

Nebentätigkeiten bei automatisierter Fahrt? – Analyse bisheriger Tätigkeitskataloge

Andreas MÜLLER, Bettina ABENDROTH

*Institut für Arbeitswissenschaft, Technische Universität Darmstadt
Otto-Berndt-Straße 2, 64287 Darmstadt*

Kurzfassung: Bisherige Beschreibungen von Nebentätigkeiten während der konventionellen Fahrt werden in diesem Beitrag nach Ablenkungsarten katalogisiert. Durch die Automatisierung der Fahrzeugführung und der Umgebungsüberwachung wird es dem Fahrzeugführer beim hochautomatisierten Fahren ermöglicht, neue Tätigkeiten im Fahrzeug auszuführen. Jedoch ergeben sich bei Rückübernahmesituationen von der automatisierten zur manuellen Fahrzeugführung neue arbeits-wissenschaftliche Herausforderungen bei der Bedien- und Verstehbarkeit automatisierter Systeme. Der Beitrag gibt einen Ausblick für das weitere Forschungsvorhaben über Reaktionszeiten bei unterschiedlichen Tätigkeiten und Rückübernahmeaufforderungen.

Schlüsselwörter: automatisiertes Fahren, Reaktionszeiten, Nebentätigkeiten, Ablenkung

1. Motivation

Aufgrund zunehmender Verkehrsdichte wird die Fahraufgabe immer komplexer. Bis zu 90% der vorkommenden Unfälle im Straßenverkehr sind auf menschliches Fehlverhalten zurückzuführen (Stanton et al. 1997). Insgesamt kamen im Jahr 2015 deutschlandweit 3.459 Menschen bei Verkehrsunfällen ums Leben. Trotz des zunehmenden Verkehrs nahm die Anzahl dieser tödlich verunglückten Personen in den letzten Jahrzehnten aber kontinuierlich ab (Statistisches Bundesamt 2016).

Das Potential aktueller aktiver und passiver Systeme, die zur Unfallvermeidung und -minderung beitragen, ist auf Grund der in den letzten Jahren stagnierenden Unfallzahlen annähernd erschöpft. In den vergangenen Jahren zeigte die Forschung weiteres Unfallvermeidungspotential durch die Automatisierung der Fahrzeugführung (Jamson et al. 2011). Bei der Einführung solcher Automatisierungssysteme zeigt sich aus arbeitswissenschaftlicher Sicht enormer Forschungsbedarf bei der Schnittstellengestaltung bezogen auf die jeweilige Aufgabenteilung zwischen Mensch und System. Herausforderungen ergeben sich vor allem bei der Bedien- und Verstehbarkeit sowie der unter Umständen kurzfristigen hohen Belastung bei der Rückübernahme der Fahraufgabe (Carsten & Nilsson 2001; Winner & Hakuli 2006; Bainbridge 1983). Dies wird durch den Fakt erschwert, dass sich bei steigender Automation der zeitliche Anteil der vom Fahrer ausgeführten Tätigkeiten von der Fahraufgabe zu anderen Nebentätigkeiten verschieben wird.

2. Automationsgrade und Herausforderungen

Die Automatisierungsgrade im automobilen Kontext werden durch die technische Ausgestaltung als auch durch die beim Fahrer verbleibenden Aufgaben beschrieben. Gasser et al. (2012) teilen die Automatisierung in „Driver only“, „Assistiert“, „Teilautomatisiert“, „Hochautomatisiert“ und „Vollautomatisiert“ ein. Die Society Automotive Engineers (SAE) erweitert das Modell mit dem Modus „Full Automation“; wobei kein Fahrer und auch keine Bedienelemente im Fahrzeug mehr notwendig sind. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt eine Übersicht über die Automatisierungsgrade.

