszeit auf der Bewegungsfläche zu t_1 und t_2. *Zu lesen wie folgt:* x Prozent der Beschäftigten arbeiteten y oder mehr Prozent ihrer Arbeitszeit auf der Bewegungsfläche.

Tabelle 2. Angaben zur Arbeitssituation.

	t_1 (N_1 = 421)	t_2 (N_2 = 292)	t_{12} (N_{12} = 197)
Arbeitszeit			
Tags	37.77 %	26.71 %	30.96 %
Nachts	1.66 %	2.05 %	3.05 %
Tag und Nacht	60.57 %	70.89 %	65.48 %
Fehlende Angabe	0.00 %	0.34 %	0.51 %
Tätigkeit auf der Bewegungsfläche			
Ja	90.74 %	93.84 %	94.42 %
Nein	9.26 %	6.16 %	5.58 %
Fortbewegung			
Zu Fuß	63.66 %	66.44 %	66.50 %
Pkw	63.42 %	69.86 %	71.07 %
Bus	7.13 %	9.25 %	7.11 %
Lkw	17.34 %	21.23 %	22.34 %
Gepäckfahrzeug	34.92 %	32.53 %	33.50 %
Sonstige	9.74 %	8.90 %	7.61 %
Arbeitszeit auf Bewegungsfläche (%)			
M	62.20	64.41	62.43
SD	28.39	28.19	29.04

Anmerkung. Angaben der Längsschnittstichprobe (t_{12}) beziehen sich auf ihre Angaben zu t_2.

Skalen

Demografische Angaben. Die Probanden wurden nach Geschlecht, Alter, höchstem Bildungsabschluss und dem Besitz einer Fahrerlaubnis gefragt. Bei Besitz einer Fahrerlaubnis sollte zudem das Ausstellungsjahr des ersten Führerscheins angegeben werden.

Angaben zur Arbeitssituation. Die Probanden wurden nach ihrer Tätigkeit auf dem Flughafen, ihrer gewöhnlichen Arbeitszeit (tags, nachts, Tag und Nacht) und ihrem Aufenthalt auf der Bewegungsfläche befragt. Gaben die Probanden an, auf der Bewegungsfläche tätig zu sein, wurden sie zudem nach der Art ihrer Fortbewegung (zu Fuß, Pkw, Bus, Lkw, Gepäckfahrzeug, offenes Antwortfeld) und ihrer geschätzten Arbeitszeit auf der Bewegungsfläche in Prozent gefragt. Die Angaben zur gewöhnlichen Arbeitszeit wurden nicht ausgewertet, da es bei der Beantwortung des Items zu Missverständnissen kam und davon auszugehen ist, dass nahezu alle befragten Mitarbeiter aufgrund des Schichtdienstes sowohl tagsüber als auch nachts arbeiteten. Die Tätigkeiten der einzelnen Mitarbeiter sind Tabelle 3 zu entnehmen, wobei synonyme Bezeichnungen für dieselbe Tätigkeit nach bestem Wissen zusammengefasst wurden.

Tabelle 3. Tätigkeiten zu t_1 und t_2.

Tätigkeit	Anzahl t_1		Anzahl t_2	
	EG	KG	EG	KG
Boarding	6	12	5	2
Catering	5	0	12	0
Flugbegleiter/Piloten	5	1	0	0
Flugzeugabfertigung	172	5	121	8
Flugzeugreinigung	24	0	24	1
Kundendienst/Einzelhandel	8	10	10	2
Ramp Agent	41	2	25	0
Tankdienst	22	1	20	1
Techniker/Elektroniker	31	1	14	0
(Personen-)Transport	32	0	20	0
Zoll/Polizei/Follow-Me	5	0	2	0
Sonstiges	33	4	17	4
Fehlend	1	0	4	0
Gesamt	385	36	274	18

Anmerkung. Unter „Sonstiges“ wurden Antworten zusammengefasst, aus denen entweder keine konkrete Tätigkeit hervorging (z. B. Schichtleiter) oder Tätigkeiten, die seltener als fünfmal auftraten.

Potenziell relevante Verkehrssituationen. Die Skala bestand aus acht für die Vordere Bremsleuchte potenziell relevanten Verkehrssituationen und wurde auf einer 5-stufigen Häufigkeitsskala erfragt (nie, selten, gelegentlich, oft, sehr oft). Cronbachs Alpha betrug zum ersten Befragungszeitpunkt α_1 = .84 und zum zweiten Befragungszeitpunkt α_2 = .83. Die Items sowie dazugehörige Trennschärfen sind Tabelle 4 zu entnehmen.

Einstellung zur Vorderen Bremsleuchte. Die Skala bestand aus sieben Statements bezüglich der Vorderen Bremsleuchte und wurde auf einer 5-stufigen Zustimmungsskala erfragt (stimme überhaupt nicht zu, stimme eher nicht zu, weder noch, stimme eher zu, stimme voll zu). Cronbachs Alpha betrug zum ersten Befragungszeitpunkt α_1 = .84 und zum zweiten Befragungszeitpunkt α_2 = .87. Die Items sowie dazugehörige Trennschärfen sind Tabelle 5 zu entnehmen. Ergänzend wurde gefragt, ob die Probanden bei einer hypothetischen Abstimmung über eine allgemeine Einführung der Vorderen Bremsleuchte dafür oder dagegen stimmen würden.

Tabelle 4. Potenziell relevante Verkehrssituationen.

Items	r_{it1}	r_{it2}
Wie häufig kommt es zu gefährlichen Situationen bei kreuzendem Verkehr *zwischen Fahrzeugen und Fußgängern*?	.61	.64
Wie häufig kommt es zu gefährlichen Situationen bei kreuzendem Verkehr *zwischen mehreren Fahrzeugen*?	.66	.61
Wie häufig kommt es zu gefährlichen Situationen an *Zebrastreifen*?	.50	.51
Wie häufig kommt es vor, dass Sie *als Fußgänger* unsicher sind, ob kreuzender Verkehr bremst?	.48	.43
Wie häufig kommt es vor, dass Sie *als Fahrzeugführer* unsicher sind, ob kreuzender Verkehr bremst?	.61	.58
Wie häufig entstehen auf dem Vorfeld verkehrsbedingte Gefahrensituationen?	.66	.65
Wie häufig fühlen Sie sich durch hektischen Verkehr auf dem Vorfeld belastet?	.57	.57
Wie häufig wird der Verkehrsablauf auf dem Vorfeld durch kreuzenden Verkehr verzögert?	.53	.46
Cronbachs Alpha	.84	.83

Tabelle 5. Einstellung zur Vorderen Bremsleuchte.

Items	r_{it1}	r_{it2}
Die Vordere Bremsleuchte ist eine gute Idee.	.73	.77
Die Vordere Bremsleuchte würde auf Dauer mehr Nachteile als Vorteile bringen. (–)	.16	.36
Die Vordere Bremsleuchte kann den Straßenverkehr sicherer machen.	.77	.75
Die Vordere Bremsleuchte kann Unfälle verhindern.	.70	.71
Die Vordere Bremsleuchte ist überflüssig. (–)	.46	.69
Die Vordere Bremsleuchte erhöht die Sicherheit von Fußgängern.	.70	.71
Die Vordere Bremsleuchte kann das Vorankommen im Straßenverkehr einfacher machen.	.68	.64
Cronbachs Alpha	.84	.87

Kontakt mit der Vorderen Bremsleuchte. Die Skala bestand aus Situationen, in denen man mit einer Vorderen Bremsleuchte in Kontakt gekommen sein konnte, und wurde auf einer 5-stufigen Häufigkeitsskala erfragt (nie bis sehr oft). Aufgrund der geringen internen Konsistenz von $\alpha_2 = .51$ wurde nur mit den Einzelitems und nicht mit der Gesamtskala gerechnet. Die Items sowie dazugehörige Trennschärfen sind Tabelle 6 zu entnehmen.

