

Der technische Beifahrer zur Vorbeugung monotoniebedingter Müdigkeit

Lukas BIER, Ralph BRUDER

*Institut für Arbeitswissenschaft (IAD), Technische Universität Darmstadt
Otto-Berndt-Straße 2, D-64287 Darmstadt*

Kurzfassung: In der Automobilbranche schreitet die Automatisierung des Fahrzeuges stets voran. Die Entwicklung neuer Fahrerassistenzsysteme (FAS) und der vermehrte Einsatz bereits vorhandener FAS, wie Spurhalteassistenten und ACC-Systeme, nehmen dem Fahrer dabei immer mehr Aufgaben ab. Diese Entwicklung begünstigt monotone Fahrsituationen, in denen der Fahrer für lange Zeit nicht mehr aktiv an der Fahraufgabe beteiligt ist, sondern nur noch die aktiven FAS überwacht. Monotonie stellt im Straßenverkehr aber ein Sicherheitsrisiko dar, da sie zu Müdigkeit beim Fahrer und damit einem Abfall der Fahrleistung führen kann. Der Beitrag beschreibt die Konzeptionierung eines Fahrer-Fahrzeug-Interaktionssystems, das die Gefahr monotoniebedingter Müdigkeit besonders auf Langstreckenfahrten vermindern soll. Die Interaktion ist dabei so gewählt, dass die Monotonie dadurch aufgehoben wird, dass die eigentliche Fahraufgabe für den Fahrzeugführer interessanter wird. Durch diesen Ansatz wird eine reine Nebenaufgabe und somit eine potentielle Ablenkung vermieden.

Schlüsselwörter: Fahrer-Fahrzeug Interaktion, Müdigkeit, Monotonie, Fahrzeugführung

1. Motivation

Untersuchungen haben gezeigt, dass Müdigkeit eine der Hauptunfallursachen von Verkehrsunfällen ist (Horne & Reyner 2001; Thiffault & Bergeron 2003; Unger 2012).

Müdigkeit ist allgemein auf drei Ursachen zurückzuführen: Auf den Zirkadianen Rhythmus, Überforderung oder auch Unterforderung (May & Baldwin 2009). Müdigkeit aufgrund der Tageszeit bzw. des Zirkadianen Rhythmus wird als schlafbezogene Müdigkeit bezeichnet. Als Folge von Überbeanspruchung, wie zum Beispiel hohe Verkehrsdichte, schlechte Sicht oder Zweitaufgaben, stellt sich aktive aufgabenbezogene Müdigkeit als Folge ein. Die Folge von Unterbeanspruchung durch Langstreckenfahrten in Verbindung mit Monotonie ist dagegen die passive aufgabenbezogene Müdigkeit (siehe Abb. 1).

Es ist ersichtlich, dass es nicht zielführend ist ein Assistenzsystem zu entwickeln, das Fahrer, die aufgrund von Schlafentzug müde sind, weiter im Verkehr zu halten, somit ist die schlafbezogene Müdigkeit nicht das Ziel der Untersuchungen. Während vorhandene und neuentwickelte Fahrerassistenzsysteme (FAS) meist dafür sorgen, dass Fahrern Inhalte der Fahraufgabe abgenommen werden und somit die aktive aufgabenbezogene Müdigkeit adressieren, führen diese Entwicklungen allerdings auch dazu, dass ohnehin monotone Fahrsituationen noch reizärmer für den Fahrer werden und folglich zur Unterforderung beitragen (vgl. Peter et al. 2007).

Somit ist die Unterforderung im Straßenverkehr ein zunehmend relevantes Thema, dass allerdings bislang in der Forschung nicht berücksichtigt wird. Ziel des Forschungsvorhabens ist es zu untersuchen, wie Monotonie und die daraus resultierende Müdigkeit bekämpft werden können, ohne dabei den Fahrer von seiner Fahraufgabe abzulenken.