Tabelle 1: Zusammenfassung der Automatisierungsstufen nach Gasser et al. (2012) und SAE (2014)

Gasser et al. (2012)	SAE (2014)	SAE Level	Fahrzeug-führung	Umgebungs-überwachung	Rückfall-ebene	Einsatz-bereich
Driver only	No Automation	0	Mensch	Mensch	Mensch	-
Assistiert	Driver Assistance	1	Mensch & System	Mensch	Mensch	Teilweise
Teilauto-matisiert	Partial Automation	2	System	Mensch	Mensch	Teilweise
Hochauto-matisiert	Conditional Automation	3	System	System	Mensch	Teilweise
Vollauto-matisiert	High Automation	4	System	System	System	Teilweise
	Full Automation	5	System	System	System	Überall

In monotonen und unterfordernden Situationen, wie beispielsweise Autobahn- oder Staufahrten, können bereits heute Fahrzeuge die Längs- und Querverführung übernehmen (SAEL Level 2). Die damit verbundene Entlastung der primären Aufgabe (vgl. Bubb 2002) führt zu einem Wandel der Arbeitsaufgaben für den Fahrzeugführer. Während bei der konventionellen Fahrzeugführung („Driver only“ und „Assistiert“) der Fahrer selbst die Fahrzeugstabilisierung tätigt, wandeln sich sein Aufgabenbereich bei teilautomatisierten Fahrzeugen hin zur Überwachung der vom System ausgeführten Fahrzeugführung. Im Fall der Hochautomatisierung muss der Mensch die Fahrzeug-umgebung nicht mehr dauerhaft überwachen, außer wenn es zu Situationen kommt, die das Automatisierungssystem nicht selbst lösen kann. In Folge dieser muss der Fahrer in einem für ihn komfortablen Zeitfenster nach Aufforderung die Fahrzeug-führung vom System übernehmen.

Aus arbeitswissenschaftlicher Sicht wird bereits an der Fragestellung, wie die Rückübernahme vom System zurück zum Fahrer gestaltet wird, geforscht. Es zeigt sich, dass die für eine Übernahme benötigte Zeit, insbesondere die Reaktionszeit, abhängig von dem Automatisierungsgrad und auch dem damit vorhandenen Fahrertzustand ist. Mit fortschreitendem Automatisierungsgrad steigt auch die Reaktionszeit an (Damböck 2013). Neben der Reaktionszeit ist auch die Qualität der Rückübernahme, also ob eine für den Kontext passende Fahrerreaktion durchgeführt wird, als weiterführender Untersuchungsschwerpunkt zu nennen.

3. Ablauf von Rückübernahmen

Für weitere Forschungen in dem Bereich der Rückübernahme vom System zurück zum Fahrer, wird im Folgendem ein Modell von Zeeb et al. (2015) herangezogen, um die zu durchlaufenden Schritte von der Übernahmeaufforderung bis zur Fahrerreaktion beschreiben zu können (siehe Abbildung 1).

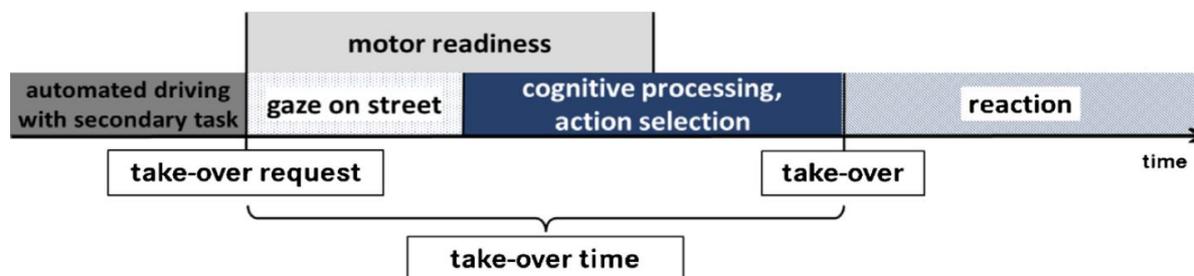


Abbildung 1: Reaktionszeitmodell bei automatisierter Fahrt nach Zeeb et al. (2015)

Das Modell beschreibt als ersten Zeitpunkt den sogenannten „take-over request“ (TOR), welcher den Fahrer zur Rückübernahme der manuellen Fahrt auffordert. Dies sollte dem Fahrzeugführer je nach Situation multimodal übermittelt werden (Gold & Bengler 2014). Ab diesem Zeitpunkt startet die „take-over time“ (TOT), welche vor allem von der Sensortechnik und der Prädiktion der Fahrzeugumfelderkenntnis abhängig ist. Nach Reif (2010) arbeiten aktuelle fahrzeuggebundene Radarsysteme im Idealfall mit Reichweiten von bis zu 250 Metern. Bei einer Geschwindigkeit von 130 km/h steht dem Fahrer somit bei unvernetzten und sich nicht kooperativ verhaltenden Fahrzeugen eine maximale Übernahmezeit von weniger als sieben Sekunden (Sek) zur Verfügung. Erste Fahrstudien haben gezeigt, dass es bei Übernahmezeiten von vier und sechs Sekunden zu signifikant mehr Übernahmefehlern, als bei acht Sekunden kommt (Damböck et al. 2012).