Erfahrungen mit der Vorderen Bremsleuchte. Die Häufigkeitsskala (nie bis sehr oft) gliederte sich in die beiden Subskalen *Erfahrungen mit der Vorderen Bremsleuchte am Fahrzeug anderer* (7 Items, $\alpha_2 = .74$) sowie *Erfahrungen mit der Vorderen Bremsleuchte an eigenen Fahrzeugen* (5 Items, $\alpha_2 = .60$). Erfahrungen am Fahrzeug anderer wurden nur erhoben, wenn der Proband innerhalb des Testzeitraums selbst ein Fahrzeug auf dem Vorfeld geführt hatte. Erfahrungen an eigenen Fahrzeugen wurden nur erhoben, wenn mindestens eines der bedienten Fahrzeuge mit einer Vorderen Bremsleuchte ausgestattet worden war. Item 38 („Wie oft haben Sie die Vordere Bremsleuchte *an Ihrem Fahrzeug*, während Sie gefahren sind, ausgeschaltet?“) wurde aus der Skala ausgeschlossen, da vielen Fahrern die Möglichkeit des Abschaltens der Vorderen Bremsleuchte nicht bewusst gewesen war. Die Items der beiden Skalen sowie dazugehörige Trennschärfen sind den Tabellen 7 und 8 zu entnehmen.

Tabelle 6. Kontakt mit der Vorderen Bremsleuchte.

Items	r_{it1}	r_{it2}
Wie häufig haben Sie die Vordere Bremsleuchte in Aktion gesehen?		.35
Wie häufig ist Ihnen die Vordere Bremsleuchte *positiv* aufgefallen (z. B. schnelleres Vorankommen, verbesserte Sicherheit etc.)?		.32
Wie häufig ist Ihnen die Vordere Bremsleuchte *negativ* aufgefallen (z. B. Fehlinterpretation, Ablenkung etc.)?		.12
Wie häufig haben Sie von anderen etwas *Positives* über die Vordere Bremsleuchte gehört?		.44
Wie häufig haben Sie von anderen etwas *Negatives* über die Vordere Bremsleuchte gehört?		.19
Cronbachs Alpha		.51

Tabelle 7. Erfahrungen mit der Vorderen Bremsleuchte an anderen Fahrzeugen.

Items	r_{it1}	r_{it2}
Wie oft haben Sie aufgrund der Vorderen Bremsleuchte *an einem anderen* Fahrzeug schneller verstanden, was ein anderer Verkehrsteilnehmer vorhat?		.56
Wie oft hat eine Vordere Bremsleuchte *an einem anderen Fahrzeug* eine Verkehrssituation für Sie leichter gemacht?		.61
Wie oft kam es aufgrund der Vorderen Bremsleuchte *an einem anderen Fahrzeug* zu Missverständnissen? (–)		.45
Wie oft hat eine Vordere Bremsleuchte *an einem anderen Fahrzeug* zu einer gefährlichen Situation geführt? (–)		.44
Wie oft hat eine Vordere Bremsleuchte *an einem anderen Fahrzeug* eine Gefahr verringert oder vermieden?		.43
Wie oft haben Sie wegen einer leuchtenden Vorderen Bremsleuchte *an anderen Fahrzeugen* fälschlicherweise angenommen, dass der andere Verkehrsteilnehmer anhält? (–)		.19
Wie oft haben Sie wegen einer leuchtenden Vorderen Bremsleuchte *an anderen Fahrzeugen* schneller erkannt, dass der andere Verkehrsteilnehmer anhält?		.57
Cronbachs Alpha		.74

Anmerkung. Umgepolte Items wurden mit (–) markiert.

Tabelle 8. Erfahrungen mit der Vorderen Bremsleuchte an eigenen Fahrzeugen.

Items	r_{it1}	r_{it2}
Wie oft kam es aufgrund der Vorderen Bremsleuchte *an Ihrem Fahrzeug* zu Missverständnissen? (–)		.41
Wie oft hatten Sie den Eindruck, dass die Vordere Bremsleuchte *an Ihrem Fahrzeug* den Verkehrsablauf verbessert hat?		.31
Wie oft hatten Sie den Eindruck, dass die Vordere Bremsleuchte *an Ihrem Fahrzeug* anderen Verkehrsteilnehmern geholfen hat, Ihre Fahrmanöver besser vorherzusagen?		.43
Wie oft hatten Sie den Eindruck, dass die Vordere Bremsleuchte *an Ihrem Fahrzeug* bei anderen Verkehrsteilnehmern zu Missverständnissen geführt hat? (–)		.37
Cronbachs Alpha		.60
Ausgeschlossen: Wie oft haben Sie die Vordere Bremsleuchte *an Ihrem Fahrzeug*, während Sie gefahren sind, ausgeschaltet? (–)		.16

Anmerkung. Umgepolte Items wurden mit (–) markiert.

Ablauf

Der erste Befragungszeitraum fand vom 22.05.2017 bis zum 25.05.2017 auf dem Gelände des Flughafens Berlin-Tegel (TXL) statt. Um den Betrieb nicht zu stören, wurden die Mitarbeiter überwiegend in ihren Pausenräumen befragt (vgl. Abbildung 3-5).

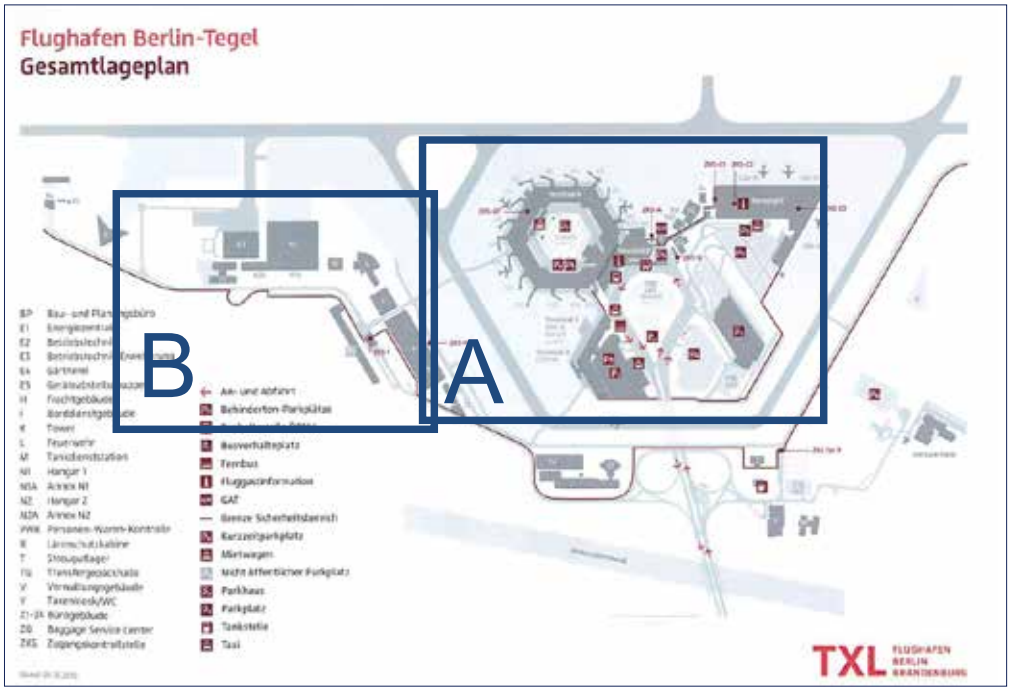

Abbildung 3. Übersichtskarte Flughafengelände Berlin-Tegel. Verwaltungsgebäude rot markiert.