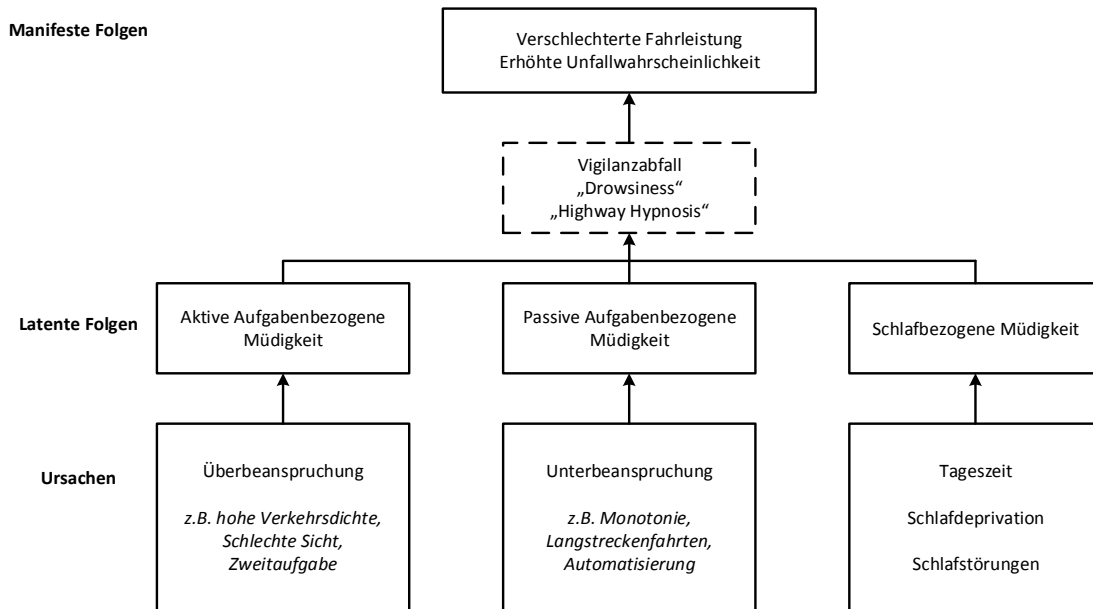


Abbildung 1: Müdigkeitsmodell nach May und Baldwin (2009)

2. Stand der Forschung

Monotonie stellt im Straßenverkehr ein Sicherheitsrisiko dar, da sie zu Müdigkeit beim Fahrer und damit einem Abfall der Fahrleistung führen kann. Dies verdeutlicht das Modell von de Waard (1996), welches die Möglichkeit der Leistungsabgabe auf die Belastung des Menschen referenziert (siehe Abb. 2). Der optimale Bereich der Leistungsabgabe ist demzufolge von einer gewissen Grundbeanspruchung abhängig. Im Kontext der Fahrzeugführung bedeutet dies, dass der Fahrer, wenn er nicht durch die Fahraufgabe ausreichend beansprucht ist, durch zusätzliche Reize gefordert werden muss, um wiederum eine ausreichende Fahrleistung zu erzielen da er andernfalls durch Unterforderung von Müdigkeit betroffen sein kann.

Alle Arten von Müdigkeit führen zu einer Verringerung der Vigilanz sowie zu den Effekten „Drowsiness“ (Benommenheit) und „Highway Hypnosis“ führen, letztere beschreibt den Zustand, in dem der Fahrzeugführer lange Strecken fährt ohne im Nachhinein Details der Fahrt abrufen zu können (Schmidt 2010). Unfälle als Folge von Müdigkeit sind des Weiteren überproportional mit tödlichen oder sehr schweren Verletzungen verbunden (Horne & Reyner 1999) und gehen mit überhöhten Geschwindigkeiten, einem seitlichen Verlassen der Fahrbahn und einem ausgebliebenen oder deutlich verspäteten Bremsverhalten einher (Pack et al. 1995; Radun & Radun 2009).