Nach dem TOR laufen zwei Prozesse parallel ab. Einerseits wird die „motor readiness“, sprich die Zeitdauer bis die primären Schnittstellen wie Lenkrad und Pedale erreicht werden zeitlich beschrieben, und andererseits die „gaze on street“ (Blick auf die Straße). Nach der messbaren Blickzuwendung starten kognitive Prozesse mit dem Ziel der Handlungsentscheidung, die beispielsweise mit dem Modell des Situationsbewusstseins (Endsley 1995) beschrieben werden können. Daran schließt eine messbare „reaction“ (Handlung), wie beispielsweise das System zu überstimmen, an. Dieses Modell ermöglicht bereits den Ansatz zur Bestimmung einer angemessenen Übernahmedauer. Die Rückübernahme wird in Abhängigkeit der durchgeführten Nebentätigkeit unterschiedlich verlaufen; je nachdem, welche Ressourcen des Fahrers durch die Nebentätigkeiten benötigt werden.

4. Nebentätigkeiten im automobilien Kontext

Bei nicht automatisierten Fahrzeugen sind Nebenaufgaben sogenannte Tätigkeiten eines Fahrers während der Fahrt, die mit der eigentlichen Aufgabe der Fahrzeugführung nichts zu tun haben. Sie bedienen laut Schweigert (2003) lediglich das Informations-, Sozial- und Komfortbedürfnis des Menschen beim Autofahren.

Gemäß der Aufteilung der Fahrtätigkeiten von Bubb (2002) gehören Nebenaufgaben zu den tertiären Fahraufgaben. Diese beziehen sich nicht weiter auf die primäre Aufgabe, die Fahrzeugführung, während die sekundären Aufgaben zur Erfüllung der primären Aufgabe beitragen. Bisher wurden in verschiedenen Katalogen Ablenkungen und Nebentätigkeiten für das konventionelle Fahren erfasst. Eine der bekannteste ist die „100 Car Study“. Diese Studie beurteilte das Unfallrisiko von insgesamt 33 Neben-tätigkeiten (Dingus et al. 2006). In der von Stutts et al. (2005) veröffentlichten Studie wurden insgesamt 19 Ablenkungen während des Fahrens identifiziert. Weitere Studien zeigen ähnliche Tätigkeiten (NHTSA 2016).

Young et al. (2003) systematisieren Nebentätigkeiten bei konventioneller Fahrt nach den Kriterien (1) visuelle Ablenkung, (2) akustische Ablenkung, (3) motorische Ablenkung und (4) kognitive Ablenkung. (1) beinhaltet Nebentätigkeiten, in denen der Fahrer die Augen von der Straße nimmt. (2) tritt auf wenn die Aufmerksamkeit auf Klänge oder akustische Signale anstatt auf die Straße gerichtet wird. Bei (3) handelt es sich um Nebentätigkeiten, bei dessen Ausführung die Hände vom Lenkrad entfernt werden müssen. Nebentätigkeiten nach (4) mindern die Aufmerksamkeit des Fahrzeugführers für die eigentliche Fahraufgabe. In der Theorie ist eine derartige Unter-gliederung von Nebentätigkeiten durchaus möglich, in der Praxis allerdings, sind die einzelnen Gebiete voneinander abhängig. Beispielsweise ist das Telefonieren während des Autofahrens keine rein kognitive und/oder motorische Nebentätigkeit. Mit diesem Ansatz sollte weiter der Einfluss auf die Rückübernahmedauer und -qualität bei unterschiedlichen Tätigkeiten im automatisierten Fahren untersucht werden. Tabelle 1 zeigt einen Auszug über die angewandte Katalogisierung.

Tabelle 1: Exemplarische Auflistung von Nebentätigkeiten bei konventioneller Fahrt mit eigener Katalogisierung; X beansprucht; (X) teilweise beansprucht; - nicht beansprucht. Quellen: (A) Breuer et al. 2003, (B) Stutts et al. 2005, (C) Dingus et al. 2006, (D) NHTSA 2016.