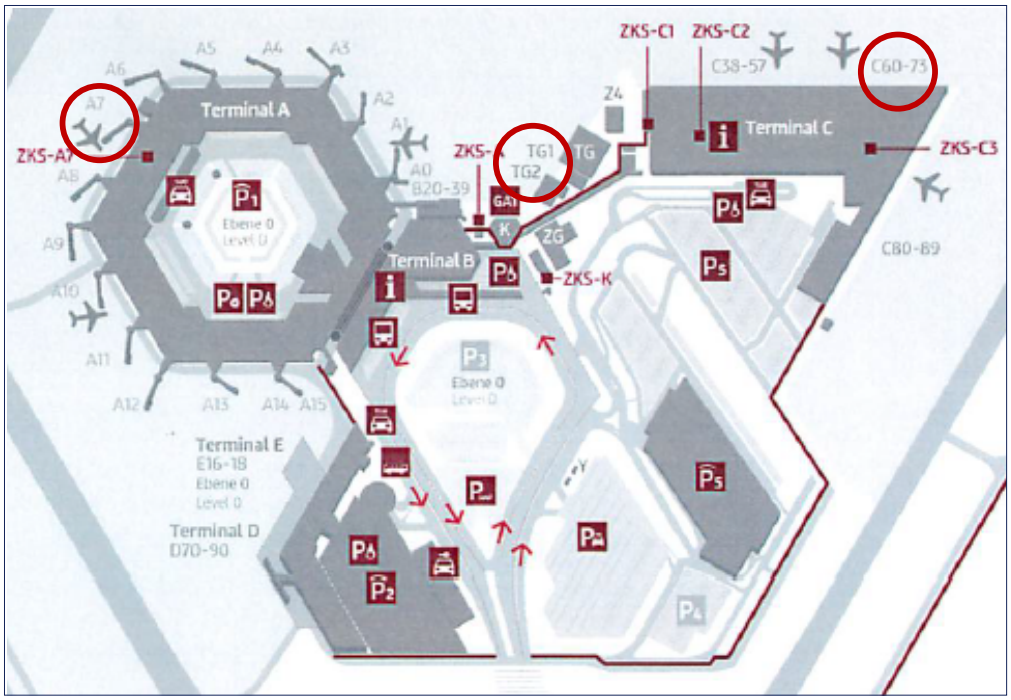

Abbildung 4. Teilkarte A. Pausenräume sind rot markiert.

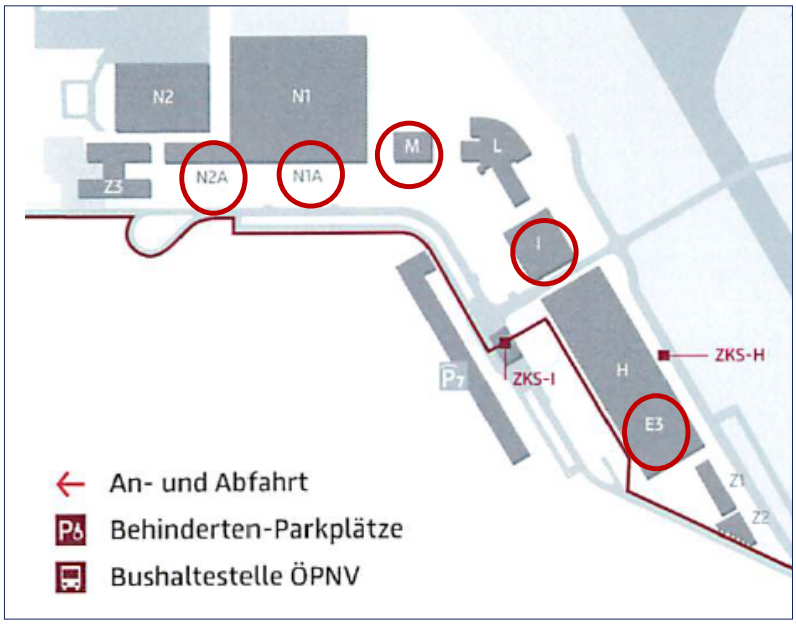

Abbildung 5. Teilkarte B. Pausenräume sind rot markiert.

Der Fragebogen zum ersten Befragungszeitpunkt enthielt einen pseudonymisierten Probandencode, Angaben zur Demografie und Arbeitssituation sowie die Skalen *Potenziell relevante Verkehrssituationen* und *Einstellung zur Vorderen Bremsleuchte*. Anschließend an den ersten Befragungszeitpunkt wurden im Zeitraum vom 29.05.2017 bis zum 07.06.2017 an 102 Fahrzeugen Vordere Bremsleuchten in Form eines grünen LED-Streifens montiert (Abbildung 6), der über den Zigarettenanzünder mit Strom versorgt wurde und auf einen unter dem Bremspedal angebrachten Drucksensor reagierte. Diese waren drei Monate lang im Betrieb, bis sie im Zeitraum vom 17.09.2017 bis 21.09.2017 wieder demontiert wurden. Der An- und Abbau fand außerhalb der Betriebszeiten statt, um den Ablauf auf dem Flughafen Berlin-Tegel nicht zu stören. Während des Einsatzzeitraumes kam es lediglich an sieben Fahrzeugen zu technischen Problemen, welche umgehend beseitigt wurden. Der zweite Befragungszeitraum fand vom 11.09.2017 bis zum 15.09.2017 statt.

Abbildung 6. Beispielbilder von Fahrzeugen mit Vorderer Bremsleuchte. Foto: Günter Wicker, Ligatur, Copyright BIRVp 2017.

Zum zweiten Befragungszeitpunkt wurde ein Fragebogen verwendet, der sich aus den Angaben des Fragebogens zum ersten Befragungszeitpunkt sowie den zusätzlichen Skalen *Kontakt mit der Vorderen Bremsleuchte* und *Erfahrungen mit der Vorderen Bremsleuchte* zusammensetzte. Zudem wurden die Meinungsänderung zur Vorderen Bremsleuchte sowie offene positive und negative Kommentare erfragt. Der genaue Ablauf der Studie kann Abbildung 7 entnommen werden.

KW	WT	Interviewer	Techniker	
21	22.05. - 25.05.	Befragung t1		4 Tage für Befragung 1
22	29.05. - 07.06.	-	Installation vordere Bremsleuchte	102 Kfz/Fahrzeuge von 8 teilnehmenden Firmen
23 bis 35	100 Fahrzeuge fahren mit vorderer Bremsleuchte (3 Monate)			
37	11.09. - 15.09.	Befragung t2	-	5 Tage für Befragung 2
38	17.09. - 21.09.	-	Deinstallation vordere Bremsleuchte	100 Kfz/Fahrzeuge

Abbildung 7. Ablaufplan der Feldstudie auf dem Gelände des Flughafens Berlin-Tegel (TXL).