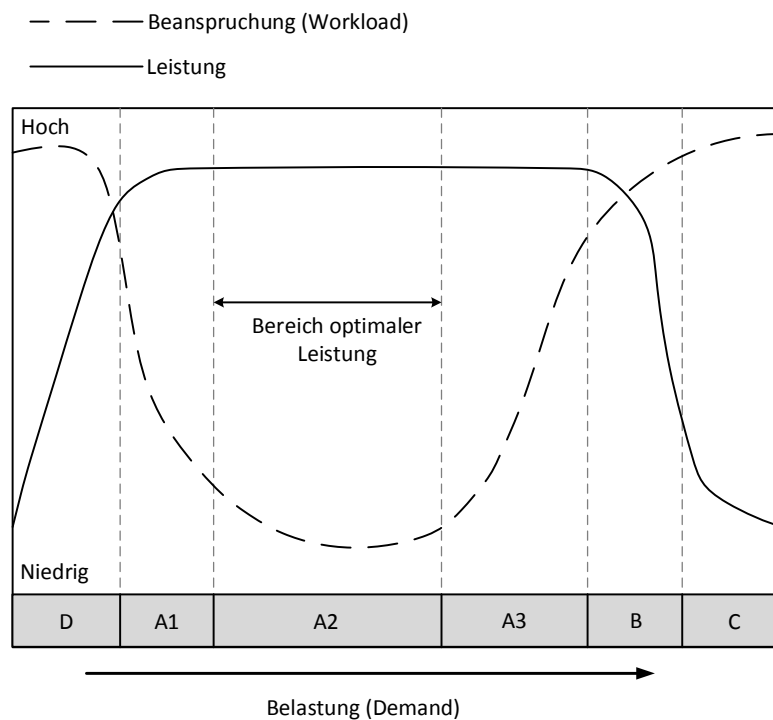


Abbildung 2: Zusammenhang zwischen Belastung, Beanspruchung und Leistung nach de Waard (1996)

Greschner (2011) belegt, dass die Interaktion mit einem Beifahrer die Monotonie durchbricht und der Fahrer im Vergleich zur Alleinfahrt besser seiner Fahraufgabe nachkommen kann. Im Unterschied zu Telefongesprächen antizipiert ein Beifahrer darüber hinaus die Fahrsituation und nimmt sich in Gefahrensituationen zurück (Maciej 2012) oder er unterstützt den Fahrer durch seine zusätzliche Aufmerksamkeit auf die Straße (Hanks et al. 1999). Neben den positiven Einflüssen können Streitgespräche (Ellinghausen & Schlag 2001) und unangemessenes Verhalten auch zu einer Senkung des Situationsbewusstseins des Fahrers führen (Bach & Müller 1981; Heenan et al. 2014). Daraus lässt sich schließen, dass vor allem das Gespräch, mit den Bestandteilen der Informationsaufnahme und Abgabe, zum Leistungserhalt führt, solange es den Fahrer nicht durch Emotionen von der Fahraufgabe ablenkt. Studien belegen darüber hinaus, dass durch Beifahrer ein gewisser Leistungsdruck aufgebaut wird, der sich in gewissen Grenzen positiv auf die Fahrleistung auswirken kann, über die Grenzen hinaus allerdings auch negativ (vgl. Bach & Müller 1981; Doherty et al. 1995; Ingham 1991).

3. Fahrer-Fahrzeug Interaktionskonzept

Als Ansatz, um die Grundbelastung eines Fahrers aufrecht zu erhalten, wird ein Beifahrer als Vorbild herangezogen. Im Rahmen der Forschungsarbeit wird untersucht, wie diese Interaktion mit einem Beifahrer technisch simuliert werden kann.

Es wurde hierfür ein Fahrer-Fahrzeug Interaktionssystem (FitS) nach dem menschenzentrierten Gestaltungsprozess (DIN EN ISO 9241-210) konzipiert, das mit dem Fahrer in eine Interaktion tritt und so für eine Informationsaufnahme und

Informationsabgabe des Fahrers sorgt. Ziel des FltS muss es sein, die positiven Einflüsse eines Beifahrers nachzubilden, während die negativen Einflüsse möglichst vermieden werden.