Nebentätigkeiten	Sensorische Modalitäten				Quelle
	visuell	akustisch	motorisch	kognitiv	
Süßigkeit auspacken und Folie wegwerfen; Vorbereitung zum Essen oder Trinken	X		X	(X)	A; B
Essen; Essen und Trinken			X		C; D
Telefon/Pager benutzen (inkl. Reden, wählen und abheben)	X	X	X	X	B
Einfache Fragen beantworten mittels Freisprechanlage		X		X	A
Fingernagelkauen			X		C
Körperpflege im erweiterten Sinne	X		X	(X)	B
Rauchen			X		C; D
Rauchen inklusive anzünden und auslöschen	X		X	(X)	B

5. Diskussion und Ausblick

Im vorliegenden Artikel wurde ein Überblick über Fahrzeugautomatisierungen und ein menschbezogenes Reaktionszeitmodell für hochautomatisierte Fahren nach einer Rückübernahmeaufforderung vorgestellt. Im weiteren Verlauf wurden

Nebentätigkeiten im automobilen Kontext beim konventionellen Fahren literarisch analysiert. Sie zeigen Tätigkeiten, die wenig differenziert sind und eine hohe Divergenz bei der Beschreibung zeigen. Neue Technologietrends wie beispielsweise Smartphones oder Wearables werden nicht ausreichend berücksichtigt. Da sich der Fahrer beim hochautomatisieren Fahren nicht mehr ständig die Umgebung beobachten muss, stehen ihm neue Möglichkeiten bei der Gestaltung seiner Fahrzeit offen. Die ursprünglich definierten Nebentätigkeiten oder Ablenkungen passen in diesem Fahrkontext nicht mehr. Neuere Studien verwenden daher den Begriff der „fahrfremden Tätigkeiten“ (Naujoks & Neukum 2016).

Welche Tätigkeiten sich für das hochautomatisierte Fahren, im Speziellen im Hinblick auf die Rückübernahme eignen, muss weiter erforscht und validiert werden. Damit eine für den Fahrer komfortable und für das Fahrgeschehen qualitativ hochwertige Rückübernahme stattfinden kann, ist die Gestaltung des TOR von großem Interesse. Hierbei ist auch die Betrachtung des Situationsbewusstseins besonders wichtig, da eine Rückübernahmeaufforderung für den Fahrer, der eine fahrfremde Tätigkeit ausübt, voraussichtlich in spontanen Fällen auftreten wird.

Um Reaktionszeiten bis zur vollständigen Rückübernahme nach einem TOR zu erforschen, gibt es standardisierte Tests wie beispielsweise den Surrogate Reference Task (visuelle Suchaufgabe), welcher ebenfalls eine fahrfremde Tätigkeit darstellt (Petzoldt et al. 2014). Jedoch muss hier kritisch hinterfragt werden, ob diese standardisierten Tests realitätsnahe Ergebnisse liefern. Aus diesem Grund empfiehlt es sich weitere Reaktionszeittests mit alltäglichen Tätigkeiten wie beispielsweise mit der Bedienung von Tablets und weiteren neuen Technologien bei Rückübernahmeaufforderungen zu erheben.

Für die optimale Zeitpunktberechnung des TOR ist eine Erkennung des aktuellen Fahrerzustandes im Fahrzeug essentiell. In dem weiteren Forschungsvorhaben soll eine systematische Beschreibung der Abwendung des Fahrers vom Verkehrsgeschehen während der automatisierten Fahrt entwickelt werden. Anhand von dieser Beschreibung können definierte Tätigkeitszeiten experimentell bestimmt werden. Ziel ist die Aussage über die Rückübernahmezeiten bei fahrfremder Tätigkeiten nach dem erfolgreich wahrgenommener TOR. Hierbei können erste Abschätzungen getroffen werden, ob diese Tätigkeiten für höher automatisierte Fahrzeuge geeignet sind oder ob diese vermieden werden sollten. Dieser Ansatz soll eine Tätigkeit mit einer experimentell erforschten Zeiteinheit verbinden.