3 Ergebnisse

Datenanalyse

Die zu beiden Messzeitpunkten erhobenen Daten wurden zunächst in der die Gesamtstichproben deskriptiv miteinander verglichen, bevor anschließend 2 × 2 ANOVAs mit der Längsschnittstichprobe gerechnet wurden, da dies robustere Rückschlüsse über Veränderungen in der Einstellung zur Vorderen Bremsleuchte erlaubt. Da die Power in der Kontrollgruppe aufgrund der geringen Stichprobengröße ($N = 11$) gering ausfällt, wurden anschließende Post-hoc-*t*-Tests nur in der Experimentalgruppe durchgeführt. Die Skalenmittelwerte und Standardabweichungen sind in den Tabellen 9 und 10 zu finden: Tabelle 9 bezieht sich auf die Gesamtstichproben zu beiden Messzeitpunkten, Tabelle 10 auf die Längsschnittstichprobe. Eine ähnliche Analysestrategie liegt den Daten zugrunde, die nur zum zweiten Messzeitpunkt erhoben wurden: Zunächst wurde die Gesamtstichprobe und anschließend die Längsschnittstichprobe betrachtet.

Tabelle 9. Skalenmittelwerte der Gesamtstichprobe zu t_1 und t_2.

	EG				KG			
	t_1		t_2		t_1		t_2	
Skala	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*
Potenziell relevante Verkehrssituationen	3.13	0.67	3.27	0.64	2.68	0.71	3.03	0.74
Einstellung zur Vorderen Bremsleuchte	3.55	0.87	3.74	0.87	3.64	0.75	3.86	0.84
Kontakt mit der Vorderen Bremsleuchte (Item 11)			3.95	0.90			3.35	1.50
Erfahrung mit der Vorderen Bremsleuchte an anderen Fahrzeugen			3.57	0.64				
Erfahrungen mit der Vorderen Bremsleuchte an eigenen Fahrzeugen			3.86	0.64				

Tabelle 10. Veränderung der Skalenmittelwerte im Längsschnitt.

	EG				KG			
	t_1		t_2		t_1		t_2	
Skala	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*
Potenziell relevante Verkehrssituationen	3.17	0.69	3.32	0.63	2.80	0.87	3.27	0.68
Einstellung zur Vorderen Bremsleuchte	3.48	0.91	3.70	0.93	3.62	0.93	3.63	0.93
Kontakt mit der Vorderen Bremsleuchte (Item 11)			4.02	0.86			2.70	1.57
Erfahrung mit der Vorderen Bremsleuchte an anderen Fahrzeugen			3.54	0.68				
Erfahrungen mit der Vorderen Bremsleuchte an eigenen Fahrzeugen			3.87	0.68				

Skalen

Potenziell relevante Verkehrssituationen. Die zum ersten Messzeitpunkt erhobene EG (N = 385) sowie die zum zweiten Messzeitpunkt erhobene EG (N = *274*) schätzten die Häufigkeit von potenziell relevanten Verkehrssituationen mit dem Begriff „gelegentlich" ein (t_1: M = 3.13, SD = 0.67; t_2: M = 3.27, SD = 0.64). Die KG zum ersten Messzeitpunkt (N = 33) sowie die KG zum zweiten Messzeitpunkt (N = *18*) wählten im Mittel die Antworten „selten" bis „gelegentlich" (t_1: M = 2.68, SD = 0.71; t_2: M = 3.03, SD = 0.74).

Innerhalb der auf dem Vorfeld tätigen Längsschnittstichprobe (EG, N = 186) wurden potenziell relevante Verkehrssituationen sowohl zum ersten als auch zum zweiten Messzeitpunkt im Mittel als gelegentlich häufig eingeschätzt (t_1: M = 3.17, SD = 0.69; t_2: M = 3.32, SD = 0.63). Die nicht auf dem Vorfeld tätige Längsschnittstichprobe (KG, N = 11) schätzte potenziell relevante Verkehrssituationen zu beiden Messzeitpunkten ebenfalls als gelegentlich häufig ein (t_1: M = 2.80, SD = 0.87; t_2: M = 3.27, SD = 0.68). Eine Messwiederholungs-ANOVA zeigte eine Veränderung der Häufigkeit potenziell relevanter Verkehrssituationen über die Zeit ($F(1, 193) = 6.75$, $p = .01$, $\eta_p^2 = .03$), aber keinen Gruppenunterschied ($F(1, 193) = 1.45$, $p = .23$, $\eta_p^2 = .007$) oder eine Interaktion zwischen Gruppe und Zeit ($F(1, 193) = 1.84$, $p = .18$, $\eta_p^2 = .009$). Ein Post-hoc-t-Test zeigte, dass die EG zum zweiten Messzeitpunkt eine signifikant höhere Häufigkeit potenziell relevanter Verkehrssituationen angab als zum ersten ($t(184) = -2.79$, $p = .006$, $d_{RM} = 0.20$)[3].

Einstellung zur Vorderen Bremsleuchte. Die nur zum ersten Messzeitpunkt erhobene EG zeigte auf der Skala *Einstellung zur Vorderen Bremsleuchte* einen Mittelwert von 3.55 (SD = 0.87) und die KG einen Mittelwert von 3.64 (SD = 0.75). Die nur zum zweiten Messzeitpunkt erhobene EG wies einen Mittelwert von 3.74 (SD = 0.87) und die KG einen Mittelwert von 3.86 (SD = 0.84) auf. In der hypothetischen Abstimmung über die Einführung einer Vorderen Bremsleuchte zeigten sich folgende Ergebnisse: Die EG war zum ersten Messzeitpunkt zu 73.51 % für und zu 24.42 % gegen die allgemeine Einführung einer Vorderen Bremsleuchte (2.08 % fehlend). Die zum zweiten Messzeitpunkt erhobene EG war zu 75.91 % dafür und zu 20.07 % dagegen (4.01 % fehlend). Die KG war zum ersten Messzeitpunkt zu 80.56 % für und zu 16.67 % gegen die allgemeine Einführung einer Vorderen Bremsleuchte (2.78 % fehlend). Die zum zweiten Messzeitpunkt erhobene KG war zu 61.11 % dafür und zu 33.33 % dagegen (5.56 % fehlend).

---

[3] Bei jedem in diesem Artikel berichteten t-Test mit Messwiederholung wurde Cohens Effektstärkemaß d gemäß der achten Formel von Morris und DeShon (2008) korrigiert und als d_{RM} bezeichnet.

Die EG der Längsschnittstichprobe zeigte auf der Skala *Einstellung zur Vorderen Bremsleuchte* zum ersten Messzeitpunkt einen Mittelwert von 3.48 (SD = 0.91), zum zweiten einen Mittelwert von 3.70 (SD = 0.93). Die KG der Längsschnittstichprobe wies zum ersten Messzeitpunkt einen Mittelwert von 3.62 (SD = 0.93), zum zweiten einen Mittelwert von 3.63 (SD = 0.93) auf. Eine Messwiederholungs-ANOVA ergab keinen Haupteffekt der Einstellungsänderung über die Zeit ($F(1, 195) = 0.76$, $p = .38$, $\eta_p^2 = .004$), keinen Gruppenunterschied ($F(1, 195) = 0.02$, $p = .89$, $\eta_p^2 < .001$) und keinen Interaktionseffekt Einstellung × Gruppe ($F(1, 195) = 0.59$, $p = .44$, $\eta_p^2 = .003$). Deskriptiv kann dennoch ein Trend Richtung Interaktion festgestellt werden (Abbildung 8). Ein Post-hoc-t-Test in der EG zeigte eine statistisch signifikante Verbesserung der Einstellung ($t(185) = -3.52$, $p = .001$, $d_{RM} = 0.26$) über beide Messzeitpunkte hinweg. Weiterhin wurde mittels einer moderierten linearen Regression untersucht, ob die Einstellungsänderung zur Vorderen Bremsleuchte durch den Kontakt mit der Vorderen Bremsleuchte (Item 18) moderiert wird. Die Interaktion von Einstellung zum ersten Messzeitpunkt und Kontakt mit der Vorderen Bremsleuchte wurde nicht signifikant ($\beta = -.15$, $p = .67$).