Abbildung 3 zeigt auf, wie das System den vermeintlichen Nachteilen der FAS entgegenwirken soll. Der Interaktionsansatz ist so gewählt worden, dass er zusätzlich die Vigilanz des Fahrers positiv beeinflusst. Die Interaktion soll demnach explizit die Fahraufgabe beinhalten und auf diesem Weg interessanter gestalten, anstatt dass sie eine Ablenkung darstellt in Form einer reinen, von der Fahraufgabe unabhängigen, Interaktion. Der positive Leistungsdruck wird durch Gamification-Elemente aufgebaut werden. Insofern wird dem Fahrer nicht nur eine Aufgabe kommuniziert, sondern auch die Erfüllung der Aufgabe wird berücksichtigt und bewertet und soll den Fahrer aktivieren.

Als Beispiel sei die Interaktion zur Längsführung genannt. Eingangs wurde erwähnt, dass in monotonen Fahrsituationen die Geschwindigkeitseinhaltung nachlässt, dies ist dadurch zu erklären, dass der Fahrer das Tachometer und Verkehrszeichen mit Geschwindigkeitsbegrenzungen nicht mehr wahrnimmt. Aus diesem Grund wird die Interaktion bewusst auf Geschwindigkeitsbegrenzungen hinweisen und den Fahrer zur exakten Einhaltung einer Geschwindigkeit, unterhalb der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, auffordern. Dabei erhält der Fahrer während der Bewertungszeit kein Feedback über sein aktuelles abschneiden, um ihn weder visuell noch auditiv von der Fahraufgabe abzulenken. Im Anschluss erhält er eine bepunktete Bewertung seiner Leistung und kann auf diesem Weg in einer Highscoreliste aufsteigen.

Ähnliche Gamification-Elemente werden den Fahrer zur verbalen Informationsabgabe motivieren und das Fahrumfeld, die Querverführung und die Abstandseinhaltung zu vorausfahrenden Fahrzeugen etc. beeinflussen.