6. Literatur

- Bainbridge L (1983) Ironies of automation. *Automatica* 19: 775–779.
- Breuer J, Bengler K, Heinrich C, Reichelt W (2003) Development of Advanced Driver Attention Metrics (ADAM). In: *Quality of Work and Products in Enterprises of the Future*: Ergonomia Verlag, Stuttgart, S 37–39.
- Bubb H (2002) Der Fahrprozess: Informationsverarbeitung durch den Fahrer. In: *Verband der Automobilindustrie (Hrsg.) Technischer Kongress: Sicherheit durch Elektronik*, S 19–31.
- Carsten O, Nilsson L (2001) *Safety Assessment of Driver Assistance Systems*, Leeds.
- Damböck D (2013) *Automationseffekte im Fahrzeug von der Reaktion zur Übernahme*, München.
- Damböck D, Farid M, Tönert L, Bengler K (2012) *Übernahmezeiten beim hochautomatisierten Fahren*. Tagung Fahrerassistenz. München.
- Dingus TA, Klauer SG, Neale VL, Petersen A, Lee SE, Sudweeks J, Perez MA, Hankey J, Ramsey D, Gupta S, Bucher C, Doerzaph ZR, Jermeland J, Knippling RR (2006) *The 100-car naturalistic driving study, Phase II-results of the 100-car field experiment*, Washington DC: NHTSA.

- Endsley M (1995) Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society* 37: 32–64.
- Gasser TM, Arzt C, Ayoubi M, Bartels A, Eier J, Flemsich F, Häcker D, Hesse T, Huber W, Lotz C, Maurer M, Ruth-Schumacher S, Schwarz J, Vogt W (2012) Ergebnisse der Projektgruppe Automatisierung: Rechtsfolgen zunehmender Fahrzeugautomatisierung.
- Gold C, Bengler K (2014) Taking over control from highly automated vehicles. *Advances in Human Aspects of Transportation: Part II* 8: 64–69.
- Jamson H, Merat N, Carsten O, Lai F (2011) Fully-automated driving: The road to future vehicles, Leeds.
- Naujoks F, Neukum A (2016) Welche Aspekte fahrfremder Tätigkeiten schränken die Übernahmefähigkeit beim hochautomatisierten Fahren ein? In: VDI (Hrsg.) Fahrerassistenz und automatisiertes Fahren: VDI-Verlag, Düsseldorf.
- NHTSA (2016) Distracted Driving 2014: Traffic Safety Facts Research Note. Report No. DOT HS 812 260, Washington DC.
- Petzoldt T, Bruggemann S, Krems JF (2014) Learning effects in the lane change task (LCT)--realistic secondary tasks and transfer of learning. *Applied ergonomics* 45: 639–646.
- Reif K (2010) Fahrstabilisierungssysteme und Fahrerassistenzsysteme. Vieweg+Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden, Wiesbaden.
- Schweigert M (2003) Fahrerblickverhalten und Nebenaufgaben, München.
- Society Automotive Engineers (2014) AUTOMATED DRIVING: LEVELS OF DRIVING AUTOMATION ARE DEFINED IN NEW SAE INTERNATIONAL STANDARD J3016.
- Stanton NA, Young M, McCaulder B (1997) Drive-by-wire: The case of driver workload and reclaiming control with adaptive cruise control. *Safety Science* 27: 149–159.
- Statistisches Bundesamt (2016) Anzahl der Verkehrstoten im Straßenverkehr in Deutschland von 1991 bis 2015. In: de.statista.com.
- Stutts J, Feaganes J, Reinfurt D, Rodgman E, Hamlett C, Gish K, Staplin L (2005) Driver's exposure to distractions in their natural driving environment. *Accident; analysis and prevention* 37: 1093–1101.
- Winner H, Hakuli S (2006) Conduct-by-Wire-Following a New Paradigm for Driving into the Future. In: Proceedings of FISITA World Automotive Congress, Yokohama.
- Young KL, Regan MA, Hammer M (2003) Driver distraction: A review of the literature. Monash University Accident Research Centre, Clayton, Vic.
- Zeeb K, Buchner A, Schrauf M (2015) What determines the take-over time? An integrated model approach of driver take-over after automated driving. *Accident Analysis & Prevention* 78: 212–221.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Soziotechnische Gestaltung des digitalen Wandels – kreativ, innovativ, sinnhaft

63. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

FHNW Brugg-Windisch, Schweiz

15. – 17. Februar 2017

GfA Press

Bericht zum 63. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 15. – 17. Februar 2017

FHNW Brugg-Windisch, Schweiz

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Dortmund: GfA-Press, 2017

ISBN 978-3-936804-22-5

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

Schriftleitung: Matthias Jäger

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet, den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen.

USB-Print: Dr. Philipp Baumann, Olten

Screen design und Umsetzung

© 2017 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de