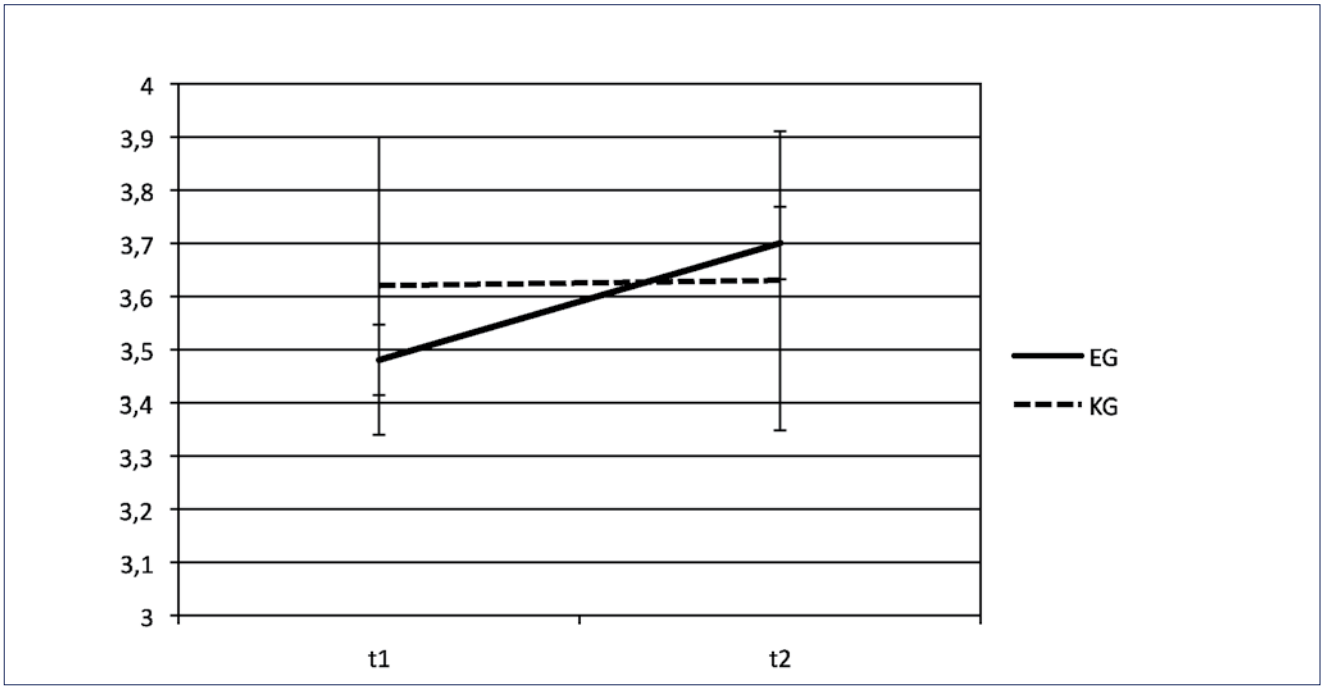

Abbildung 8. Mittelwerte und Standardfehler zu t_1 und t_2.

Hinsichtlich der hypothetischen Abstimmung über die allgemeine Einführung ergaben sich folgende Ergebnisse für die EG der Längsschnittstichprobe: Zum ersten Messzeitpunkt stimmten 72.73 % für und 27.27 % gegen die allgemeine Einführung und zum zweiten Messzeitpunkt 75.57 % dafür und 24.43 % dagegen. Ein Chi-Quadrat-Test, der auf der oberen in Tabelle 11 abgebildeten Kreuztabelle beruht, lieferte keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Messzeitpunkten ($\chi^2(1) = 0.92$, $p = .34$). Bei der KG der Längsschnittstichprobe stimmten zum ersten Messzeitpunkt 72.73 % für und 27.27 % gegen die allgemeine Einführung und zum zweiten Messzeitpunkt 54.55 % dafür und 45.45 % dagegen. Ein Chi-Quadrat-Test konnte aufgrund zu geringer erwarteter Wahrscheinlichkeiten innerhalb einzelner Zellen der unteren in Tabelle 11 abgebildeten Kreuztabelle nicht berechnet werden.

Tabelle 11. Meinungsänderung in der Abstimmung zur Vorderen Bremsleuchte.

		Abstimmung t_2		
		dagegen	dafür	gesamt
Abstimmung t_1	dagegen	16.48 %	10.80 %	27.27 %
EG	dafür	7.95 %	64.77 %	72.73 %
	gesamt	24.43 %	75.57 %	100.00 %
Abstimmung t_1	dagegen	27.27 %	0.00 %	27.27 %
KG	dafür	18.18 %	54.55 %	72.73 %
	gesamt	45.45 %	54.55 %	100.00 %

Kontakt mit der Vorderen Bremsleuchte. Die Mittelwerte und Standardfehler der Items zum Kontakt mit der Vorderen Bremsleuchte sind in Abbildung 9 – getrennt nach EG der Gesamt- und Längsschnittstichprobe – dargestellt. Demnach wurde die Vordere Bremsleuchte von der EG der Gesamtstichprobe nach Angabe der Probanden im Mittel oft in Aktion gesehen ($M = 3.95$, $SD = 0.90$). Darüber hinaus gaben sie an, dass ihnen die Vordere Bremsleuchte gelegentlich bis oft positiv ($M = 3.38$, $SD = 1.11$) und selten negativ aufgefallen ist ($M = 1.98$, $SD = 1.01$). Dieser Unterschied war statistisch signifikant ($t(269) = 14.10$, $p < .001$, $d = 1.32$). Weiterhin berichteten sie, dass sie selten bis gelegentlich etwas Positives ($M = 2.49$, $SD = 1.14$) und selten etwas Negatives über die Vordere Bremsleuchte gehört haben ($M = 1.86$, $SD = 0.99$). Auch dieser Unterschied war statistisch signifikant ($t(271) = 7.29$, $p < .001$, $d = 0.59$). Zudem wurden die beiden Unterschiede innerhalb der Längsschnittstichprobe signifikant (positiv vs. negativ aufgefallen: $t(184) = 10.52$, $p < .001$, $d = 1.23$; Positives vs. Negatives gehört: $t(185) = 5.14$, $p < .001$, $d = 0.52$). Die Kontakthäufigkeit korrelierte mit dem Auffallen positiver Situationen ($r = .47$, $p < .001$), nicht jedoch mit negativen Situationen ($r = -.05$, $p = .48$). Dieser Unterschied der Korrelationen war statistisch signifikant ($z = 4.69$, $p < .001$).