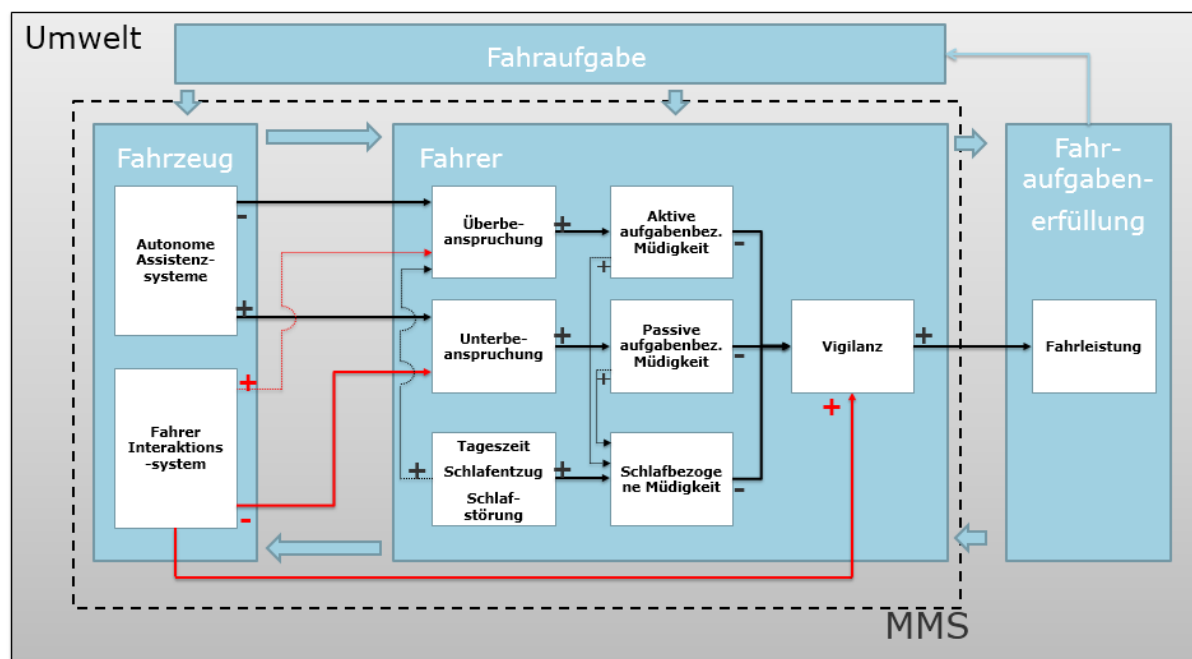


Abbildung 3: Der Einfluss von Müdigkeit auf die Fahrleistung im MMS der Fahrzeugführung bei Nutzung technischer Assistenz- und Interaktionssysteme (aufbauend auf Bubb (1992) und May & Baldwin (2009))

4. Ausblick

Der Konzeptuelle Ansatz ist bisher einmalig und in der bisherigen Forschung nicht untersucht. Er kombiniert Gamification mit der Fahrsicherheit und setzt die Gamification-Elemente sogar so ein, dass die Fahrleistung noch erhöht wird, dabei ist vorhersehbar, dass die Thematik und auch das Lösungskonzept in Zukunft durch eine Zunahme der Automatisierung sogar noch an Relevanz gewinnen.

Die technische Umsetzung ist in Form eines Wizard-of-Oz Ansatzes geplant, da eine vollständige Programmierung für die erforderlichen Untersuchungen zu aufwendig ist und für die arbeitswissenschaftliche Fragestellung nicht erforderlich ist. Die Benutzeroberfläche soll bei einem Wizard-Of-Oz Konzept so gestaltet werden, dass der Proband den Eindruck erhält alle Funktionen des Programms würden vorliegen, wenn tatsächlich der Versuchsleiter Eingabeaufforderungen und Handlungen des Probanden antizipiert und manuell den Dialog zwischen Proband und Benutzerschnittstelle fortsetzt.

Die Wirksamkeit des Interaktionskonzeptes soll in Fahrversuchen getestet werden. Die Fahrversuche selbst sollen in Form eines Fahrsimulatorversuchs erfolgen, da zu erwarten ist, dass Monotonie umgebungsunabhängig und somit robuster im Simulator nachgestellt werden kann, als es auf einer Teststrecke oder im Realverkehr möglich wäre. Darüber hinaus setzt monotoniebedingte Müdigkeit im Fahrversuch schneller ein, was den zeitlichen Aufwand der Versuche erheblich verringern kann. Die Probanden sollen den Versuch in zeitlichen Abständen von ca. einer Woche randomisiert dreimal durchlaufen. Variiert wird bei den unterschiedlichen Fahrversuchen die Rolle des Beifahrers, so sollen die Probanden den Fahrversuch ohne, mit menschlichem Beifahrer und mit dem technischen Beifahrer durchlaufen.