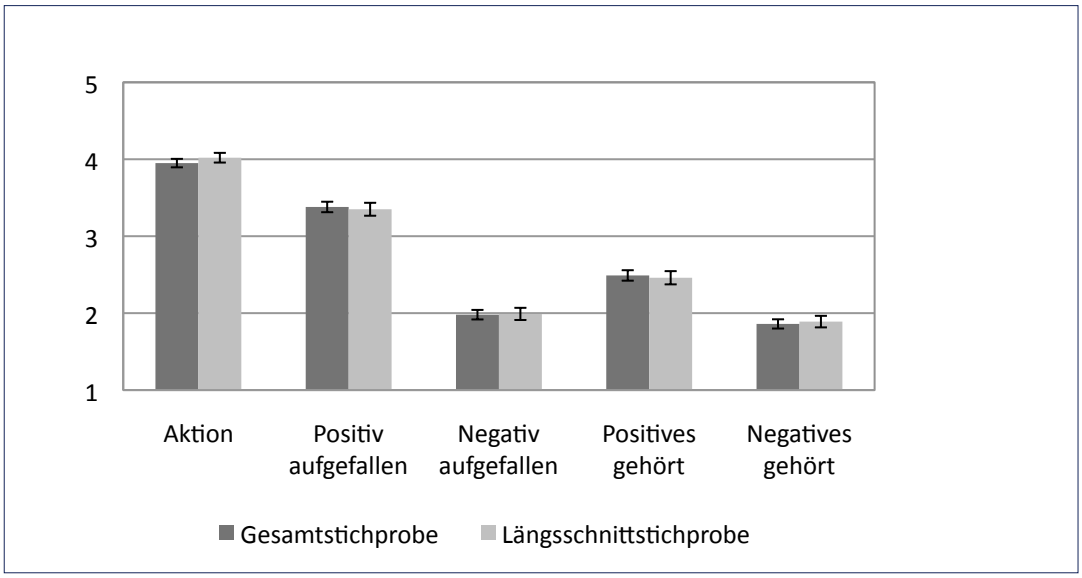

Abbildung 9. Mittelwerte und Standardfehler der Skala „Kontakt mit der Vorderen Bremsleuchte".

Erfahrungen mit der Vorderen Bremsleuchte. Die EG der Gesamtstichprobe, die selbst ein Fahrzeug auf dem Vorfeld gefahren hat (N = 248), wies auf der Skala *Erfahrungen mit der Vorderen Bremsleuchte an anderen Fahrzeugen* einen Mittelwert von 3.57 (SD = 0.64) auf. Im Vergleich von negativen (Items 33, 34, 36; M = 2.08, SD = 0.90) und positiven (Items 31, 32, 35, 37; M = 3.29, SD = 0.88) Erfahrungen mit der Vorderen Bremsleuchte an anderen Fahrzeugen zeigte sich, dass negative Erfahrungen selten und positive Erfahrungen gelegentlich bis oft, also häufiger als negative, berichtet wurden ($t(247) = 14.81$, $p < .001$, $d = 0.94$). Dies ergab sich ebenso für alle Fahrzeugführer der Längsschnittstichprobe ($t(165) = 10.86$, $p < .001$, $d = 0.84$). Diejenigen Fahrzeugführer der EG der Gesamtstichprobe, deren Fahrzeug mit der Vorderen Bremsleuchte ausgestattet war (N = 181), wiesen auf der Skala *Erfahrungen mit der Vorderen Bremsleuchte an eigenen Fahrzeugen* einen Mittelwert von 3.86 (SD = 0.64) auf. Im Vergleich von negativen (Items 39, 42; M = 1.69, SD = 0.76) und positiven (Items 40, 41; M = 3.14, SD = 1.05) Erfahrungen mit der Vorderen Bremsleuchte an eigenen Fahrzeugen zeigte sich auch hier, dass negative Erfahrungen selten und positive Erfahrungen gelegentlich bis oft, also häufiger als negative, berichtet wurden ($t(179) = 14.58$, $p < .001$, $d = 1.09$). Dies zeigte sich ebenfalls für alle Fahrzeugführer der Längsschnittstichprobe, deren Fahrzeuge mit einer vorderen Bremsleuchte ausgestattet gewesen waren, ($t(121) = 11.39$, $p < .001$, $d = 1.03$).

Abschließende Fragen. Wie in Abbildung 10 zu sehen, berichteten innerhalb der EG der Längsschnittstichprobe 59.14 % der Probanden eine Veränderung ihrer Meinung zur Vorderen Bremsleuchte zum Positiven, 33.33 % berichteten keine Veränderung und 3.76 % berichteten eine Veränderung zum Negativen (3.76 % fehlend). In der KG berichteten 27.27 % eine Veränderung zum Positiven, 45.45 % keine Veränderung und 0.00 % eine Veränderung zum Negativen (27.27 % fehlend).

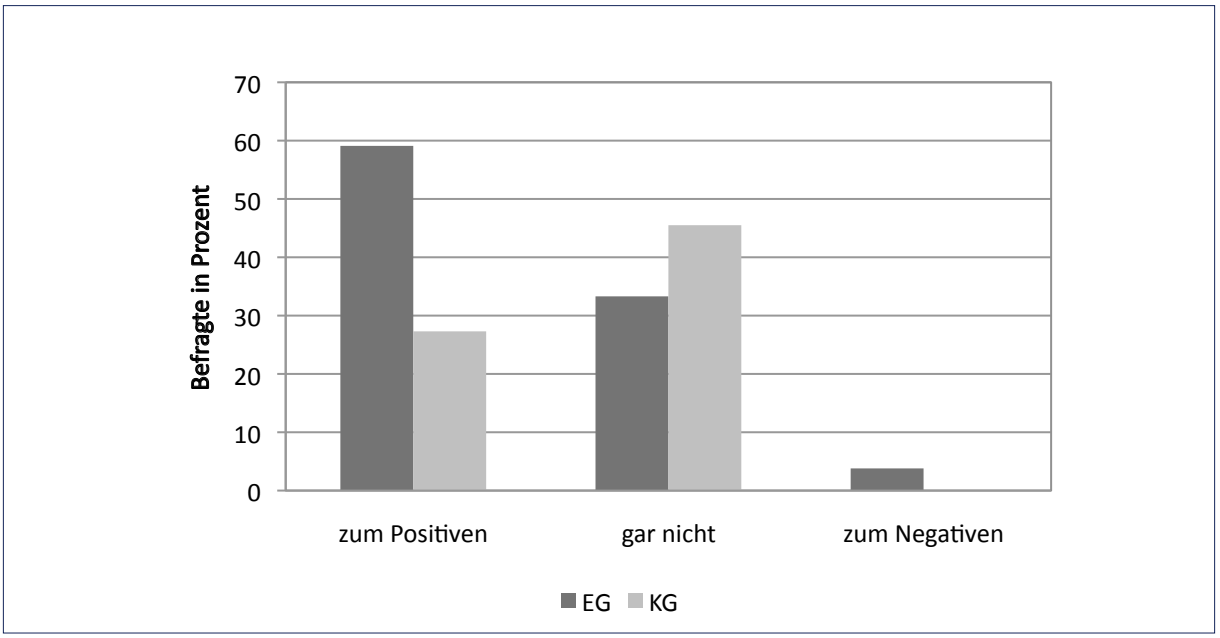

Abbildung 10. Meinungsänderung von t_1 zu t_2.

Zusätzliche positive Kommentare (Item 44) wurden von 54 Personen geäußert. Davon waren zehn Kommentare allgemein positiver Natur, sieben Kommentare thematisierten ein erhöhtes Sicherheitsgefühl und 13 Kommentare bezogen sich darauf, dass das Bremsen von Fahrzeugen (schneller) erkannt wurde und/oder man schneller darauf reagieren konnte (Antizipation und Reaktion). Weiterhin befassten sich zehn Kommentare mit der Sichtbarkeit der Vorderen Bremsleuchte, insbesondere im Dunkeln. Die restlichen Kommentare behandelten eine verbesserte Kommunikation im Verkehr und im allgemeinen Ablauf (3), positive Aspekte der Farbe (3) und die Hilfestellung, die die Vordere Bremsleuchte beim Parkvorgang mit sich bringt (1). Sieben Kommentare fielen unter die Kategorie „Sonstiges“, da es sich hierbei um weitere Ideen (2), neutrale Kommentare (2) oder Kritik (3) handelte. Einige Beispielkommentare der spezifischen Kategorien sind Tabelle 12 zu entnehmen.

Tabelle 12. Offene Kommentare: Beispiele für positive Kommentare (Item 44).

Kategorie	Beispielkommentare
Antizipation und Reaktion (13)	„Man erkennt schneller, dass das Fahrzeug bremst.“
	„Man kann schneller auf das Abbremsen der anderen Verkehrsteilnehmer reagieren.“
Allgemein positive Kommentare (10)	„Das war sehr gut.“
	„Gute Idee.“
Sichtbarkeit (10)	„Gute Sache; ich erwarte es noch positiver im Winter.“
	„Die derzeit verwendete Version an Fahrzeugen blendet nicht, ist aber sehr deutlich zu erkennen.“
Sicherheitsgefühl (7)	„Als Verkehrsteilnehmer fühlt man sich sicherer.“
	„Die Sicherheit hat zugenommen.“
Kommunikation (3)	„Verbesserte Kommunikation unter den Verkehrsteilnehmern.“
	„Der Verkehrsfluss hat sich verbessert.“
Farbe (3)	„Farbe fällt auf.“
	„Bei ‚grün‘ kannst du gehen!“
Parken (1)	„Die Vordere Bremsleuchte hat beim Parken geholfen.“
Sonstiges (7)	„Fahrzeuge anderer Firmen sollten auch ausgestattet werden.“
	„Man muss sich daran gewöhnen.“

Anmerkung. In Klammern die Anzahl der Kommentare der jeweiligen Kategorie. Sprachliche Fehler in den Kommentaren wurden korrigiert.

Zusätzliche negative Kommentare wurden von 29 Personen geäußert. Davon bezogen sich neun Kommentare auf Funktionsstörungen, die während des Feldversuchs an den Vorderen Bremsleuchten auftraten (z. B. Dauerbetrieb, Fehlfunktionen). Darüber hinaus kritisierten acht Personen die grüne Farbe der Bremsleuchte. Drei Personen äußerten sich kritisch zur Sichtbarkeit (zu gering bzw. zu blendend) und zwei weitere Personen sahen keinen Nutzen in der Vorderen Bremsleuchte oder äußerten Entstehen von Verwirrung. Sieben Kommentare fielen unter die Kategorie „Sonstiges“, da es sich um positive (2), neutrale (1) oder unspezifische (2) Kommentare oder Kritik an der Feldstudie (2) handelte. Einige Beispielkommentare der spezifischen Kategorien sind Tabelle 13 zu entnehmen.

Tabelle 13. Offene Kommentare: Beispiele für negative Kommentare (Item 45).

Thema	Beispielkommentare
Funktionsstörungen (9)	„Sehr oft Teilausfälle der Leuchte.“
	„Es nutzt nichts, wenn die Bremsleuchte aufleuchtet, aber die Geschwindigkeit nicht verringert wird.“
Farbe (8)	„Grün ist die falsche Farbe.“
	„Die Lampe sollte rot sein.“
Sichtbarkeit (3)	„In der Nacht ist das Licht zu hell.“
	„Es blendet etwas.“
Nutzen und Probleme (2)	„Licht ist irritierend. Katastrophe, wenn das eingeführt wird“
	„Bei allgemeiner Geschwindigkeitsreduzierung durch Abbremsen des Fahrzeuges empfinde ich die grüne Bremsleuchte als überflüssig.“
Sonstiges (7)	„Es war doof, dass nicht alle Fahrzeuge die Leuchte hatten.“
	„Vor dem Testbetrieb hätten die entsprechenden Informationen breiter gestreut werden können.“

Anmerkung. In Klammern die Anzahl der Kommentare der jeweiligen Kategorie. Sprachliche Fehler in den Kommentaren wurden korrigiert.

Exploration

Skaleninterkorrelationen sind Tabelle 14 zu entnehmen. Signifikante Korrelationen der Einstellung zur Vorderen Bremsleuchte mit dem Alter (t_1: $r(418) = -.08$, $p = .12$; t_2: $r(275) = -.02$, $p = .70$), der Bildung (t_1: $r(416) = -.01$, $p = .85$; t_2: $r(286) = -.08$, $p = .17$), dem Ausstellungsjahr des ersten Führerscheins (t_1: $r(391) = .08$, $p = .10$; t_2: $r(263) = .07$, $p = .23$) und dem Aufenthalt auf der Bewegungsfläche in Prozent (t_1: $r(382) = -.08$, $p = .10$; t_2: $r(279) = .00$, $p = .96$) wurden nicht gefunden (für weitere Zusammenhänge siehe Tabelle 15a und 15b). Die Korrelation zwischen der Einstellung zur Vorderen Bremsleuchte und dem Geschlecht wurde sowohl zum ersten Messzeitpunkt ($r(419) = .10$, $p = .05$) als auch zum zweiten Messzeitpunkt signifikant (t_2: $r(290) = .18$, $p = .003$): Frauen bewerteten die Vordere Bremsleuchte zu beiden Messzeitpunkten positiver als Männer.

Tabelle 14. Skaleninterkorrelationen.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
1. Potenziell relevante Verkehrssituationen t_1						
2. Potenziell relevante Verkehrssituationen t_2	.47**					
3. Einstellung zur Vorderen Bremsleuchte t_1	.08	.12				
4. Einstellung zur Vorderen Bremsleuchte t_2	.12	.09	.54**			
5. Kontakt mit der Vorderen Bremsleuchte	.08	.15*	.11	.18**		
6. Erfahrung mit der Vorderen Bremsleuchte an anderen Fahrzeugen	−.01	.00	.43**	.75**	.39**	
7. Erfahrungen mit der Vorderen Bremsleuchte an eigenen Fahrzeugen	.11	.08	.39**	.62**	.25**	.68**

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

Tabelle 15a. Zusammenhänge zwischen verschiedenen demografischen Daten und der Einstellung zur Vorderen Bremsleuchte zu t_1.

	1.	2.	3.	4.	5.
1. Einstellung zur Vorderen Bremsleuchte t_1					
2. Geschlecht t_1	.10*				
3. Alter t_1	−.08	−.12*			
4. Bildung t_1	−.01	.12*	−.03		
5. Ausstellungsjahr des ersten Führerscheins t_1	.08	.12*	−.87**	−.03	
6. Aufenthalt auf der Bewegungsfläche in % t_1	−.08	−.20**	.03	−.22**	.01

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

Tabelle 15b. Zusammenhänge zwischen verschiedenen demografischen Daten und der Einstellung zur Vorderen Bremsleuchte zu t_2.

	1.	2.	3.	4.	5.
1. Einstellung zur Vorderen Bremsleuchte t_2					
2. Geschlecht t_2	.18**				
3. Alter t_2	−.02	−.03			
4. Bildung t_2	−.08	.00	.16**		
5. Ausstellungsjahr des ersten Führerscheins t_2	.07	.08	−.90**	−.19**	
6. Aufenthalt auf der Bewegungsfläche in % t_2	.00	−.21**	.10	−.20**	.00

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

4 Diskussion

Die Vordere Bremsleuchte im Feld: Subjektive Eindrücke

Um Veränderungen in der Einstellung zur Vorderen Bremsleuchte feststellen zu können, die auf einem (subjektiven) Sicherheitsgewinn in für die Vordere Bremsleuchte relevanten Situationen (z. B. Fußgängerüberwege, kreuzender Verkehr) beruhen, musste zunächst sichergestellt werden, dass derartige Situationen auf dem Flughafengelände hinreichend oft auftraten. Die Ergebnisse zeigen, dass diese Voraussetzung gegeben war. Die Teilnehmer, die mit der Vorderen Bremsleuchte in Kontakt kamen, berichteten zu beiden Messzeitpunkten, dass solche Verkehrssituationen „gelegentlich“ auftraten. Unerwarteter Weise zeigte sich sogar ein leichter Anstieg im Bericht dieser potenziell relevanten Verkehrssituationen. Dies könnte entweder auf eine tatsächlich erhöhte Anzahl oder aber auf eine durch die erste Befragung verursachte erhöhte Aufmerksamkeit gegenüber potenziell relevanten Verkehrssituationen zurückzuführen sein.