5. Literatur

- Bach, Winfried E.; Müller, Heinrich A.: Beifahrer und Mitfahrer im Straßenverkehr - Risikofaktoren oder Sicherheitsfaktoren?: Eine Diskussion auf gruppentheoretischer Basis. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit, Bd. 27, 1981, S. 60–64.
- Bubb, H. (1992): Menschliche Zuverlässigkeit, Definitionen, Zusammenhänge, Bewertung. Landsberg: Ecomed.
- De Waard, D. (1996). The measurement of drivers' mental workload. Haren: The Traffic Research Centre VSC, University of Groningen.
- Doherty; Andrey & Gregor (1998): The Situational Risks of young Drivers: The Influence of Passengers, Time of Day and Day of Week on Accident Rates. In: Elsevier B.V. (Hg.): Accident Analysis and Prevention, 30 (1). Philadelphia: Elsevier B.V., S. 45–52.
- Ellinghaus, Dieter Dr.; Schlag, Bernhard Prof. Dr. (2001): Beifahrer - Eine Untersuchung über die psychologischen und soziologischen Aspekte des Zusammenspiels von Fahrer und Beifahrer -. Hg. v. Dieter Dr. Ellinghaus und Bernhard Prof. Dr. Schlag. UNIROYAL-Verkehrsuntersuchung. Köln. Online verfügbar unter http://www.uniroyaltyres.com/generator/www/de/en/uniroyal/automobile/themes/05_downloads/02_traffic_studies/download/verkehrsuntersuchung26_en.pdf, zuletzt geprüft am 14.12.2015.
- Greschner, Uwe (2011): Experimentelle Untersuchung von Maßnahmen gegen Schläfrigkeit beim Führen von Kraftfahrzeugen. Dissertation. Universität Stuttgart, Stuttgart.
- Hanks, W.; Driggs, X., A.; Lindsay, G., B. & Merrill, R., M. (1999): An examination of common coping strategies used to combat driver fatigue. In: Journal of American College Health Association (Hg.): Journal of American College Health, 48 (3), S. 135–137.
- Heenan, A., Herdman, C. M., Brown, M. S. & Robert, N. (2014). Effects of Conversation on Situation Awareness and Working Memory in Simulated Driving. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 56 (6), 1077-1092.

- Horne, J. A. & Reyner, L. A. (1999). Vehicle Accidents related to sleep: a review. *Occupational and Environmental Medicine*, 56, 289-294.
- Horne, J. A. & Reyner, L. (2001). Sleep-related vehicle accidents: some guides for road safety policies. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 4 (1), 63-74.
- Ingham, R. (1991): The effects of age, sex, time pressure and passengers on self-reported driving violations. In: *International Conference on traffic Safety, Proceedings*, S. 248–251.
- Maciej, Jannette (2012): Ablenkung durch verbale Kommunikation beim Fahren in seinen verschiedenen Variationen. Dissertation. Technische Universität Carolo-Wilhelmina, Braunschweig. Fakultät für Lebenswissenschaften. Online verfügbar unter http://digisrv-1.biblio.etc.tubs.de:8080/docportal/servlets/MCRFileNodeServlet/DocPortal_derivate_00022675/E_diss2.pdf, zuletzt geprüft am 05.01.2016.
- May, J. F. & Baldwin, C. L. (2009). Driver fatigue. The importance of identifying causal factors of fatigue when considering detection and countermeasure technologies. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 12 (3), 218-224.
- Pack, A. I., Pack, A. M., Rodgman, E., Cucchiara, A., Dinges, D. F. & Schwab, C. (1995). Characteristics of crashes attributed to the driver having fallen asleep. *Accident Analysis & Prevention*, 27 (6), 769-775.
- Peter, H., Penzel, T. & Peter, J. H. (Hrsg.). (2007). *Enzyklopädie der Schlafmedizin*. Berlin: Springer Medizin.
- Radun, I. & Radun, J.E. (2009). Convicted of fatigued driving: who, why and how? *Accident; analysis and prevention*, 41 (4), 869-875.
- Schmidt, E. (2010). - - - Die objektive Erfassung von Müdigkeit während monotoner Tagfahrten und deren verbale Selbsteinschätzung durch den Fahrer. Inauguraldissertation, Heinrich-Heine-Universität. Düsseldorf. Zugriff am 16.09.2016.
- Thiffault, P. & Bergeron, J. (2003). Monotony of road environment and driver fatigue. A simulator study. *Accident Analysis & Prevention*, 35 (3), 381-391.
- Unger, T. (2012). ADAC Unfallforschung - Junge Fahrer 2012 (ADAC Unfallforschung, Hrsg.). ADAC. Zugriff am 02.05.2016. Verfügbar unter https://www.adac.de/_mmm/pdf/Ufo%20Junge%20Fahrer_177%20KB_149526.pdf