Hinsichtlich der Einstellung zeigte sich bereits zum ersten Messzeitpunkt eine eher positive Bewertung der Vorderen Bremsleuchte. Über den dreimonatigen Beobachtungszeitraum verbesserte sich die Einstellung zur Vorderen Bremsleuchte noch einmal signifikant (Bestätigung Hypothese 2). Der Effekt hing jedoch nicht mit der Häufigkeit des Kontakts zusammen (Ablehnung Hypothese 3). Jedoch zeigte sich, dass der Kontakt mit dem positiven Auffallen der Vorderen Bremsleuchte, nicht aber mit einem negativen Auffallen der Vorderen Bremsleuchte zusammenhing. Bei viel Kontakt mit

der Vorderen Bremsleuchte konnten dementsprechend hauptsächlich positive Beobachtungen gemacht werden, wohingegen negative Beobachtungen unabhängig von der Kontakthäufigkeit zu sein scheinen und somit vermutlich eher prinzipieller Natur waren und nicht auf Erfahrung beruhten. Die positive Einstellung zur Vorderen Bremsleuchte zeigte sich auch in den durchweg positiven Abstimmungsergebnissen: Etwa drei Viertel der Teilnehmer waren in einer hypothetischen Abstimmung für eine Einführung der Vorderen Bremsleuchte und nur etwa ein Viertel dagegen (Bestätigung Hypothese 4). In einer Einschätzung der eigenen Meinungsänderung gab die Mehrheit der Teilnehmer (59.14 %) an, dass sich ihre Meinung bezüglich der Vorderen Bremsleuchte verbessert hätte. Nur sehr wenige Teilnehmer (3.76 %) gaben hier eine Veränderung in negative Richtung an. In der Exploration zeigte sich darüber hinaus, dass Frauen die Vordere Bremsleuchte positiver bewerten als Männer. Dieser Effekt könnte durch ein größeres Sicherheitsbedürfnis von Frauen verursacht worden sein. Aufgrund des geringen Frauenanteils der Stichprobe ist dieses Ergebnis jedoch mit Vorsicht zu interpretieren. Insgesamt lassen die positiven Einstellungen zu beiden Messzeitpunkten und die Einstellungsverbesserung darauf schließen, dass die große Mehrheit der Befragten einen positiven Einfluss der Vorderen Bremsleuchte auf die Verkehrssicherheit wahrgenommen hat.

In Übereinstimmung mit diesen Ergebnissen berichteten die Teilnehmer – unabhängig davon, ob sie selbst ein Fahrzeug mit Vorderer Bremsleuchte gefahren oder diese lediglich beobachtet hatten – gelegentlich bis oft Situationen, in denen die Vordere Bremsleuchte nützlich war (Bestätigung 1a), und selten Situationen, in denen sie zu Missverständnissen oder Gefahren führte (Bestätigung Hypothese 1b). Dieses Ergebnis weist darauf hin, dass die Vordere Bremsleuchte sowohl für Fußgänger als auch Fahrzeugführer nützlich wäre. Die überwiegend positiven Kommentare der Teilnehmer zeigen zudem eine hohe Akzeptanz der Vorderen Bremsleuchte. Trotzdem sollten auch die negativen Kommentare bezüglich der technischen Funktionalität und Farbe in der künftigen Forschung berücksichtigt werden.

Schlussfolgerungen und Empfehlungen

In Ergänzung zur Laborstudie von Petzoldt et al. (2017) liefert die vorliegende Feldstudie einen weiteren empirischen Beleg für einen Sicherheitsgewinn durch die Vordere Bremsleuchte. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Technik der Vorderen Bremsleuchte weiter ausgearbeitet werden sollte, da falsch positive und falsch negative Rückmeldungen divergente Konsequenzen haben können. Während falsch positive Signale (z. B. das Anzeigen einer Bremsung durch einen zu sensiblen Druckpunkt am Pedal) eine Gefährdung der Verkehrsteilnehmer bedeuten können, die unbedingt vermieden werden sollte, führen falsch negative Signale (z. B. das Ausbleiben eines Signals durch den Ausfall der Vorderen Bremsleuchte) zu konservativem Reaktionsverhalten, wodurch die Sicherheit im Straßenverkehr nicht negativ beeinträchtigt wird. Letzteres ist vor allem für den zu erwartenden Mischverkehr bei einer Einführung der Vorderen Bremsleuchte von Bedeutung und somit positiv zu bewerten. Weitere Studien sollten zudem eine optimale Konfiguration der Vorderen Bremsleuchte hinsichtlich der Farbe, Lichtstärke, Form und Positionierung untersuchen, wie es in zahlreichen Kommentaren der Teilnehmer der vorliegenden Studie zum Ausdruck kam. Insbesondere die Farbe Grün sorgte für widersprüchliche Meinungen: Die Befürworter interpretierten die Farbe Grün als Sicherheitssignal, wohingegen die Gegner Grün aufgrund der herkömmlichen Bremsleuchten nicht mit einem Bremsvorgang in Verbindung brachten.

Zum Abschluss sei noch einmal darauf hingewiesen, dass eine Auswertung objektiver Daten wie die Häufigkeit von Unfällen oder Beinahe-Unfällen wünschenswert wäre. Aufgrund der geringen Basisrate von Unfällen sind auf dem Flughafen Berlin-Tegel allerdings keine sinnvollen Schlussfolgerungen für die Fragestellung dieser Feldstudie möglich sind. Es wäre ein Großversuch notwendig, um valide Schlüsse über den Einfluss der Vorderen Bremsleuchte auf das objektive Unfallgeschehen zu ermöglichen.

Die bisher vorliegenden Ergebnisse aus der Labor- und Feldstudie sprechen jedoch dafür, dass die Verbesserung der Reaktionszeiten und die durchgehend positive Bewertung der Vorderen Bremsleuchte auf einem realen Beitrag der Vorderen Bremsleuchte zu einer erhöhten Verkehrssicherheit beruhen. Die Vordere Bremsleuchte verbessert die Kommunikation zwischen den Verkehrsteilnehmern, indem sie das Erkennen eines Bremsvorgangs auch aus frontaler Perspektive ermöglicht. Es ist zu erwarten, dass dies nicht nur den Komfort der Verkehrsteilnehmer erhöht, sondern ihnen darüber hinaus hilft, potenziell kritische Verkehrssituationen zu vermeiden und besser zu meistern.

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.

Debaillie, 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.

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

Petzoldt, T., Schleinitz, K.; Banse, R. (2017). Laboruntersuchung zur potenziellen Sicherheitswirkung einer vorderen Bremsleuchte in Pkw. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 63(1),* 19–24.

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 2016*. 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.

Fotos: Günter Wickler, ligatur; Copyright BIRVp, Bonn 2017

Foto: Günter Wickler, ligatur; Copyright BIRVp, Bonn 2017